

Edilson Soares de Palma

# **Subsídios para Apoiar a Evolução da Descrição de Arquiteturas de Referência**

Campo Grande - MS

8 de Agosto de 2017



Edilson Soares de Palma

## **Subsídios para Apoiar a Evolução da Descrição de Arquiteturas de Referência**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Ciência da Computação, mantido pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para o Exame de Defesa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação (Área de Concentração: Engenharia de Software). **Versão Final**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

Faculdade de Computação

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Orientador: Profa. Dra. Maria Istela Cagnin Machado

Campo Grande - MS

8 de Agosto de 2017



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Visões “4+1” (KRUCHTEN, 1995) . . . . .	22
Figura 2 – Modelo conceitual de descrição arquitetural (ISO/IEC/IEEE, 2011) . . . . .	24
Figura 3 – Nível de abstração e número de detalhes de AR (adaptado de Muller (2008)) . . . . .	32
Figura 4 – Estrutura geral do ProSA-RA (NAKAGAWA et al., 2014) . . . . .	35
Figura 5 – Modelo conceitual para representar as categorias das questões do FERA . . . . .	41
Figura 6 – Questões adaptadas do FERA . . . . .	41
Figura 7 – Diretriz Ponto de Vista 1 . . . . .	45
Figura 8 – Regra de Evolução R-ponvi-1 . . . . .	46
Figura 9 – Regra de Evolução R-ponvi-2 . . . . .	46
Figura 10 – Regra de Evolução R-ponvi-3 . . . . .	46
Figura 11 – Regra de Evolução R-ponvi-4 . . . . .	47
Figura 12 – Exemplo do Índice de Diretrizes . . . . .	47
Figura 13 – Visão geral do EDRA . . . . .	53
Figura 14 – Visão Geral do ProSA-RA-DE . . . . .	57
Figura 15 – Visão geral do ProSA-RA-DE na notação BPMN . . . . .	60
Figura 16 – Descrição do Passo Analisar Fontes de Informação . . . . .	62
Figura 17 – Descrição do Passo Efetuar Síntese Arquitetural . . . . .	62
Figura 18 – Passo Conduzir Avaliação Arquitetural na notação BPMN . . . . .	64
Figura 19 – Descrição do Passo Conduzir Avaliação Arquitetural . . . . .	65
Figura 20 – Descrição da Atividade Efetuar Avaliação Completa . . . . .	66
Figura 21 – Descrição da Atividade Efetuar Avaliação Parcial . . . . .	66
Figura 22 – Descrição da Atividade Analisar Resultados da Avaliação . . . . .	67
Figura 23 – Passo Preparar Evolução na notação BPMN . . . . .	69
Figura 24 – Descrição do Passo Preparar Evolução . . . . .	70
Figura 25 – Atividade criar <i>backlog</i> de evolução . . . . .	71
Figura 26 – Atividade atualizar <i>backlog</i> de evolução . . . . .	72
Figura 27 – Atividade Preparar Matriz de Rastreabilidade . . . . .	73
Figura 28 – Atividade Priorizar <i>Backlog</i> de Evolução . . . . .	73
Figura 29 – Selecionar Itens do <i>Backlog</i> de Evolução . . . . .	74
Figura 30 – Atividade Definir e Priorizar Tarefas do Ciclo de Evolução . . . . .	75

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Pontos de vista, visões e diagramas - (adaptado de Nakagawa et al. (2014)) . . . . .	36
Tabela 2 – Template para descrição das diretrizes de evolução da descrição de ARs	43
Tabela 3 – Template para descrição das regras de evolução . . . . .	43
Tabela 4 – Questões utilizadas para avaliar as diretrizes de evolução . . . . .	49
Tabela 5 – Fonte de Pesquisa: Base de busca <i>Scopus</i> - AR . . . . .	92
Tabela 6 – Fonte de Pesquisa: Base de busca <i>Scopus</i> - AS . . . . .	92

# Lista de abreviaturas e siglas

AR	Arquitetura de Referência
AS	Arquitetura de Software
ADL	<i>Architectural Description Language</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
DA	Descrição Arquitetural
EDRA	<i>Process for Evolution of Reference Architecture Description</i>
FACOM	Faculdade de Computação
FERA	<i>Framework for Evaluation of Reference Architectures</i>
GQM	<i>Goal-Question-Metrics</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MVC	<i>Model View Control</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
ProSA-RA	<i>Process based on Software Architecture - Reference Architectures</i>
ProSA-RA-DE	<i>Process based on Software Architecture - Reference Architectures - Description Evolution</i>
SysML	<i>Systems Modeling Language</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	Contextualização	15
1.2	Motivação e Justificativa	17
1.3	Objetivo do Trabalho	18
1.4	Organização do Texto	19
<b>2</b>	<b>EMBASAMENTO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
2.1	Considerações Iniciais	20
2.2	Arquitetura de Software	20
2.2.1	Descrição Arquitetural	22
2.2.2	Evolução Arquitetural	24
2.3	Arquitetura de Referência	30
2.3.1	Descrição de ARs	31
2.3.2	ProSA-RA	34
2.3.3	Checklist FERA	36
2.4	Considerações Finais	37
<b>3</b>	<b>DIRETRIZES DE APOIO À EVOLUÇÃO DA DESCRIÇÃO DE ARS</b>	<b>38</b>
3.1	Considerações Iniciais	38
3.2	Fontes de Informação	38
3.3	Elaboração - Conteúdo e Estrutura	39
3.4	Contexto e Uso	44
3.5	Avaliação	48
3.6	Considerações Finais	49
<b>4</b>	<b>PROSA-RA-DE</b>	<b>51</b>
4.1	Considerações Iniciais	51
4.2	EDRA - Um Processo Preliminar	51
4.3	Fontes de Informação	55
4.4	Concepção do ProSA-RA-DE	57
4.4.1	Cenários de Uso	58
4.5	Detalhamento do ProSA-RA-DE	59
4.5.1	Artefatos	60
4.5.2	Passos	61
4.6	Avaliação	76
4.7	Considerações Finais	79

<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> . . . . .	<b>81</b>
<b>5.1</b>	<b>Contribuições</b> . . . . .	<b>81</b>
<b>5.2</b>	<b>Limitações</b> . . . . .	<b>82</b>
<b>5.3</b>	<b>Trabalhos Futuros</b> . . . . .	<b>83</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE A – CONDUÇÃO DA BUSCA FOCADA - SOBRE EVO- LUÇÃO DE AR E AS</b> . . . . .	<b>91</b>
<b>A.1</b>	<b>Busca Focada</b> . . . . .	<b>91</b>
<b>A.2</b>	<b>Procedimentos Preliminares</b> . . . . .	<b>91</b>
<b>A.3</b>	<b>Planejamento, Condução, Extração e Análise</b> . . . . .	<b>91</b>

# Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pela vida.

Agradeço aos meus pais, Aparecido Palma e Edite Palma por toda dedicação, exemplo, paciência e carinho. Sem vocês, nada disso seria possível. Muito Obrigado!

Aos meus irmãos, Sidney Palma, Agnaldo Palma e Silmara Palma, pelo incentivo, companheirismo e carinho.

Aos meus sobrinhos Emily Cariny Palma, Yendis Palma, Ricardo Matheus Palma (*in memoriam*), Agnys Palma e Lorena Palma.

Às minhas cunhadas Alzinete Palma e Lucinete Palma e meu cunhado Mario Oliveira por todo carinho.

Aos meus amigos, que estão perto e os que estão longe, pelo carinho, apoio e incentivo durante essa jornada.

À minha orientadora Prof(a) Dr(a) Maria Istela Cagnin Machado pela orientação, dedicação, paciência, apoio e ensinamentos nesse tempo em que trabalhamos juntos.

Às Prof(as) Dr(a) Débora M. B. Paiva e Dr(a) Elisa Yumi Nakagawa pelos direcionamentos e disponibilidade.

A todos professores e funcionários da FACOM.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.



# Resumo

Estruturar os elementos necessários para o desenvolvimento de um sistema de software não é uma tarefa trivial. Observando as práticas de Engenharia de Software desde seus princípios, nota-se preocupação em modelar a estrutura do sistema de software para que auxilie o entendimento do seu projeto e propicie a sua documentação. Isso é alcançado com o apoio de Arquitetura de Software (AS). Levando em consideração o esforço e o conhecimento exigidos para a construção de AS, surgiu o termo Arquitetura de Referência (AR), que trata do estabelecimento de uma AS para um determinado domínio e da especificação de como projetar arquiteturas concretas para esse domínio alvo. Considerando a importância de AS e AR, observa-se a necessidade de uma descrição adequada dos elementos presentes nessas arquiteturas para que possam ser utilizadas pelos seus interessados. Como as AS e AR não são artefatos estáticos, sua evolução é intrínseca às necessidades dos envolvidos que as utilizam. No contexto desse trabalho, observou-se a necessidade de evoluir a descrição de uma AR, denominada Cambuci que pertence ao domínio de repositórios de ativos de software, a partir das carências e defeitos encontrados em uma avaliação conduzida com o apoio de um *checklist* específico para avaliação de ARs, denominado FERA. Entretanto, observou-se que não existiam trabalhos específicos sobre a evolução da descrição de ARs. Diante dessa lacuna, surgiu a oportunidade de contribuição deste trabalho que propõe diretrizes de evolução da descrição de ARs e define um processo de evolução, denominado ProSA-RA-DE, que utiliza tais diretrizes para planejar as tarefas de evolução obtendo-se, após a execução do processo, uma descrição que represente a AR adequadamente e seja útil aos seus diferentes tipos de interessados. As diretrizes de evolução propostas são baseadas principalmente nas questões do *checklist* FERA e na norma ISO/IEC 42010, que trata da descrição arquitetural. O processo ProSA-RA-DE foi definido a partir da adaptação de um processo de construção de ARs, chamado ProSA-RA, para apoiar também a evolução da descrição de ARs. As diretrizes e o processo de evolução foram avaliados por especialistas em processos de software e também em ARs com o intuito de averiguar a completude, corretude e consistência dos mesmos. Os resultados das avaliações forneceram sugestões de melhorias que auxiliaram no refinamento dos subsídios de evolução da descrição de ARs propostos neste trabalho. Com isso, acredita-se que tanto as diretrizes quanto o processo de evolução ProSA-RA-DE são úteis para guiar e facilitar a evolução da descrição de ARs e para obter uma descrição completa e consistente, em conformidade com a norma ISO/IEC 42010.

**Palavras-chave:** Arquitetura de Software, Arquitetura de Referência, Descrição, Representação, Evolução.



# Abstract

Structuring necessary elements for the development of a software system is not a trivial task. Observing the practices of Software Engineering since its principles, it is noted the concern in modeling the structure of the software system so that it helps the understanding of its project and provides its documentation. This is achieved with the support of Software Architecture (SA). Taking into consideration the effort and knowledge required for the construction of SA, the term Reference Architecture (RA) arose, which deals with the establishment of an SA for a given domain and the specification of how to design concrete architectures for that target domain. Considering the importance of SA and RA, there is a need for an adequate description of the elements present in these architectures so that their stakeholders can use them. Both SA and RA are not static artifacts, their evolution is intrinsic to the needs of those involved who use them. In the context of this work, it was observed the need to evolve the description of an AR, called Cambuci that belongs to the domain of repositories of software assets, from the deficiencies and defects found in an evaluation conducted with the support of a Checklist for RA evaluation, called FERA. However, it was observed that there were no specific studies on the evolution of the description of RAs. Facing this gap, the opportunity to contribute to this work proposes guidelines for the evolution of the description of RAs and defines a process of evolution, called ProSA-RA-DE, that uses such guidelines to plan the evolution tasks, obtaining, after the execution of the process, description that represents the RA appropriately and is useful to its different types of stakeholders. The proposed evolutionary guidelines are based mainly on the FERA checklist questions and the ISO/IEC 42010 standard dealing with architectural description. The ProSA-RA-DE process was defined based on the adaptation of an RA process building, called ProSA-RA, to support the evolution of the RA description. The guidelines and the evolution process were evaluated by software process specialists and also in ARs in order to ascertain their completeness, correctness and consistency. The results of the evaluations provided suggestions for improvements that aided in the refinement of the evolution subsidies of the AR description proposed in this work. Thus, it is believed that both the guidelines and the ProSA-RA-DE evolution process are useful for guiding and facilitating the evolution of the RA description and for obtaining a complete and consistent description in accordance with ISO/IEC 42010.

**Keywords:** Software Architecture, Reference Architecture, Description, Representation, Evolution.



# 1 Introdução

## 1.1 Contextualização

Desde o início da prática da Engenharia de Software no final da década de 60, observa-se que o processo de desenvolvimento de software é uma tarefa complexa (SOMMERVILLE, 2010). Devido a isso, com as experiências adquiridas pelos envolvidos houve preocupação em padronizar e sistematizar esse processo. Isso culminou no surgimento de metodologias de desenvolvimento de software tradicionais, como é o caso do *Rational Unified Process* (RUP) (KRUCHTEN, 2000) e dos métodos ágeis, como é o caso do *eXtreme Programming* (XP) (BECK, 2000). Essas metodologias se preocupam com o projeto arquitetural do software e têm como intuito obter uma Arquitetura de Software (AS) adequada para atender os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

Devido à globalização e a expansão do uso da Internet, os envolvidos no desenvolvimento de software podem estar dispersos geograficamente (NGUYEN-DUC; CRUZES; CONRADI, 2015), sendo necessário representações mais claras do projeto arquitetural do software para que todos os envolvidos possam entender adequadamente a organização do sistema como uma composição de componentes, as estruturas de controle globais, os protocolos de comunicação, a composição dos elementos do projeto e as funcionalidades dos componentes do projeto (ROCHA; MALDONADO; WEBER, 2001). Assim, uma AS atua como um mecanismo de comunicação entre os *stakeholders* durante o ciclo de vida do software, captura as decisões do projeto e abstrai o sistema de software (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2012). Esse último caso refere-se à instanciação da AS para um sistema de software (BABAR et al., 2009).

Levando em consideração o tempo, a experiência e os custos exigidos para a definição de uma AS surge o termo Arquitetura de Referência (AR), que auxilia no processo de desenvolvimento arquitetural, o qual auxilia no processo de desenvolvimento de software, uma vez que provê uma AS para atender às funcionalidades dos sistemas de software de um dado domínio de aplicação (EICKELMANN; RICHARDSON, 1996). Além disso, uma AR deve incluir as regras de negócio, os estilos e padrões arquiteturais que abordam os seus atributos de qualidade, as melhores práticas para o desenvolvimento de software (por exemplo, decisões arquiteturais, restrições do domínio, legislações e padrões), além dos elementos de software que apoiam o desenvolvimento de sistemas de software para esse domínio (NAKAGAWA; ANTONINO; BECKER, 2011).

É importante destacar que as ARs possibilitam melhor entendimento de um domínio específico e também são utilizadas como meios para realizar reúso de projetos arquiteturais

(ZHAO; KEARNEY, 2003).

Observando a relevância das ARs, do mesmo modo que ocorre no desenvolvimento de software, é importante o uso de um processo para apoiar a sua construção (NAKAGAWA, 2006), bem como sua especialização (ação de criar uma AR tomando como base outra AR) e instanciação (cria-se uma AS tomando como base uma AR). Na literatura existem alguns processos com esse objetivo, dentre eles o ProSA-RA (NAKAGAWA et al., 2014), que já foi utilizado durante o estabelecimento de várias ARs, por exemplo, AR orientada a aspectos para ambientes de Engenharia de Software (NAKAGAWA et al., 2011), AR para aplicações de televisão digital (DUARTE, 2012), AR orientada a serviços para o domínio de teste de software (OLIVEIRA; NAKAGAWA, 2011) e AR orientada a serviços para o domínio de repositório de ativos de software denominada Cambuci (OSSHIRO et al., 2018). O ProSA-RA tem sido aprimorado para contemplar de maneira efetiva a identificação das fontes de informação do domínio alvo, o estabelecimento dos requisitos arquiteturais da AR, o projeto da AR e, por fim, a avaliação da AR construída.

Uma AS de um sistema de software é abstrata, conseqüentemente, uma AR também é, mas a representação dessas arquiteturas é um artefato tangível que, além de auxiliar na comunicação de informações relevantes sobre um sistema, também pode ser utilizada como documentação, como base para a avaliação de implementações alternativas da arquitetura e ainda como entrada para ferramentas de simulação, geração e análise automatizada do sistema (ISO/IEC/IEEE, 2011). Como documentação, a representação arquitetural deve capturar informações suficientes para permitir que o projeto da AR seja avaliado em relação aos requisitos arquiteturais necessários. Isso mostra a importância de descrever adequadamente tanto AS quanto AR (GUESSI, 2013).

Durante o projeto de ARs, é feita a sua descrição arquitetural tomando como base os requisitos arquiteturais identificados para a AR, os conceitos do domínio alvo, e os estilos e padrões arquiteturais. Para apoiar a elaboração dessa descrição, são utilizados pontos de vista e visões arquiteturais, que são concebidos levando em consideração os interessados pela AR e a natureza da AR que está sendo construída (NAKAGAWA et al., 2014). Salienta-se que cada visão é a representação da AR como um todo, segundo a perspectiva de um conjunto de necessidades dos interessados (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

Para auxiliar na descrição arquitetural, existem na literatura trabalhos sobre **descrição**<sup>1</sup> de AS (ISO/IEC/IEEE, 2011) e sobre **descrição** de AR (GUESSI; OQUENDO; NAKAGAWA, 2014b), (GUESSI et al., 2015), (GUESSI; OQUENDO; NAKAGAWA, 2014a), (REGLI et al., 2014). Esses trabalhos preocupam-se principalmente em propor e dar direções para elaborar a descrição arquitetural. Particularmente, a norma ISO/IEC/IEEE

---

<sup>1</sup> Destaca-se que neste trabalho os termos **descrição** e **representação** arquitetural possuem o mesmo significado.

42010 (ISO/IEC/IEEE, 2011) não apresenta como a descrição de AS deve ser feita, nem quais linguagens ou visões devem ser utilizadas, mas indica quais elementos devem ser considerados para representar uma AS.

Como ocorre com qualquer outro artefato, a descrição arquitetural também precisa ser evoluída. De acordo com Pressman e Maxim (2016), a evolução de software pode envolver atividades de manutenção corretiva, adaptativa, perfectiva e preventiva. Isso também ocorre na evolução da descrição arquitetural. Foram encontrados na literatura trabalhos sobre evolução de AS (DING; MEDVIDOVIC, 2001), (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005), (LI; HUANG, 2013), (WANG; ZENG, 2013), (JAMSHIDI; PAHL, 2012), (LI; ZHENG, 2012), (ZHONG et al., 2010), (GARLAN et al., 2009), que também tratam sobre a evolução da descrição de AS, porém, não foi encontrado trabalho sobre evolução da descrição de AR que é de interesse desse trabalho.

A evolução da descrição de AR pode ser decorrente de carências e defeitos identificados após uma avaliação da AR, por exemplo, com o apoio de *checklists* de avaliação como é o caso do *checklist* FERA (SANTOS et al., 2013), ou após a evolução da própria AR em que novos requisitos surgiram ou não foram capturados anteriormente. No caso de evolução da AR, novos elementos podem ser incorporados, elementos existentes podem ser adaptados, eliminados ou substituídos para atender às novas necessidades dos interessados.

Devido à importância de evoluir a descrição das ARs para atender as diferentes necessidades, ressalta-se a relevância de conduzir essa evolução de maneira sistemática, por meio de um processo específico para isso, e em conformidade com os elementos essenciais que uma descrição arquitetural deve conter (ISO/IEC/IEEE, 2011). Além disso, é necessário avaliar a AR para garantir que a evolução foi bem sucedida.

## 1.2 Motivação e Justificativa

Devido à característica incremental do ProSA-RA, observa-se que esse processo se preocupa com a evolução de AR, uma vez que seus passos podem ser refeitos com o intuito de refinar os artefatos que foram elaborados previamente. Porém, esse processo não explicita particularidades de evolução da descrição arquitetural.

Essa carência do ProSA-RA foi notada após a avaliação de uma arquitetura de referência orientada a serviços de repositórios de ativos de software, denominada **Cambuci** (OSSHIRO et al., 2018), definida pelo Grupo de Engenharia de Software da Facom. Essa avaliação foi conduzida com base na abordagem baseada em *checklist* (SANTOS et al., 2013), indicada pelo ProSA-RA e adaptada para o contexto da Cambuci.

A partir dos resultados da avaliação conduzida na Cambuci, observou-se que a descrição arquitetural da Cambuci possui diversas deficiências, como: ausência de descrição

dos interessados que poderão ter interesse em cada visão da Cambuci, falta de informação sobre as correspondências entre os elementos da descrição arquitetural, ausência da representação dos pontos de variabilidade, das ameaças, inexistência de levantamento sobre o que pode ser implementado da Cambuci utilizando componentes *open source* ou de terceiros, falta de um cronograma de implementação dos componentes da AR e falta de descrição das decisões de projeto (OSSHIRO et al., 2018). Diante dos problemas relatados, observou-se a necessidade de evoluir a descrição arquitetural da Cambuci de maneira sistemática para que todos os interessados pudessem utilizá-la de maneira efetiva.

A carência de pesquisas sobre a evolução de descrição arquitetural de ARs também foi observada nos trabalhos selecionados durante o mapeamento sistemático conduzido por Palma (2016). Neste trabalho são descritos trabalhos que propõem descrição de AR como (GUESSI; OQUENDO; NAKAGAWA, 2014b), (GUESSI et al., 2015), (GUESSI; OQUENDO; NAKAGAWA, 2014a) e (REGLI et al., 2014). Esses trabalhos preocupam-se em propor visões para representar mais adequadamente uma AR, possibilitando que essas visões facilitem o seu entendimento pelos interessados. Esses trabalhos também preocupam-se em apresentar maneiras de representar visões arquiteturais de maneira semi-formal (GUESSI; OQUENDO; NAKAGAWA, 2014b) e também propostas para representar formalmente ARs (GUESSI et al., 2015). Além disso, uma busca focada apresentada no Apêndice A.1 conduzida no âmbito deste trabalho enfatizou essa carência, quando não retornou nenhum trabalho sobre evolução de AR e nenhum trabalho sobre evolução da descrição de AR.

Diante do exposto, observa-se a necessidade de fornecer subsídios para auxiliar na evolução da descrição de AR, que pode ser decorrente de carências e defeitos identificados na descrição ou a partir da evolução da própria AR. Esses subsídios têm como intuito indicar como fazer a evolução e quais as representações mais adequadas para compor a descrição de uma AR específica.

### 1.3 Objetivo do Trabalho

O objetivo deste trabalho é possibilitar a evolução da descrição de AR, facilitando a obtenção de uma descrição completa e útil aos seus diferentes tipos de interessados evitando a sua degradação. Para isso, são fornecidos subsídios de apoio à evolução da descrição de ARs. Esses subsídios compreendem um conjunto de diretrizes de evolução da descrição de ARs e um processo de evolução iterativo, denominado ProSA-RA-DE, que utiliza tais diretrizes como base para o planejamento das tarefas de evolução de cada ciclo de evolução. As diretrizes de evolução são definidas com base no *checklist* de avaliação de ARs, chamado FERA, que captura as necessidades de evolução. O processo ProSA-RA-DE é resultante de uma adaptação do ProSA-RA para apoiar também a evolução da descrição

arquitetural de AR.

## 1.4 Organização do Texto

A escrita desta dissertação está organizada em mais quatro capítulos. No Capítulo 2 são apresentados os principais conceitos e definições sobre AS e AR, bem como é feita a descrição dessas arquiteturas e como as evoluções são tratadas em tais arquiteturas.

No Capítulo 3 são apresentadas as diretrizes de evolução de descrição de ARs, baseadas no *checklist* FERA que apoiam no planejamento das tarefas de evolução.

No Capítulo 4 é apresentado o processo ProSA-RA-DE que auxilia na evolução da descrição de ARs em conjunto com as diretrizes definidas.

Por fim, no Capítulo 5 são discutidas as contribuições e limitações do trabalho e são descritos os trabalhos futuros, que podem ser desenvolvidos a partir desse trabalho.

# 2 Embasamento Teórico

## 2.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentados os conceitos e as definições importantes relacionados à Arquitetura de Software (AS), Arquitetura de Referência (AR) e evolução de tais arquiteturas, tanto evolução arquitetural quanto evolução de suas descrições.

Na Seção 2.2 são apresentados conceitos e definições sobre AS, com foco em sua descrição e evolução, bem como a sua importância no desenvolvimento de software. Na Seção 2.3 são apresentadas definições e níveis de abstração de AR e são apresentados alguns trabalhos que tratam da descrição desse tipo de arquitetura. Além disso, nessa seção são apresentados um processo de apoio à definição de ARs e um *checklist* para avaliação de ARs. Por fim, na Seção 2.4 são apresentadas as considerações finais deste capítulo.

## 2.2 Arquitetura de Software

Para que seja possível o desenvolvimento de um projeto de software diversas decisões, tanto grande quanto pequenas são tomadas (TYREE; AKERMAN, 2005), sendo que as mais importantes são realizadas logo no início do projeto arquitetural, tendo grande impacto nas etapas seguintes. Nesse contexto, arquitetura de software ou de sistema pode ser considerada como a representação dessas decisões e o relacionamento entre os seus elementos. Essa arquitetura servirá como base para o desenvolvimento concreto do projeto de software e permitirá: 1) analisar se o projeto está atendendo aos requisitos pré-estabelecidos, 2) considerar as arquiteturas alternativas em um estágio inicial em que ainda é fácil realizar mudanças e 3) reduzir os riscos associados à construção do software (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

De acordo com Pressman e Maxim (2016), AS é um termo difícil de ser descrito, assim existem várias definições importantes na literatura. Uma definição clássica descreve uma AS como um o conjunto de decisões significativas sobre a organização de um sistema de software, a seleção dos elementos estruturais pelos quais o sistema é composto e suas interfaces, juntamente com seus comportamentos, as composições estruturais e comportamentais desses elementos em subsistemas cada vez maiores, e o estilo arquitetural que guia essa organização (KRUCHTEN, 2000).

Uma descrição mais atualizada descreve AS como o conjunto de estruturas necessárias para raciocinar sobre o sistema, que compreende elementos de software, as relações entre eles e as propriedades de ambos (CLEMENTS et al., 2010). Outra definição é

apresentada por Bass, Clements e Kazman (2012), que definem AS como uma estrutura ou estruturas do sistema, que compreende os componentes de software, as propriedades visíveis externamente desses componentes, bem como os relacionamentos entre eles. Complementarmente, a norma ISO/IEC/IEEE 42010 define uma AS como sendo os conceitos fundamentais e propriedades de um sistema em seu ambiente incorporados em seus elementos, relações e nos princípios da sua concepção e evolução (ISO/IEC/IEEE, 2011).

Pode-se dizer então que a AS faz uma ponte entre os requisitos do sistema e a sua implementação, detalhando como isso deve ser feito, por meio da definição de todos os componentes que devem ser utilizados e o relacionamento entre eles, para atender os requisitos funcionais e não funcionais, previamente estabelecidos durante o levantamento de requisitos. As principais contribuições de uma AS de acordo com Babar et al. (2009) são: ser um veículo de comunicação para os interessados, capturar as decisões do projeto e abstrair o sistema.

Com o amadurecimento das pesquisas em AS, padrões e melhores práticas foram desenvolvidos, aplicados e aprimorados com o passar do tempo. Com isso, conceitos importantes foram consolidados, como: arquitetura concreta, estilo arquitetural, padrão arquitetural, interessados (*stakeholders*), *framework* arquitetural e descrição arquitetural. Como esse último conceito é de interesse deste trabalho de mestrado é apresentado em mais detalhes na Seção 2.2.1.

Ao se instanciar um projeto de sistema de software seguindo uma arquitetura, tem-se uma arquitetura concreta. Segundo Garlan e Perry (1995) um estilo arquitetural é derivado de um conjunto de arquiteturas concretas, verificando as restrições comuns sobre a forma e a estrutura dessas arquiteturas. O uso desses estilos é um meio de comunicação dos interessados, conforme afirmado por Babar et al. (2009). Pode-se citar como exemplos de estilos arquiteturais: estilo orientado a eventos, baseado em repositórios e também baseado em camadas (SOMMERVILLE, 2010).

Quando existem problemas recorrentes, soluções que estabeleçam boas práticas para o projeto de software são bem vindas. Nesse contexto, os **padrões arquiteturais** são utilizados, os quais são um conjunto pré-definido de componentes e de responsabilidades e relacionamentos existentes entre estes (BUSCHMANN et al., 1996). Um exemplo de padrão arquitetural muito utilizado no desenvolvimento de sistemas *web* é o padrão **MVC** (*model-view-controller*). Nesse padrão a arquitetura é dividida em três componentes: *model*, que cuida dos dados e dos elementos básicos do sistema, *view*, que trata da exibição dos dados, e *controller*, que administra as entradas do usuário no sistema (BUSCHMANN et al., 1996).

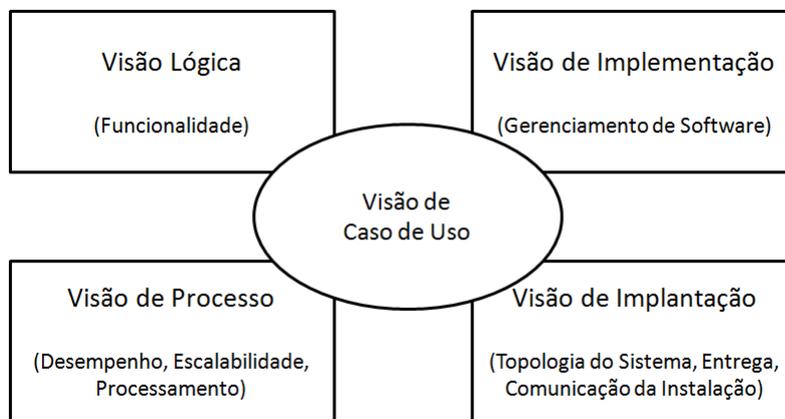
Para o desenvolvimento de uma AS é necessário também conhecer os seus interessados e quais são seus interesses. Sob essa perspectiva, um interessado pode ser qualquer pessoa que esteja envolvida no ciclo de desenvolvimento do sistema, desde clientes até

gerentes de projetos. Os interesses desse indivíduo, podem ser desde requisitos do projeto de software até o manuseio/operação do software (ISO/IEC/IEEE, 2011).

Quando se tem interesse na criação da descrição arquitetural, no desenvolvimento de ferramentas para modelagem de arquiteturas, no estabelecimento de processos de comunicação e interoperabilidade entre múltiplos projetos, a utilização de um *framework* arquitetural pode estabelecer as práticas de criação, interpretação, análise e uso de descrições arquiteturais dentro do domínio específico ou de uma comunidade de interessados. Por exemplo: MODAF, TOGAF, Kruchten's 4+1 *View Model* (ISO/IEC/IEEE, 2011).

O *framework* denominado “4+1” foi proposto por Kruchten (1995) e é utilizado para apoiar a descrição de AS. Esse *framework* está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Visões “4+1” (KRUCHTEN, 1995)



Segundo Kruchten (1995), as visões de Caso de Uso e de Lógica são necessárias em todos os projetos, pois na visão de Caso de Uso são detalhados os cenários do domínio, e na visão Lógica são projetados o modelo de dado e o modelo de objetos. Esse último artefato é elaborado quando uma metodologia orientada a objetos estiver sendo utilizada. As demais visões devem ser utilizadas somente quando for necessário.

### 2.2.1 Descrição Arquitetural

Uma AS por si só é um elemento conceitual que é tomado como base para o desenvolvimento de um sistema. Para isso é necessário que a AS tenha uma boa representação, permitindo que os envolvidos efetivamente a entendam e a utilizem (SMOLANDER; ROSSI; PURAO, 2008). Isso novamente mostra a importância da descrição de ASs como apresentada por Babar et al. (2009), pois são utilizadas como documentação, como base para avaliar a implementação e também como entrada para ferramentas de simulação (ISO/IEC/IEEE, 2011).

Segundo Pressman e Maxim (2016), uma descrição arquitetural (DA) representa várias visões, e cada visão é a representação de um sistema como um todo, segundo a

perspectiva de um conjunto de necessidades relacionadas aos envolvidos.

Para atender o intuito de descrição arquitetural, a norma IEEE-Std-1471-2000 (*Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems*) (HILLIARD, 2000), foi proposta, sendo que a sua última versão é a ISO/IEC/IEEE 42010:2011 (*Systems and software engineering — Architecture description*) ISO/IEC/IEEE (2011) e possui os seguintes objetivos: (1) estabelecer um *framework* conceitual e um vocabulário para uso durante o projeto de arquitetura de software, (2) fornece diretrizes detalhadas para representar uma descrição da arquitetura e, (3) encorajar práticas de projeto de arquiteturas consistentes.

A norma ISO/IEC/IEEE 42010 apresenta um conjunto de elementos relacionados a conceitos no contexto de descrição arquitetural, ilustrados na Figura 2.

Um *ponto de vista* estabelece convenções para o desenvolvimento de uma ou mais visões, para a captura de interesses específicos. Já a *visão* descreve concretamente a arquitetura e é baseada nas convenções do ponto de vista no qual ela está vinculada para atender a representação dos interesses de algum dos interessados (ISO/IEC/IEEE, 2011). A *visão* é composta de um ou mais *modelos arquiteturais*, que utilizam um *tipo de modelo* apropriado para abordar o interesse alvo.

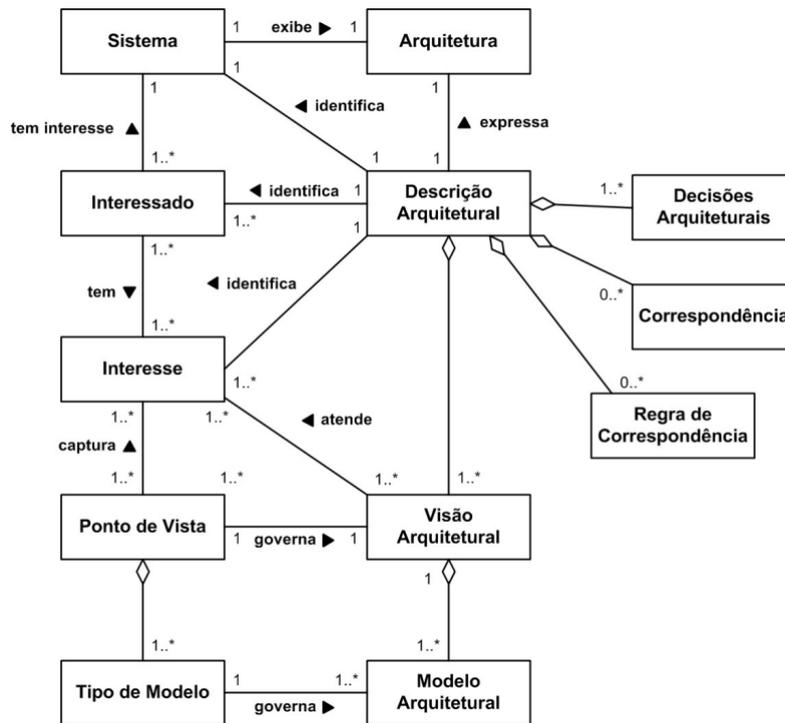
Para expressar o relacionamento entre quaisquer elementos da descrição arquitetural ou entre descrições arquiteturais, dois elementos são propostos sendo a *correspondência* e as *regras de correspondência* que são, respectivamente, responsáveis por expressar e impor relacionamento entre os elementos.

Elementos de *decisão arquitetural* também são abordados na norma ISO/IEC/IEEE 42010 e especificam requisitos para capturar decisões chave, as quais podem afetar os elementos da descrição arquitetural relacionada a um ou mais interesses (ISO/IEC/IEEE, 2011). Segundo Pressman e Maxim (2016), as decisões arquiteturais podem ser consideradas como uma visão arquitetural, sendo que as razões pelas quais essas foram tomadas apresentam uma visão sobre a estrutura de um sistema e sua adequação às necessidades dos envolvidos.

Dois mecanismos importantes para a descrição arquitetural são destacados na norma ISO/IEC/IEEE 42010: *framework* arquitetural definido na seção anterior e linguagem de descrição arquitetural (*Architecture Description Language*) - ADL.

Uma ADL é uma forma de expressar a descrição arquitetural. ADLs podem incluir um *tipo de modelo*, um único *ponto de vista* ou vários *pontos de vista*. Exemplo de ADLs são: Rapide, SysML (OMG, 2015b), ArchiMate, xADL (ISO/IEC/IEEE, 2011). Destaca-se a SysML, que é um padrão da OMG e uma extensão da linguagem UML. A linguagem contempla uma semântica mais flexível pois permite relacionar elementos de um modelo a elementos de outro modelo. É uma linguagem de modelagem gráfica de propósito geral para

Figura 2 – Modelo conceitual de descrição arquitetural (ISO/IEC/IEEE, 2011)



especificar, analisar, projetar e verificar sistemas complexos que podem incluir hardware, software, informação, pessoal e procedimentos (OMG, 2015b). SysML adapta diagramas existentes da UML 2.0 (diagrama de atividades, diagrama de definição de blocos e diagrama de blocos internos) e adiciona dois novos diagramas (diagrama de requisitos e diagrama paramétrico). Esse último diagrama herda elementos do diagrama de bloco interno.

Ao utilizar mecanismos para descrição arquitetural é importante entender em que nível de abstração essa descrição será utilizada, pois as técnicas de descrição arquitetural podem ser classificadas em três tipos: *descrição formal* que possui sintaxe e semântica formalmente definidas, e é melhor compreendida por ferramentas; *descrição semi-formal* que combina linguagem natural com o rigor da linguagem formal; e *descrição informal*, que não apresenta formalidade, sendo melhor entendida por humanos (GUESSI, 2013). A utilização de cada uma dependerá do objetivo específico da descrição arquitetural, por exemplo, se a mesma for entrada para ferramentas, uma descrição formal pode ser a melhor alternativa.

## 2.2.2 Evolução Arquitetural

Conforme Lehman (2000), existem duas perspectivas ao se abordar evolução de software. A primeira concentra-se em “o que” deve ser evoluído, investigando a natureza da evolução e as propriedades dos fenômenos envolvidos. A segunda trata-se de “como” deve ser feita a evolução, abordando as teorias, abstrações, atividades, métodos e ferramentas

necessários para executar a evolução.

De acordo com [Sommerville \(2010\)](#), quando a transição do desenvolvimento de software para a evolução é contínua, o processo de mudança é normalmente denominado manutenção de software atendendo a perspectiva “**o que**” de [Lehman \(2000\)](#). Essa manutenção pode ser categorizada em: **manutenção corretiva** para reparo de defeitos, **manutenção adaptativa** para adaptar o software a um ambiente diferente e **manutenção evolutiva** para adicionar funcionalidades ou modificá-la. No entanto, esses tipos de manutenção podem ocorrer em conjunto, dificultando essa distinção. [Sommerville \(2010\)](#) também afirma que as propostas e necessidades de mudanças podem envolver requisitos existentes ainda não implementados no sistema, solicitações de novos requisitos ou reparos de defeitos detectados pelos interessados no sistema além de novas ideias e propostas de aprimoramento. De acordo com [Volpato \(2017\)](#), as necessidades de mudanças podem ser decorrentes de alterações nos requisitos, mudanças tecnológicas, mudanças no ambiente, modularização, mudanças nas estratégias e objetivos de negócio e em erros humanos. Isso influencia na erosão e na sustentabilidade das AS.

Com base nas definições supracitadas, foi realizada uma busca focada, cuja condução está descrita no Apêndice [A.1](#). Essa busca teve como objetivo encontrar trabalhos, descritos a seguir, que propõem ou usam abordagens, processos, diretrizes ou técnicas para evolução de ASs ou seja trabalhos que estão preocupados em “**como**” conduzir a evolução ([LEHMAN, 2000](#)).

(i) [Li e Huang \(2013\)](#) apresentam uma abordagem que foca na evolução de representações formais de AS, tentando preencher a lacuna entre a descrição de arquitetura de software e arquiteturas baseadas em modelo de confiabilidade. Para isso, é proposta uma gramática de hipergrafo confiável. Essa gramática é utilizada para representar a estrutura da AS, possibilitando prever a confiabilidade da mesma. Para realizar a evolução da AS por meio dessa gramática, são propostos dois tipos de evolução:

- **Regra de evolução funcional:** significa que as regras são adotadas para fins funcionais, tais como a arquitetura tem de evoluir para satisfazer algum requisito funcional.
- **Regra de evolução confiável (não-funcional):** são adotadas quando a confiabilidade da AS não está satisfeita com o requisitos de confiabilidade e a AS tem de evoluir para atingir as metas de confiança. As regras de evolução consideradas são:
  - Regras de adição: possibilita adicionar um novo componente ou novo conector para uma AS, se o novo componente combinar com os demais componentes da AR. As regras de evolução são definidas pela gramática hipergrafo confiável.

- Regras de remoção: Pode-se remover um componente de arquitetura de software, se necessário. Quando um componente da arquitetura de software é removido, deve-se remover relações, portas de comunicação e conectores correspondentes ao componente removido.
  - Regras de substituição: As regras de evolução de substituição são compostas por operação de remoção seguida por operação de adição. Um componente de uma arquitetura de software pode ser substituído por outro componente através da remoção do anterior e da adição do atual.
- (ii) A abordagem **FOCUS** proposta por [Ding e Medvidovic \(2001\)](#) auxilia na recuperação e evolução arquitetural de sistemas orientados a objetos e que não tem documentação, ou seja, possui apenas o código. A abordagem FOCUS é composta por duas etapas: Recuperação arquitetural e Evolução Arquitetural. A primeira etapa possui seis atividades que são divididas em duas subcategorias, Arquitetura Lógica e Física. A segunda etapa é composta por cinco atividades e está descrita a seguir de maneira mais detalhada pois é de interesse deste trabalho.
- **Recuperação Arquitetural:** Lógica: Identificar componentes (a partir do código fonte) e Analisar interações entre componentes; Lógica: Propor o modelo arquitetural idealizado, Identificar casos de uso chave, Mapear componentes identificados para a arquitetura idealizada e Gerar arquitetura refinada.
  - **Evolução Arquitetural:**
    - Propor a evolução da arquitetura idealizada: Um plano de evolução em alto nível é elaborado;
    - Adicionar/modificar componentes: Baseando-se no plano de evolução, decide-se por adicionar ou modificar componentes;
    - Atualizar interação entre componentes: O fluxo de controle entre os componentes é atualizado;
    - Gerar arquitetura evoluída: todas as mudanças que serão implementadas no sistema original devem ser refletidas na arquitetura do software; e
    - Realizar novo foco (caso necessário nova iteração é realizada em um nível menor de granularidade, sendo a evolução realizada em componentes cada vez de forma mais específica).
- (iii) A investigação da evolução arquitetural em métodos ágeis é apresentada por [Wang e Zeng \(2013\)](#). Pontos destacados no artigo são que o projeto arquitetural é substituído por desenvolvimento orientado a testes e também são utilizados princípios de projeto, padrões e práticas para melhorar a AS. Quando se utiliza métodos ágeis é possível que não tenha nenhum outro artefato além do código fonte. Nesse contexto, o código

fonte representa a própria AS pois possui os componentes e os relacionamentos entre eles, o que é fundamental para definir cada plano de *release*. Os autores relatam também que a evolução arquitetural em métodos ágeis não é algo formal, porém comumente ocorre em quatro passos: definição da arquitetura, construção do protótipo arquitetural, implementação e verificação da arquitetura e liberação da arquitetura.

Os autores também afirmam que a iteração é o núcleo do processo de evolução nos métodos ágeis. Novas estórias e as que necessitam ser modificadas são incluídas na nova iteração e no plano de *release*. Em cada iteração do método é necessário dar maior atenção às seguintes tarefas:

- Explorar a complexidade entre a interface de antigos e novos componentes;
- Desacoplar componentes complexos;
- Refatorar e corrigir componentes com erros;
- Avaliar risco do elemento anterior; e
- Realizar balanceamento entre estabilidade dos componentes e variabilidade dos requisitos.

Os autores também comentam que a evolução das ASs têm grande impacto quando novas estórias são adicionadas, pois é necessário juntar componentes e alterar fluxo de informação entre eles. Além disso, explicitam as seguintes operações que podem ocorrer na evolução de AS: **adicionar componentes, modificar componentes, deletar componentes, combinar componentes e dividir componentes.**

Os autores ressaltam também que para identificar a operação mais adequada, é necessário analisar a complexidade entre os relacionamentos dos componentes originais e dos novos componentes, bem como a conexão e a interação entre os componentes estáticos.

(iv) [Jamshidi e Pahl \(2012\)](#) apresentam um modelo que possibilita realizar a evolução, em conjunto, dos processos de negócios e da AS de sistemas dirigidos a modelos. Os autores concentram na evolução da AS como uma reação às mudanças dos processos de negócio. Para isso, indicam sete padrões de mudança nos processos de negócio que impactam na evolução da AS, conforme descritos a seguir:

- 1: Incorporar atividade em ramo condicional;
- 2: Mover uma atividade (em série, em paralelo, condicionalmente);
- 3: Inserir uma atividade(em série, em paralelo, condicionalmente);
- 4: Inserir uma atividade entre duas atividades individuais;
- 5: Substituir atividade;

- 6: Atualizar uma condição; e
  - 7: Incorporar uma atividade em um laço.
- (v) O trabalho de [Li e Zheng \(2012\)](#) apresenta uma abordagem formal que fornece suporte à evolução de AS. A metodologia usa metadados para compor a AS e mecanismos de reflexão, baseados em meta-informações, que separa a AS em: i) um meta-nível que contém meta-objetos, os quais representam meta-informações, e ii) em um nível base, que apresenta os objetos básicos (ou seja, componentes da AS). Para a representação formal da AS, os autores utilizam um modelo de representação concorrente denominado PI-Calculu, que é importante para descrever a evolução dinâmica de ASs e apresentar a evolução básica de um componente.
- (vi) A abordagem de [Zhong et al. \(2010\)](#) é iterativa e formal para refatorar AS, com base em informações de evolução do software. Uma das principais atividades dessa abordagem é levantar as dependências entre os componentes da AS para analisar o impacto de cada solicitação de evolução. A partir dessas informações, o processo de refatoração é realizado, analisando a complexidade dos componentes durante a evolução.
- (vii) No trabalho de [Garlan et al. \(2009\)](#) é apresentada uma abordagem para o planejamento de evolução arquitetural, a qual possibilita a modelagem da evolução da AS por meio de caminhos de evolução, e permite a seleção do caminho mais adequado com base nos caminhos candidatos. Além disso, os autores apresentam uma ferramenta denominada **AEvol** para auxiliar nessa tarefa de modelagem.
- A base da abordagem para a evolução arquitetural está no conceito de caminhos de evolução e a ideia central está no conceito de estilos de evolução. O caminho de evolução representa cada possível cenário de evolução, modelado com o apoio da **AEvol**, em que os arquitetos de software descrevem, analisam, controlam e modificam planos para a evolução da arquitetura.
- Um estilo de evolução descreve uma família de caminhos de evolução arquitetural específica de um domínio que compartilham propriedades comuns e satisfaz um conjunto comum de restrições ([GARLAN et al., 2009](#)). A visão fundamental é que através da captura de caminhos de evolução para famílias especiais, pode-se definir restrições que cada caminho de uma família deve obedecer, proporcionando assim critérios de regularidade e orientação (com base em experiências no domínio) para um arquiteto desenvolver um plano de evolução nessa família ([GARLAN et al., 2009](#)).
- (viii) Por fim, o modelo de evolução proposto por [Sadou, Tamzalit e Oussalah \(2005\)](#), denominado SAEV, tem como objetivo descrever e controlar a evolução da AS, em diferentes níveis de granularidade, bem como a evolução das aplicações baseadas na

AS. Em especial, esse modelo possui enfoque na evolução das estruturas das ASs, para isso o SAEV deve:

- Abstrair a evolução, diferenciando-a a partir do comportamento específico dos elementos arquitetônicos. Isso permitiu que fossem definidos mecanismos para a descrição e para o gerenciamento da evolução **independentemente** dos elementos arquitetônicos e das **linguagens de descrição** utilizadas. Com isso o modelo apoia a reutilização desses mecanismos de evolução em vários casos de evolução;
- Apoiar a evolução estática (que ocorre durante a especificação da AS) e a dinâmica (que ocorre durante a execução da AS); e
- Permitir novos tipos de evolução de AS, em particular os que não estão previstos inicialmente no modelo, tornando o modelo reflexivo e adaptativo.

Sadou, Tamzalit e Oussalah (2005) afirmam que para alcançar os objetivos do SAEV, são considerados durante a evolução da AS todos os elementos arquiteturais propostos pelas ADLs, como **componentes, conectores, interfaces e configurações**. Os conceitos utilizados pelo SAEV são descritos a seguir (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005):

- **Elementos arquiteturais:** representa qualquer elemento de AS;
- **Invariante:** representa a restrição do elemento arquitetural que deve ser respeitada em todo o ciclo de vida da AR;
- **Operação de Evolução:** é uma operação que pode ser aplicada a cada elemento arquitetural ou em seus sub-elementos e que causa a evolução da AS. São classificadas de acordo com a operação que realiza nos elementos arquiteturais: adição, exclusão, modificação e substituição;
- **Regra de Evolução:** descreve a execução de uma operação em um determinado elemento arquitetural. Tais regras são baseadas no formalismo ECA (Evento/Condição/Ação) e indicam o evento que deve ocorrer para iniciar a regra, as condições que devem ser satisfeitas para executar a operação ao ocorrer o evento, bem como as ações a serem realizadas.
- **Estratégia de Evolução:** representa o conjunto das regras de evolução que descrevem todas as operações de evolução que podem ser aplicadas a cada elemento arquitetural.
- **Gerente de Evolução:** É um ator, representando o sistema de processamento da SAEV. Seu papel é interceptar os eventos que representam necessidades de evolução do arquiteto ou as regras de evolução para um elemento arquitetural. Em seguida, desencadeia a execução das regras de evolução correspondentes, de acordo com a estratégia de evolução associada a esse elemento.

Os conceitos supramencionados são utilizados em um mecanismo de evolução do SAEV, que é composto pelas seguintes etapas:

- 1 - intercepta evento de evolução;
- 2 e 3 - seleciona a estratégia de evolução associada ao elemento arquitetural invocado pelo evento;
- 4: e 5: seleciona na estratégia a regra de evolução que corresponde ao evento e que tem suas condições satisfeitas;
- 6: desencadeia a execução da(s) ação(ões) da regra selecionada. Nesse passo, podem surgir dois cenários de execução:
  - 7: se a ação corresponde a um evento, o gerenciador de eventos intercepta-o e segue as etapas anteriores (1 à 6).
  - 8: se a ação corresponde a uma ação elementar, então é disparada a sua execução.

É importante destacar que os autores comentam sobre a possibilidade de estender o SAEV considerando o meta-nível das AS a fim de obter o gerenciamento da evolução de qualquer AS descrita em qualquer ADL.

Trabalhos como (PALMA, 2016), (SANTOS et al., 2013), (NAKAGAWA et al., 2014) e alguns supracitados como (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005) foram importantes para a concepção das diretrizes de evolução propostas neste trabalho sendo a justificativa e uso destes apresentados na Seção 3.2 do Capítulo 3. Além desses, outros trabalhos como (DING; MEDVIDOVIC, 2001), (WANG; ZENG, 2013) e (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005) também foram importantes fontes de informação para a concepção do processo ProSA-RA-DE proposto no âmbito deste trabalho de mestrado, conforme justificativa detalhada na Seção 4.3 do Capítulo 4.

## 2.3 Arquitetura de Referência

Quando uma AS é criada para um domínio específico de aplicação e apresenta como projetar arquiteturas concretas de sistemas de software pertencentes a esse domínio, é denominada arquitetura de referência (AR) (NAKAGAWA et al., 2014). Sob essa perspectiva, as ARs tornam-se importantes instrumentos para o reúso do projeto arquitetural (ZHAO; KEARNEY, 2003), pois são utilizadas na construção de vários sistemas de um dado domínio. AR é definida por Eickelmann e Richardson (1996) como uma estrutura que provê uma caracterização das funcionalidades dos sistemas de software de um dado domínio de aplicação. Segundo Kruchten (2000), AR é na essência, um padrão arquitetural pré-definido ou um conjunto de padrões, parcial ou completamente instanciado, projetado,

testado e comprovado para uso em contextos técnico e de negócios específicos, como apoio ou apoiado por artefatos para habilitar o seu uso.

Uma definição mais detalhada é apresentada por Nakagawa, Antonino e Becker (2011) em que uma AR é definida como uma arquitetura que engloba o conhecimento sobre como projetar arquiteturas concretas para um determinado domínio de aplicação. Dessa forma, ela precisa incluir as regras de negócio, os estilos e padrões arquiteturais que abordam atributos de qualidade da AR, as melhores práticas para o desenvolvimento de software (por exemplo, decisões arquiteturais, restrições do domínio, legislações e padrões), além dos elementos de software que apoiam o desenvolvimento de sistemas de software para esse domínio. Sob essa perspectiva são encontradas ARs em variados domínios de aplicação, por exemplo automação residencial (PROJECT, 2014), ambiente inteligente (*smart environment*) (FERNÁNDEZ-MONTES et al., 2014), sistemas de geovisualização (HILDEBRANDT, 2014), sistemas embarcados (SANTOS et al., 2013) e de domínio de repositório de ativos (MELAND et al., 2009), (HONGMIN; JIN; JINGZHOU, 2010), (YAN; DIJKMAN; GREFFEN, 2012) e (OSSHIRO et al., 2018). Salienta-se que as ARs podem aumentar a efetividade das arquiteturas concretas de um domínio, contribuindo para evitar retrabalho com problemas já resolvidos (CLOUTIER et al., 2010). Em especial, utiliza-se o termo *instância arquitetural* quando deseja-se destacar que uma arquitetura concreta é derivada de uma AR (GUESSI, 2013).

É importante destacar que o termo *modelo de referência* (GUESSI, 2013) é muitas vezes utilizado como sinônimo de AR, o qual designa uma estrutura que promove o entendimento sobre um determinado domínio ao fornecer um vocabulário comum e apresentar as partes e seus relacionamentos sem, no entanto, considerar detalhes da implementação (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2012). Desse modo, um modelo de referência é uma decomposição padrão para um problema conhecido em partes que cooperativamente solucionam esse problema (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2012). Como exemplo, pode-se citar o modelo de referência RAModel (NAKAGAWA; OQUENDO; BECKER, 2012) utilizado para compreender a essência de AR. Assim, observa-se que modelos de referência possuem um nível de abstração ainda mais elevado que AR. A partir de um modelo de referência e de padrões arquiteturais, ARs podem ser derivadas e essas arquiteturas, quando instanciadas, dão origem a arquiteturas de software concretas (GUESSI, 2013).

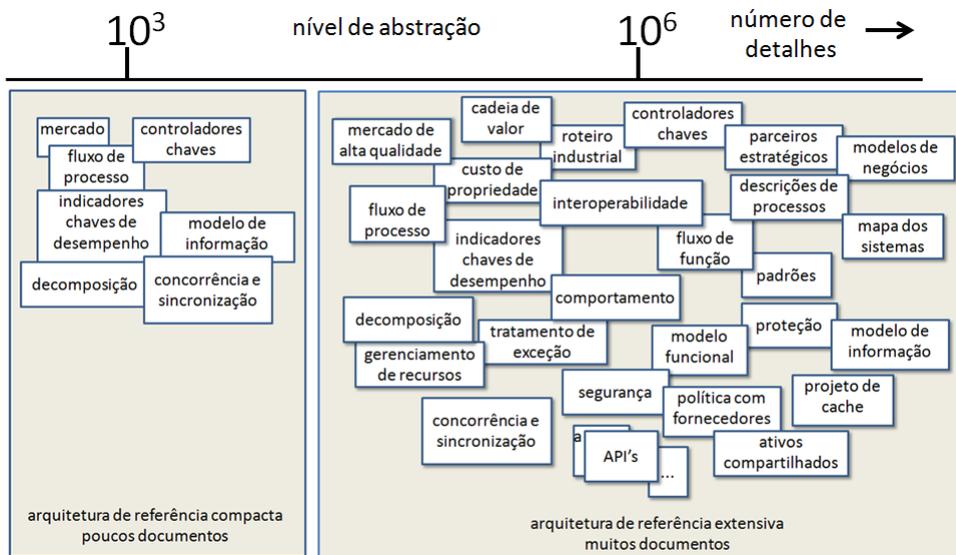
### 2.3.1 Descrição de ARs

A Descrição Arquitetural é essencial tanto no contexto de AS, conforme apresentado na Seção 2.2.1, como no contexto de AR. Nesse último caso, segundo Nakagawa et al. (2014) uma descrição arquitetural possibilita prover um amplo entendimento pelos vários interessados na AR. Nessa perspectiva, é importante elaborar descrição de AR em um nível mais detalhado. Devido a sua natureza de reuso, é esperado que seja instanciada ou

especializada para diferentes projetos de um mesmo domínio.

Conforme o nível de abstração da AR, a sua descrição arquitetural pode conter vários elementos, como ilustrado na Figura 3. De acordo com essa figura, é observado que quanto maior o nível de abstração da AR, mais fácil será o seu gerenciamento. Por outro lado, quanto mais detalhada for a AR, mais difícil será a sua manutenção. Os modelos utilizados para documentar uma AR variam conforme o nível de abstração e o domínio abordado pela mesma (MULLER, 2008).

Figura 3 – Nível de abstração e número de detalhes de AR (adaptado de Muller (2008))



Os principais trabalhos descritos no mapeamento sistemático atualizado por Palma (2016), que tratam da descrição de ARs, são descritos a seguir.

Considerando as abordagens propostas ou usadas para descrever ARs, os trabalhos descritos a seguir, são importantes fontes de informação. Em Guessi, Oquendo e Nakagawa (2014a) é proposta uma abordagem para capturar e documentar as decisões arquiteturais de ARs, como: as razões, implicações, justificativas e os pontos fortes e fracos relacionados às decisões tomadas durante a concepção de ARs. Para a descrição arquitetural é proposto o uso de alguns diagramas da SysML (OMG, 2015b) e também da UML (OMG, 2015a) que podem ser úteis para descrever decisões arquiteturais.

Com foco em variabilidade, Guessi, Oquendo e Nakagawa (2014b) apresentam uma abordagem para descrever o ponto de vista de variabilidade (*variability viewpoint*) da visão de variabilidade de ARs. A informação descrita nesse ponto de vista é transversal a outros pontos de vista, como é o caso dos pontos de vista código fonte e implantação do processo ProSA-RA que correspondem, respectivamente, a visão estrutural e a visão de implantação desse processo. O diagrama de blocos internos da SysML é utilizado experimentalmente pelos autores para descrever a visão de variabilidade. Os autores

propõem utilizar linhas destacadas e letras em negrito no diagrama de blocos internos para diferenciar comunalidades de variabilidades.

Já em [Guessi et al. \(2015\)](#) são apresentadas direções de pesquisa para a descrição formal de arquiteturas de referência para sistemas embarcados. Os autores propõem a descrição formal de uma AR chamada UniversALL. A descrição formal da UniversALL é dividida pelos autores em dois níveis: *black-box*, mostra apenas as interfaces dos componentes da AR que se comunicam com o ambiente; e *white-box*, mostra a configuração interna da camada de componentes da UniversALL, que contém serviços para serem executados no ambiente do usuário final.

O trabalho de [Nakagawa, Oquendo e Becker \(2012\)](#) apresenta um modelo de referência para ARs chamado RAModel (*Reference Architecture Model*), já citado na seção anterior, que possibilita análise e comparação de ARs e também é base para a construção de ARs. Os elementos desse modelo são agrupados em quatro conjuntos: Domínio, Aplicação, Infraestrutura e Transversal. [Guessi, Oquendo e Nakagawa \(2014b\)](#) e [Nakagawa et al. \(2014\)](#) utilizam esses elementos como base para propor as visões arquiteturais neles descritos.

Em [Nakagawa et al. \(2014\)](#) é apresentada a consolidação do processo ProSA-RA (Seção 2.3.2) que trata o *design*, a representação e a avaliação de AR. No passo 3 desse processo a descrição arquitetural é elaborada, utilizando o RAModel ([NAKAGAWA; OQUENDO; BECKER, 2012](#)), como um *framework* para definir os seus elementos. É considerada a experiência dos autores em sistemas embarcados para propor novos pontos de vistas. Os autores indicam o uso de ontologias, vocabulários controlados (*controlled vocabularies*), taxonomias, dicionários e mapas conceituais para facilitar a descrição arquitetural. Além dos artefatos apresentados no trabalho, outros artefatos ou visões são considerados interessantes, como: objetivos, escopo, necessidade, riscos, limitações e restrições. Para isso, é importante sempre analisar os elementos presentes no RAModel apresentado em [Nakagawa, Oquendo e Becker \(2012\)](#) e os elementos requeridos pela AR a ser representada para propor novos artefatos ou visões.

No trabalho de [Regli et al. \(2014\)](#) é proposta uma metodologia para a criação de AR no domínio de sistemas baseados em agentes. Essa metodologia é utilizada para criar uma AR chamada ASRA. Essa AR fornece um conjunto de padrões de interação para áreas funcionais que existem entre as camadas e os protocolos de sistemas baseados em agentes e também identifica os pontos para interoperabilidade entre esses sistemas ([REGLI et al., 2014](#)). A ASRA é descrita em quatro visões: *visão de cenário*, que consiste nas definições dos conceitos funcionais e é representada pelo diagrama de casos de uso da UML e/ou por descrições que apresentam o uso, papéis e funcionalidades do conceito; *visão de processo*, ilustra o processo em tempo de execução e é representada pelo diagrama de processo da UML; *visão de implementação*, utiliza ferramentas analíticas para identificar o fluxo e os pacotes de dependência para cada conceito funcional e é representada pelo

diagrama de componentes da UML; e *visão lógica*, representa conceitos funcionais por meio de diagramas de pacote da UML.

Considerando uma AR um tipo especial de AS (NAKAGAWA et al., 2014) qualquer ADL utilizada para descrever AS também pode ser utilizada para a descrição de AR. As ADLs propostas ou usadas para descrever AR, encontradas na atualização do mapeamento sistemático conduzido por Palma (2016), são apresentadas a seguir.

O estudo de Guessi et al. (2015) propõe o uso da ADL  $\pi$ -ADL, que é uma linguagem formal utilizada pelo  $\pi$ -Method, a qual descreve visões comportamentais e estruturais. A visão comportamental fornece como os elementos da arquitetura podem mudar em tempo de execução e a visão comportamental representa como é o relacionamento entre os elementos.

Os estudos de Turek et al. (2015) e Kruize et al. (2013) utilizam a ADL *ArchiMate*, a qual auxilia na descrição de arquiteturas corporativas e é baseada em um modelo de camadas composto pelas camadas de negócio, de aplicação e de tecnologia. Essas camadas auxiliam o entendimento do modelo do negócio principalmente pela equipe de tecnologia.

Os diagramas da SysML também são utilizados para a descrição de AR, conforme descrito no estudo de Guessi, Oquendo e Nakagawa (2014b), que utiliza o diagrama de bloco interno da SysML para descrever a visão de variabilidade da AR e no estudo de Branscomb et al. (2013), que utiliza o diagrama de bloco para descrever a visão estrutural.

Observou-se que os trabalhos selecionados como estudos primários do mapeamento sistemático conduzido por Palma (2016) não abordam de maneira explícita a evolução da descrição arquitetural de ARs.

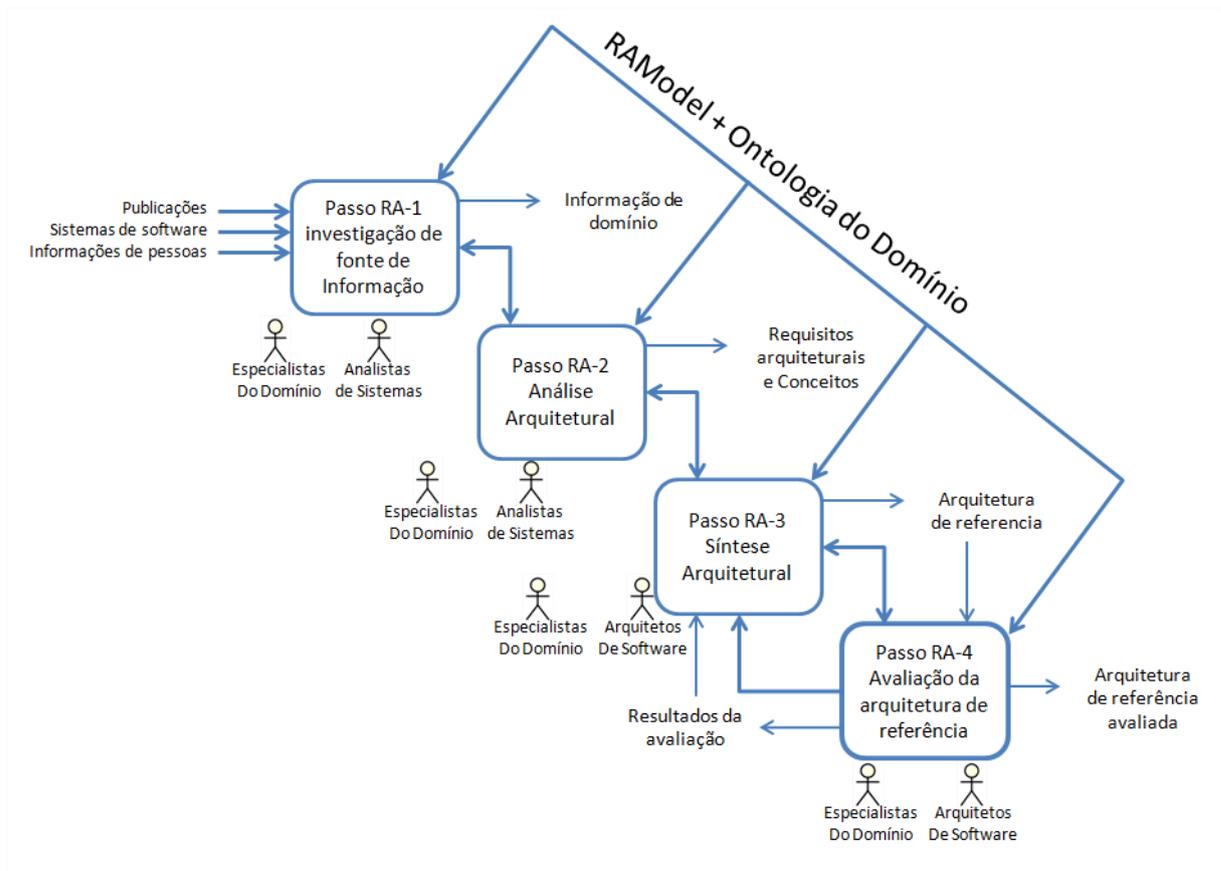
Na próxima seção é apresentado um processo de apoio a construção de ARs e é de interesse deste trabalho por ter sido utilizado para o estabelecimento da *Cambuci* e por ser utilizado em vários trabalhos encontrados na literatura, conforme observado pelos estudos primários resultantes do mapeamento sistemático conduzido por Palma (2016).

### 2.3.2 ProSA-RA

Para o desenvolvimento de ARs é importante a utilização de processos bem definidos, pois além de auxiliar na construção de ARs auxiliam também no entendimento das mesmas. Nesse contexto, tem-se o processo ProSA-RA, proposto por Nakagawa et al. (2009). A partir das experiências de seu uso pelos autores, esse processo é consolidado em Nakagawa et al. (2014). Na Figura 4 são apresentados os passos do ProSA-RA, descritos a seguir:

**Passo RA-1** – no primeiro passo a investigação e a seleção das fontes de informação é realizada, no qual o intuito é obter informações relacionados ao domínio da AR. Como fontes de informação podem ser utilizadas: pessoas que atuam neste domínio; sistemas

Figura 4 – Estrutura geral do ProSA-RA (NAKAGAWA et al., 2014)



já existentes do domínio; publicações, documentos e normas contendo informações do domínio.

**Passo RA-2** – nesse passo é realizada a análise das fontes de informação selecionadas no **Passo RA-1**, obtendo um conjunto de requisitos para a AR e os principais conceitos que devem ser considerados no domínio alvo.

**Passo RA-3** – nesse passo a descrição arquitetural é estabelecida por meio da construção das visões arquiteturais, considerando os resultados da análise arquitetural do **Passo RA-2** e também estilos e padrões arquiteturais. Os pontos de vista e visões propostos por Nakagawa et al. (2014) são apresentados em mais detalhes na Tabela 1 juntamente com o diagrama mais indicado para sua descrição. Outras visões podem ser incorporadas na descrição arquitetural, conforme a necessidade e a natureza da AR (NAKAGAWA et al., 2014).

Salienta-se que o ProSA-RA pode utilizar o RAModel (NAKAGAWA; OQUENDO; BECKER, 2012), descrito na Seção 2.3.1, bem como uma ontologia do domínio alvo da AR.

**Passo RA-4** – nesse passo, utilizando uma abordagem de inspeção por *checklist*, a AR é avaliada. O *checklist*, denominado FERA (SANTOS et al., 2013), é utilizado

Tabela 1 – Pontos de vista, visões e diagramas - (adaptado de Nakagawa et al. (2014))

Ponto de Vista	Visão	Diagrama UML/SysML
Transversal	Conceitual	Diagrama de definição de blocos
	Funcionalidade	Diagrama de casos de uso
	Serviços do Sistema	Diagrama de definição de blocos
	Variabilidade	Diagrama de definição de blocos
Tempo de Execução	Componentes Colaborativos	Diagrama de blocos internos
	Processos	Diagrama de blocos internos
	Dados Compartilhados	Diagrama de blocos internos
Implantação	Implantação	Diagrama de pacotes
	Desenvolvimento	Diagrama de componentes
	Físico	Diagrama de pacotes
	Tecnologia	Textual
Código Fonte	Lógico	Diagrama de definição de blocos
	Módulos	Diagrama de componentes
	Estrutural	Diagrama de definição de blocos

neste passo e avalia as características de qualidade como manutenibilidade, desempenho, segurança, usabilidade, portabilidade e reúso. Também avalia a descrição arquitetural, com o intuito de identificar erros de omissão, inconsistência e informações incorretas na descrição da AR. A subseção a seguir contém uma descrição do *checklist* FERA que além de ser utilizado pelo ProSA-RA também é fonte de informação para a concepção das diretrizes de evolução da descrição da AR propostas, conforme justificado na Seção 3.2.

### 2.3.3 Checklist FERA

O *checklist* FERA (*Framework for Evaluation of Reference Architectures*) proposto por Santos et al. (2013) é formado por quatro partes (Anexo A). Cada parte do FERA contém questões que devem ser respondidas pelos avaliadores. De acordo com Santos et al. (2013), podem participar da avaliação de uma AR diferentes tipos de interessados, como arquiteto de software, especialista do domínio, gerente, desenvolvedor, especialista em garantia de qualidade do software, especialista de teste e analista de sistemas.

A primeira parte é composta por 26 questões que têm como objetivo verificar a completude das informações gerais, pontos de vistas, visões, modelos, interessados e interesses e avaliam a AR quanto a sua construção, por exemplo, se a AR segue algum regulamento legal ou se está em conformidade com a ISO/IEC/IEEE 42010 (ISO/IEC/IEEE, 2011). A segunda parte do FERA possui 36 questões e tem como objetivo verificar a adequação da AR quanto a sua construção e conteúdo. A terceira parte possui 52 questões e tem como intuito verificar a adequação da descrição arquitetural. A quarta parte trata da conclusão e da análise geral da AR e contém quatro questões. Assim, considerando as questões de todas as partes, o FERA possui um total de 118 questões, sendo que cada uma delas é

direcionada para ser respondida por um determinado tipo de interessado.

No Anexo A são apresentadas todas as questões da última versão do *checklist* agrupadas por Parte 1 - Informação Geral, Parte 2 - Construção e Conteúdo, Parte 3 - Adequação da Descrição Arquitetural e Parte 4 - Análise Geral e Conclusão.

## 2.4 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados conceitos e definições necessários para possibilitar o entendimento e o desenvolvimento deste trabalho de mestrado. Destaca-se a importância de AS, que auxilia os interessados em um projeto de sistema de software a entenderem e abstraírem os elementos que precisam ser efetivamente desenvolvidos e quais padrões devem ser utilizados. Nesse contexto, para um domínio específico, uma AR representa o projeto arquitetural de um conjunto de possíveis sistemas de software de um domínio, possibilitando o reuso no nível de projeto.

A descrição arquitetural mostra-se importante, pois é uma maneira de representar AS e AR de forma tangível, como descrito nos trabalhos relatados no mapeamento sistemático, servindo como documentação, como base para a avaliação e como entrada para ferramentas de simulação, para geração ou análise automatizada do sistema. Assim, uma vez que a descrição de AR é essencial para os interessados, a evolução dessa é uma atividade importante devendo ser realizada de forma sistemática para garantir sua qualidade e consistência.

Diante da importância da evolução da descrição de ARs e levando em consideração a carência de trabalhos da literatura sobre o tema, nos próximos dois capítulos é apresentada a definição das diretrizes de evolução da descrição de AR e o processo de evolução proposto neste trabalho que utiliza tais diretrizes para apoiar no planejamento das tarefas de evolução a fim de atender as solicitações de evolução e dirimir as carências e defeitos identificados na descrição de ARs.

# 3 Diretrizes de apoio à Evolução da Descrição de ARs

## 3.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentadas diretrizes que apoiam a evolução da descrição arquitetural de ARs. As diretrizes propostas neste trabalho têm por objetivo auxiliar arquitetos de software no planejamento de tarefas de evolução da descrição de ARs.

Na Seção 3.2 são apresentados os principais trabalhos que foram utilizados como fontes de informação para a elaboração das diretrizes, tanto do ponto de vista do seu conteúdo quanto da sua estrutura de representação. Na Seção 3.3 é apresentada a elaboração das diretrizes evidenciando seu conteúdo e estrutura. Na Seção 3.4 são detalhados o contexto e o uso das diretrizes propostas. A avaliação das diretrizes, do ponto de vista de especialistas em ARs, é apresentada na Seção 3.5. Por fim, na Seção 3.6 são apresentadas as considerações finais desse capítulo, enfatizando o apoio das diretrizes propostas na evolução da descrição de ARs.

## 3.2 Fontes de Informação

Inicialmente, para se obter os requisitos de evolução da descrição de ARs que deveriam ser abordados pelas diretrizes propostas neste trabalho, foram analisados trabalhos que propõem e utilizam métodos para avaliar ARs. Os trabalhos de [Gallagher \(2000\)](#), [Graaf, Dijk e Deursen \(2005\)](#) e [Angelov, Trienekens e Grefen \(2008\)](#) apresentam adaptações de métodos de avaliação de AS, para serem utilizados na avaliação de ARs, tendo como foco a avaliação de elementos relacionados à qualidade da AR e o suporte à manutenibilidade.

Além desses trabalhos, o *checklist* FERA ([SANTOS et al., 2013](#)) também propõe avaliar ARs, avaliando atributos de qualidade e também a representação arquitetural das ARs. Por esse motivo, tal *checklist* foi selecionado como fonte de informação. Os aspectos de avaliação da AR considerados por cada questão do FERA forneceram os requisitos de evolução para a concepção das diretrizes propostas. Além disso, forneceram subsídios para definir o que fazer em cada diretriz para contornar as carências e defeitos da descrição da AR levantados por cada questão. Ademais, o *checklist* FERA foi escolhido para ser utilizado neste trabalho pois avalia a AR sob diferentes perspectivas (Parte 1 - Informação Geral, Parte 2 - Construção e Conteúdo, Parte 3 - Descrição Arquitetural Adequada e Parte 4 - Análise Geral e Conclusão) e também sob a perspectiva de diversos tipos

de interessados (arquiteto, especialista do domínio, desenvolvedor, analista, gerente de projetos, integrador, testador, interessado por garantia da qualidade).

Em busca de trabalhos que abordassem a evolução de ARs, foi realizada uma busca focada no âmbito deste trabalho, apresentada no Apêndice A.1, cujos resultados estão descritos na Seção 2.2.2 do Capítulo 2. Não foi encontrado trabalho sobre evolução de ARs e nem sobre evolução da descrição de tais tipos de arquiteturas. Por esse motivo, trabalhos encontrados sobre a evolução de ASs e sobre descrição de ASs mostraram-se relevantes para a concepção das diretrizes apresentadas neste capítulo. Um destes trabalhos, o SAEV (*Software Architecture EVolution model*) (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005), que apresenta um modelo que apoia a evolução de arquiteturas de software, com foco na evolução estrutural das ASs, foi utilizado como base para a definição da estrutura das diretrizes propostas. Os conceitos base desse modelo utilizados neste trabalho foram estratégia de evolução, elemento, operação e regra de evolução, descritos na Seção 2.2.2 do Capítulo 2, e foram mapeados respectivamente como diretriz, elemento, tarefa e regra de evolução.

Além disso, para identificar como realizar a descrição de ARs, no decorrer do desenvolvimento deste trabalho de mestrado, um mapeamento sistemático sobre representação de ARs conduzido por Guessi, Oliveira e Nakagawa (2011) foi atualizado em Palma (2016) e os principais estudos primários identificados estão discutidos na Seção 2.3.1. Para identificar as representações mais adequadas para a descrição de ARs também foi utilizado o trabalho de Guessi (2013), que define um método para a representação de ARs no contexto de sistemas embarcados.

O ProSA-RA (NAKAGAWA et al., 2014) foi utilizado neste trabalho para abstrair como realizar a execução da evolução da descrição de ARs, visto que é um dos processos existentes na literatura de apoio a definição de ARs e já está consolidado por ter sido utilizado em diversos domínios, por exemplo, ambientes de Engenharia de Software (NAKAGAWA et al., 2011), ferramenta de testes de software orientada a serviços (OLIVEIRA; NAKAGAWA, 2011), aplicações de televisão digital (DUARTE, 2012), ambiente de ensino (BARBOSA et al., 2013), serviços de sistemas multi-robóticos (FEITOSA, 2013), sistemas robóticos orientados a serviço (OLIVEIRA, 2015), ferramentas de software de gerenciamento de variabilidade (ALLIAN, 2016), middlewares auto-adaptativos em redes de sensores sem fio (PORTOCARRERO et al., 2017) e repositórios de ativos de software (OSSHIRO et al., 2018).

### 3.3 Elaboração - Conteúdo e Estrutura

Considerando os trabalhos supracitados na Seção 3.2 como fontes de informação, o roteiro descrito a seguir foi utilizado para a definição do conteúdo e da estrutura de

representação das diretrizes propostas.

Inicialmente as questões do *checklist* FERA foram classificadas utilizando a técnica *Open Coding* da *Grounded Theory* (STRAUSS; CORBIN, 1998), que sugere técnicas de codificação a fim de apoiar a análise de dados qualitativos. A técnica *Open Coding* objetiva analisar e categorizar os dados brutos (STRAUSS; CORBIN, 1998). Considerando o *checklist* FERA como a fonte de dados, aplicou-se o *Open Coding* para que fosse definido sobre o que é tratado por cada questão do *checklist*. Para auxiliar nessa tarefa utilizou-se o software R (R Core Team, 2017) juntamente com o pacote RQDA (HUANG, 2016), que ajudou na rotulação das questões do *checklist* inserindo os códigos de interesse.

Assim, cada questão foi categorizada levando em consideração os conceitos por ela abordados e tratados pela norma ISO/IEC/IEEE (2011), que descreve como documentar arquiteturas de software e que foi utilizada por Santos et al. (2013) como fonte de informação para a concepção do FERA. Como algumas questões do FERA não estão estreitamente relacionadas com a ISO/IEC/IEEE (2011), foi necessário criar os seguintes códigos para categoriza-las mais adequadamente: **ambiente externo, aquisição, dados do domínio, evolução, fontes de informação, instanciamento, módulo, qualidade, solução técnica, risco ou ameaça, teste e variabilidade**. Na Figura 5 é apresentado o modelo conceitual na notação do diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML) (OMG, 2015a), em que são apresentadas as categorias das questões do FERA correspondentes aos conceitos da norma ISO/IEC/IEEE (2011) (apresentados em azul) e as demais categorias criadas (apresentadas em amarelo). Adicionalmente, são apresentados os números das questões do FERA no formato (parte-questão), que foram classificadas em cada categoria.

Após a categorização das questões, deu-se início à elaboração de cada diretriz. A partir de então, as categorias passaram a ser denominadas **Elementos**, os quais representam elementos que serão considerados para a evolução da descrição da AR (por exemplo, Elemento Ponto de Vista, Elemento Visão, Elemento Instanciamento, etc). Tais elementos são compostos por um ou mais Componentes (por exemplo, descrição de um ponto de vista, bloco de representação de um modelo de uma visão, etc).

A partir da compreensão e entendimento detalhado de cada questão do FERA para aplicar a técnica *Open Coding*, observou-se que as questões 19 e 23 do grupo 3 do FERA exigiam apenas respostas em aberto e foram adaptadas para terem respostas objetivas (**Sim, Não, Parcialmente ou Não tenho conhecimento para responder**), em conformidade com a maioria das questões do FERA, conforme apresentado na Figura 6.

Em seguida, as questões de cada elemento, foram analisadas em busca de encontrar soluções para elas caso não sejam atendidas pela AR, ou seja, o que é necessário ser feito para que a questão seja respondida positivamente na avaliação da AR. Com isso, foi possível identificar as questões que compartilham solução semelhante (**o que fazer**),



possibilitando o agrupamento dessas questões em uma mesma diretriz. Assim, um elemento pode ter uma ou mais diretrizes.

Consequentemente, sabendo o que é necessário fazer, analisou-se **como representar** na descrição da AR a solução, tomando como base os trabalhos encontrados na atualização do mapeamento sistemático sobre descrição de ARs (PALMA, 2016) discutidos na Seção 2.3.1 do Capítulo 2 e o trabalho de Guessi (2013). Posteriormente, foi necessário definir **como fazer** para obter a representação desejada. Para isso, analisou-se o passo do ProSA-RA que deve ser executado, tomando como base em **o que fazer** e **como representar**. Quando é necessário levantar novas fontes de informação ou analisar as existentes, é indicada a execução dos passos Investigação de Fontes de Informação e Análise Arquitetural do ProSA-RA. Caso contrário, é direcionado para o passo Síntese Arquitetural do ProSA-RA.

Salienta-se que, como as diretrizes serão utilizadas durante a execução do ProSA-RA-DE, descrito no próximo capítulo, o **como fazer** para obter a representação desejada foi definido levando em consideração os passos desse processo, que utiliza o ProSA-RA como base. Porém, os passos Investigação de Fontes de Informação e Análise Arquitetural do ProSA-RA foram agrupados no ProSA-RA-DE em um único passo, denominado Analisar Fontes de Informação, e o nome do passo Síntese Arquitetural foi alterado para Efetuar Síntese Arquitetural. As razões dessas alterações estão apresentadas na Seção 4.3 do Capítulo 4.

Para apoiar a execução do passo de Efetuar Síntese Arquitetural foram definidas **tarefas de evolução**, que são classificadas em três tipos: adição, remoção e modificação; as quais adicionam, removem e modificam elementos e componentes da descrição da AR. A tarefa modificação pode combinar tarefas de adição e de remoção. Essas tarefas tiveram como inspiração os trabalhos encontrados na busca focada relacionada a evolução de ASs (WANG; ZENG, 2013), (DING; MEDVIDOVIC, 2001), mas principalmente o modelo SAEV (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005), o qual identifica **regras de evolução** para cada uma das tarefas supracitadas.

Uma tarefa de evolução é composta por uma ou mais regras de evolução, e tais regras são representadas com base no formalismo ECA (Evento/Condição/Ação) utilizado por Sadou, Tamzalit e Oussalah (2005). Cada regra de evolução possui um **evento**, que especifica quando a regra deve ser disparada; uma **condição**, que é avaliada quando o evento ocorre, possibilitando a execução desta regra apenas se tais condições são verdadeiras; e a **ação** que deve ser realizada quando o evento ocorre e as condições sejam satisfeitas.

Por fim, foram definidos os **artefatos** importantes que devem ser considerados para a execução de cada diretriz, explicitando a utilização desses em **como representar** na estrutura das diretrizes e nas ações das regras de evolução.

Tomando como base o que fazer, como representar, como fazer, tarefas e regras de evolução e os artefatos envolvidos, os templates para documentar as diretrizes e regras de evolução foram definidos e são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Como resultado, foram definidos 22 Elementos e 52 Diretrizes de Evolução, que estão descritas no Apêndice B, juntamente com as suas regras de evolução.

Tabela 2 – Template para descrição das diretrizes de evolução da descrição de ARs

<b>Diretriz</b>	Apresenta o identificador único da diretriz de acordo com o seguinte formato: D_[Elemento]_[Número Sequencial]
<b>Elemento</b>	Representa a categoria das questões do FERA tratadas pela diretriz.
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	Indica os números das questões do FERA tratadas pela diretriz de acordo com o seguinte formato: [Grupo das questões do FERA] - [Número da questão do FERA]
<b>O que fazer</b>	Apresenta o que fazer na descrição da AR.
<b>Como representar</b>	Descreve como representar na descrição da AR (Textual e/ou Gráfica).
<b>Como fazer</b>	Indica quais passos do ProSA-RA-DE podem ser executados e quais tarefas de evolução podem ser executadas.
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	Adição: indica as regras de evolução que podem ser executadas para adicionar elementos ou componentes na descrição da AR de acordo com o seguinte formato: R-[sigla da diretriz em minúsculo]-[Número Sequencial]
	Remoção: indica as regras de evolução que podem ser executadas para remover elementos ou componentes na descrição da AR de acordo com o seguinte formato: R-[sigla da diretriz em minúsculo]-[Número Sequencial]
	Modificação: indica as regras de evolução que podem ser executadas para modificar elementos ou componentes na descrição da AR de acordo com o seguinte formato: R-[sigla da diretriz em minúsculo]-[Número Sequencial]
<b>Artefatos envolvidos</b>	Indicar o nome dos artefatos que devem ser considerados para a execução de cada diretriz.

Tabela 3 – Template para descrição das regras de evolução

<b>Regra de Evolução</b>	Apresenta o identificador único da regra de evolução no seguinte formato R-[Sigla da diretriz em minúsculo]-[Número Sequencial]
<b>Evento</b>	Indica o evento que dispara a regra.
<b>Condição</b>	Indica a condição necessária para que a regra inicie sua execução (ação) caso seja satisfeita.
<b>Ação</b>	Indica as ações que são executadas e sugere-se que sejam apresentadas em forma de algoritmo.

Na Figura 7 é apresentada a diretriz "D\_Ponto\_de\_Visão\_1" do Elemento **Ponto de Vista** e as Figuras 8, 9, 10, 11 apresentam suas regras de evolução.

A diretriz "**D\_Ponto\_de\_Visão\_1**" trata um dos principais Elementos da descrição arquitetural de ARs que são os **Pontos de Vista**. Na documentação dessa diretriz (Figura 7) são indicadas as questões do FERA em que a mesma pode ser aplicada para contornar os problemas identificados por essas questões durante avaliações da AR. A diretriz também apresenta o que fazer para evoluir a descrição da AR com o intuito de contornar os problemas identificados pelas questões, por exemplo: apresentar informações que identifiquem e documentem os pontos de vista de interesse, como representar um Ponto de Vista, etc.

A diretriz também indica como as representações do Ponto de Vista podem ser realizadas, descrevendo o que deve conter em tais representações, como a existência de uma seção denominada "Ponto de Vista" na descrição geral da AR e a indicação das Visões utilizadas pelo Ponto de Vista. Além disso, exemplos de como essa representação pode ser realizada são descritos. As tarefas e regras de evolução tratam do Elemento Ponto de Vista e de seus componentes, que considera componente qualquer item que componha um ponto de vista. A tarefa **adição** desta diretriz apresenta duas regras de evolução: **R-ponvi-1** que trata da adição do Elemento Ponto de Vista na descrição da AR e **R-ponvi-2** que trata da adição de componentes nesse Elemento.

É importante destacar a utilização de regras de evolução genéricas nesta diretriz, como a **R-Remoção** que abstrai as ações para serem utilizadas em várias tarefas de evolução. Além dessa, há outra regra de evolução genérica denominada **R-Adição** que objetiva identificar os interesses e interessados além de incluir na Matriz de Rastreabilidade os componentes adicionados.

## 3.4 Contexto e Uso

O contexto das diretrizes de evolução da descrição de ARs propostas está intrínseco ao uso do *checklist* FERA para avaliar a AR e ao processo ProSA-RA-DE apresentado no Capítulo 4, uma vez que as diretrizes propõem tarefas e regras de evolução que são utilizadas durante a execução do processo para apoiar no planejamento dos ciclos de evolução. Além disso, as diretrizes indicam em quais passos do processo as tarefas de evolução podem ser executadas.

Para facilitar a consulta e o uso das diretrizes de evolução, foi criado um índice (apresentado no **Apêndice B**) que contém as diretrizes, representadas apenas pelo seu identificador, agrupadas por Elementos, as questões que tais diretrizes são aplicáveis e as possíveis tarefas e regras de evolução. Na Figura 12 é apresentado um trecho desse índice.

Baseado no mecanismo de evolução apresentado por [Sadou, Tamzalit e Oussalah \(2005\)](#) o roteiro a seguir é sugerido para facilitar a consulta e a utilização das diretrizes:

Figura 7 – Diretriz Ponto de Vista 1

Diretriz	D_Ponto_de_Vista_1
Elemento	Ponto de Vista
Aplicável às questões do FERA	1-15;1-17; 1-16;1-18;1-19;1-20; 2-7
O que fazer	Apresentar informações para identificar e documentar os Pontos de Vista, indicando o que eles pretendem representar e como essa representação pode ser realizada (Tipo de Modelo). Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber qual Ponto de Vista contém inconsistência ou não é apresentado.
Como representar	<p><b>Textual:</b> Descrever em uma seção denominada “Pontos de Vista” todos os pontos de vista considerados na AR. Inserir um texto introdutório, como exemplificado a seguir, para cada Ponto de Vista da AR, descrevendo informações gerais e informações adicionais relacionadas aos tipos de modelos utilizados, os interesses, os interessados e as visões utilizadas pelo ponto de vista. Os Pontos de Vista devem apresentar um identificador único no formato “Ponto de Vista” + “Nome_do_Ponto_de_vista”.</p> <p>Exemplo (adaptado de Nakagawa <i>et al.</i>, 2014):</p> <p>Ponto de Vista Implantação: Para representar esse ponto de vista, foi criada a Visão de Implantação do SiMuS (FEITOSA, 2013). Essa visão mostra o hardware e o software no ambiente de implantação, assim como o relacionamento entre eles. Esta visão representa os interesses C2, C3, C4 e C5, cujos interessados estão descritos conforme a diretriz D_Interessado_1.</p> <p>Alternativamente, apresentar os tipos de modelo que cada ponto de vista pode utilizar. Sugere-se apresentar um quadro que faça o mapeamento entre os pontos de vista, as visões de cada ponto de vista e os tipos de modelos utilizados para representar cada visão, como apresentado por Nakagawa <i>et al</i> (2014).</p>
Como fazer	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
Tarefas e regras de evolução	<b>Adição: R-ponvi-1; R-ponvi-2</b>
	<b>Remoção: R-ponvi-3</b>
	<b>Modificação: R-ponvi-4</b>
Artefatos envolvidos	Descrição Arquitetural

- Identificar o Elemento tratado pela Questão Y consultando o modelo conceitual da Figura 5
- Buscar o Elemento X no índice de diretrizes.
- Buscar a Questão Y classificada no Elemento X.

Figura 8 – Regra de Evolução R-ponvi-1

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Criar uma seção denominada “Pontos de Vista” na descrição geral da AR.</li> <li>● Para cada componente de “Pontos de Vista” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-ponvi-2.</li> </ul> </li> <li>● Executar R-Adição.</li> </ul>

Figura 9 – Regra de Evolução R-ponvi-2

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	Existe seção “Pontos de Vista”.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apresentar na seção “Pontos de Vista” um identificador único no formato “Ponto de Vista” + “Nome_do_Ponto_de_vista”.</li> <li>● Definir e descrever os Tipos de Modelo que podem ser utilizados para representar os modelos arquiteturais de cada visão do Ponto de Vista.</li> <li>● Definir e descrever os interesses e interessados no Ponto de Vista.</li> <li>● Definir e descrever as visões que representam o Ponto de Vista.</li> <li>● Caso utilize um quadro para representar <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Atualizar o quadro de mapeamento dos Pontos de Vista para incorporar a descrição do componente (ver <b>Como representar</b>).</li> </ul> </li> </ul>

Figura 10 – Regra de Evolução R-ponvi-3

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-3</b>
<b>Evento</b>	Remover componente de Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	Existe seção “Ponto de Vista” para remover o componente do Ponto de Vista.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● R-Remoção.</li> <li>● Atualizar Matriz de Rastreabilidade.</li> </ul>

- Selecionar a Diretriz W que é aplicável a Questão Y.
  - Selecionar as Tarefas de interesse da Diretriz W.
  - Para cada Tarefa selecionada
    - \* Selecionar as regras de evolução de interesse.

Figura 11 – Regra de Evolução R-ponvi-4

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Ponto de Vista
<b>Condição</b>	Existe seção “Ponto de Vista” para atualizar componente do Ponto de Vista.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias nos componentes (ex: modificação dos interesses e interessados no Ponto de Vista, adicionar novos componentes no Ponto de Vista (Executar R-ponvi-2) .</li> <li>• Refletir as mudanças na Matriz de Rastreabilidade.</li> </ul>

Figura 12 – Exemplo do Índice de Diretrizes

Elemento	Diretriz	Questões FERA	Tarefa de Evolução	Regra de Evolução
Fonte de informação	D_Fonte_de_Informação_1	2-1; 2-2; 2-3; 2-4	Adição	R-fi-1; R-fi-2
			Remoção	-
			Modificação	R-fi-3
Instanciação	D_Instanciação_1	2-5; 4-4	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	R-vi-4; R-ponvi-4
	D_Instanciação_2	3-13; 3-24	Adição	R-ins-1; R-ins-2; R-ins-4
			Remoção	-
			Modificação	R-ins-3; R-ins-5
D_Instanciação_3	3-16	Adição	R-ins-6	
		Remoção	-	
		Modificação	R-ins-7	

Para exemplificar a execução do roteiro de consulta e utilização das diretrizes de evolução propostas, é suposto o seguinte cenário:

“Existe uma necessidade de evolução na descrição da **AR Exemplo**, que foi detectada na questão **3-13** do FERA, sendo necessário realizar uma modificação em um componente.”

Com base no cenário descrito e seguindo os passos do roteiro de consulta e utilização das diretrizes de evolução, observou-se que a questão **3-13** do FERA pertence ao Elemento **Instanciação**. Em seguida, buscou-se o Elemento **Instanciação** no índice de diretrizes e posteriormente a questão **3-13** foi encontrada. A partir dessa questão, selecionou-se a diretriz **D\_Instanciação\_2**, conforme ilustrado na Figura 12. Em seguida, tomando como base a necessidade de evolução descrita no cenário, a tarefa **Modificação** e a regra de

evolução **R-ins-3** foram selecionadas para serem executadas a fim de atender a necessidade de evolução da descrição da AR Exemplo.

### 3.5 Avaliação

As diretrizes de evolução propostas foram submetidas a uma avaliação, planejada de acordo com a abordagem *Goal-Question-Metrics* (GQM) (SOLINGEN et al., 2002).

O *objeto* da avaliação são as diretrizes de evolução da descrição de ARs e o *objetivo* é avaliar a completude do conteúdo e da forma de representação das diretrizes. A avaliação teve como *foco qualitativo* verificar a capacidade das diretrizes em guiar a evolução da descrição de ARs e se o conteúdo das mesmas auxiliam na evolução da descrição de ARs. A avaliação teve como *perspectiva* apoiar o refinamento das diretrizes propostas e foi realizada no mês de Julho de 2017 por dois avaliadores, selecionados por conveniência.

A partir da definição do objetivo desta avaliação, foram elaboradas três questões para avaliar as diretrizes e o apoio das mesmas na evolução da descrição de ARs, conforme apresentadas na primeira coluna da Tabela 4. Essas questões estão no Formulário de Avaliação <sup>1</sup> elaborado para ser utilizado durante as avaliações desse trabalho e também contém questões específicas para avaliar o processo ProSA-RA-DE.

Participaram da avaliação dois especialistas em processos de software e em ARs, selecionados por conveniência, que também participaram da avaliação do ProSA-RA-DE apresentada na Seção 4.6 do Capítulo 4. Após a leitura e entendimento das diretrizes de evolução, apresentadas neste capítulo e detalhadas no Apêndice B, os avaliadores responderam as questões 17, 18 e 19 do Formulário de Avaliação. As respostas de cada avaliador foram tabuladas e estão apresentadas na Tabela 4.

Para cada questão as respostas esperadas são SIM, NÃO e PARCIALMENTE, seguida da justificativa para que o avaliador pudesse indicar suas sugestões de melhoria.

Para analisar quantitativamente as questões foram definidas as métricas M1, M2 e M3 que calculam respectivamente, por questão, a porcentagem de respostas SIM (S), a porcentagem de respostas NÃO (N) e a porcentagem de respostas PARCIALMENTE (P).

Observa-se que 50% dos especialistas consideraram que as diretrizes guiam parcialmente a evolução da descrição de ARs. Também 50% concordam que o template utilizado para documentar as diretrizes é parcialmente adequado para conhecê-las e entendê-las. Do ponto de vista do template utilizado para documentar as regras de evolução, todos os avaliadores afirmaram que o template é adequado para conhecê-las e entendê-las.

Com base nestes resultados e nos comentários dos avaliadores, foram inseridos na documentação das diretrizes exemplos de utilização e um algoritmo para guiar o seu uso,

<sup>1</sup> <https://goo.gl/forms/YwEPrhFjLvH3D6Pe2>

Tabela 4 – Questões utilizadas para avaliar as diretrizes de evolução

Questão	Especialista			
	ID_2		ID_3	
17. As diretrizes de evolução utilizadas pelo processo guiam a evolução da descrição arquitetural de ARs com base nas carências observadas com o apoio da aplicação do checklist FERA?	S	-	P	Só um exemplo prático poderia dizer isso. Existe bastante informação e aparentemente ele atende.
18. O template utilizado para documentar as diretrizes é adequado para conhecê-las e entendê-las?	S	-	P	É um documento extenso. Acho que um guia para utilizar o documento.
19. O template utilizado para documentar as regras de evolução é adequado para conhecê-las e entendê-las?	S	-	S	-

com o intuito de tornar as diretrizes mais adequadas para guiar a evolução da descrição de ARs, sendo um mecanismo facilitador para os arquitetos de software interessados na evolução da descrição de ARs.

### 3.6 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas diretrizes que propõem apoiar a evolução da descrição de AR. Sua concepção foi fundamentada no *checklist* FERA que possibilitou a categorização e definição do **o que fazer** para que as questões respondidas negativamente pudessem ser resolvidas. Para definir **como representar** adequadamente a descrição da AR, trabalhos relacionados à representação de ARs foram identificados e utilizados na definição de tais diretrizes. Por fim, para facilitar a execução das tarefas de evolução da descrição de ARs indicadas por cada diretriz propõe-se aplicá-las durante a execução do processo ProSA-RA-DE, descrito no próximo capítulo. Essas tarefas de evolução são baseadas em tarefas comumente encontradas em trabalhos da literatura sobre evolução de ASs, as quais foram adaptadas para o contexto de evolução da descrição de ARs.

Assim, uma vez que a descrição da AR é essencial para que os interessados possam utilizá-la, é importante que a sua evolução seja feita de maneira criteriosa, como proporcionado pelas diretrizes de evolução proposta, para garantir a qualidade, completude e consistência da descrição evoluída da AR.

No próximo capítulo é apresentado o ProSA-RA-DE, que é uma adaptação do processo ProSA-RA, para apoiar também a evolução da descrição de ARs, com intuito de auxiliar arquitetos de software, durante todo o ciclo de vida das ARs, evitando a

degradação da descrição da AR quando evoluída de maneira *ad hoc*.

## 4 ProSA-RA-DE

### 4.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentado o ProSA-RA-DE (*Process based on Software Architecture - Reference Architectures - Description Evolution*), um processo baseado no ProSA-RA, que além de definir, representar e avaliar Arquiteturas de Referência (ARs) apoia também a evolução da descrição desse tipo de arquitetura.

Na Seção 4.2 é apresentado um processo inicialmente proposto, denominado EDRA, e o resultado de sua avaliação que foi utilizada como base para o levantamento de fontes de informação para a definição do processo ProSA-RA-DE. Na Seção 4.3 são descritas as fontes de informação utilizadas para apoiar a definição do ProSA-RA-DE. Na Seção 4.4 são descritos como foi realizada a concepção do ProSA-RA-DE e os seus cenários de uso. Na Seção 4.5 são descritos os artefatos e os detalhes de cada passo do ProSA-RA-DE. Na Seção 4.6 uma avaliação por especialistas do ProSA-RA-DE é apresentada. Por fim, na Seção 4.7 são apresentadas as considerações finais do capítulo.

### 4.2 EDRA - Um Processo Preliminar

Inicialmente um processo denominado EDRA (*Process for Evolution of Reference Architecture Description*) foi definido no âmbito deste trabalho para auxiliar os arquitetos de software na evolução da descrição de ARs.

Alguns trabalhos colaboraram para a concepção do EDRA: o processo de software RUP (*Rational Unified Process*) (KRUCHTEN, 2000), que auxiliou na definição dos tipos de elementos para descrever o processo EDRA, que são: fases, atividades, tarefas, artefatos de entrada e artefatos de saída; método ágil Scrum (SCHWABER; BEEDLE, 2002), que forneceu a forma de execução das fases, atividades e tarefas, ou seja, de forma iterativa; o trabalho de Wang e Zeng (WANG; ZENG, 2013) e a abordagem FOCUS (DING; MEDVIDOVIC, 2001), que ajudaram na definição das fases do EDRA e no levantamento das ações que devem ser tomadas durante a evolução da descrição de ARs em cada cenário de uso do processo como: novos requisitos ou modificação dos existentes, deficiências levantadas após avaliações e após instanciação; e também as deficiências da Cambuci (arquitetura de referência para repositórios orientados a serviços de ativos de software) (OSSHIRO et al., 2018), identificadas com o apoio do *checklist* FERA (SANTOS et al., 2013), e que também colaboraram na definição das atividades do EDRA de maneira prospectiva, ou seja, à medida que a descrição da Cambuci foi sendo evoluída para dirimir

ou eliminar as deficiências levantadas.

O EDRA foi concebido contendo as seguintes fases: **Preparação, Planejamento, Evolução, Avaliação e Liberação**. Cada fase é composta por atividades (que representam um conjunto de tarefas) e por tarefas. Cada atividade ou tarefa pode consumir ou produzir um ou mais artefatos. Os detalhes de cada fase do processo EDRA estão apresentados na Figura 13 utilizando a notação *Business Process Model and Notation* (BPMN) (MODEL, 2011).

Em linhas gerais, o processo EDRA na fase de **Preparação** considera a preparação do ambiente computacional para o controle das versões da descrição da AR, a obtenção e preparação dos artefatos que serão utilizados durante a execução do processo, e a realização de análises de impacto, complexidade e de viabilidade com o intuito de estabelecer o tempo e custo de execução da evolução.

Na fase **Planejamento**, é realizado o detalhamento do *Plano de Evolução* explicitando a descrição da AR esperada, os interessados e seus papéis na evolução, a forma de entrega da descrição, a definição de estimativas e, caso haja necessidade de criar novas visões durante a evolução, é feita a escolha de um ou mais modelos para representá-las. O planejamento do ciclo de evolução também é realizado nesta fase. Para isso, o *Backlog* de Evolução é priorizado e o próximo ciclo de evolução é definido obtendo-se o *Plano do Ciclo de Evolução*, que contém o planejamento das tarefas que serão realizadas, os modelos de representação de descrição de AR que devem ser utilizados, as datas de entrega e os artefatos que devem ser produzidos no ciclo de evolução.

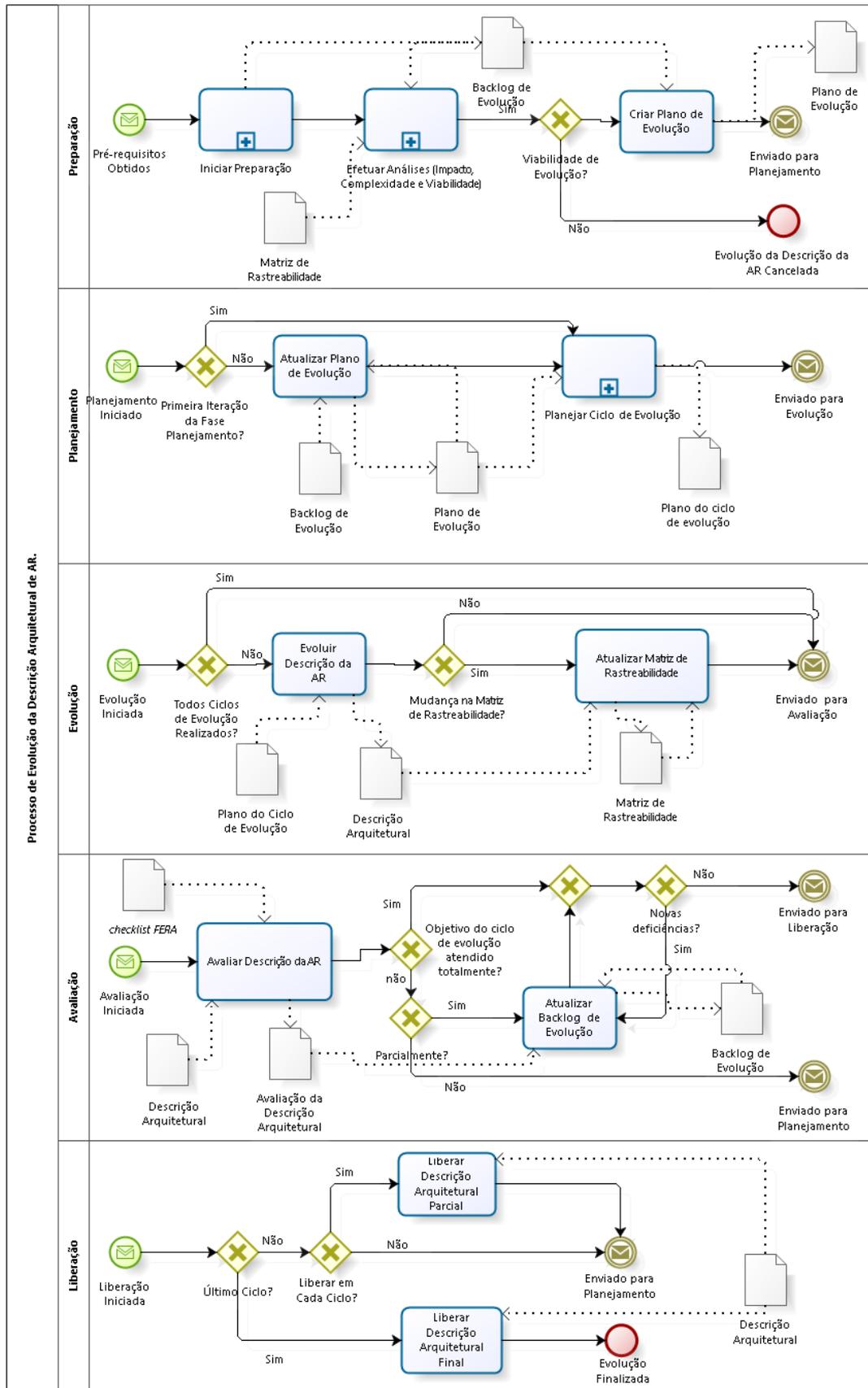
Em seguida, na fase **Evolução**, a evolução da descrição é realizada, de maneira iterativa, tomando como base o Plano de cada Ciclo de Evolução planejado na fase anterior obtendo-se a *Descrição Evoluída da AR*.

Na fase seguinte, fase **Avaliação**, a evolução realizada na fase anterior é avaliada. A avaliação é feita observando se foi executado o que estava previsto no Plano do Ciclo de Evolução e verificando se a evolução realizada não afetou a conformidade entre as visões arquiteturais da AR. A última fase, **Liberação**, é responsável por liberar a descrição da AR aos interessados. A entrega da descrição evoluída da AR é realizada no final de cada ciclo de evolução ou após a execução de todos os ciclos de evolução.

O processo EDRA foi submetido a uma avaliação que teve como objetivo verificar a sua correteza, completude e consistência sob o ponto de vista de especialistas em processos de software e em ARs.

Participaram da avaliação cinco especialistas, sendo um deles apenas especialista em processos de software e os demais especialistas em ambos contextos, ou seja, em processos de software e em arquiteturas de referências. Os avaliadores leram a documentação do

Figura 13 – Visão geral do EDRA



EDRA e responderam o formulário de perfil <sup>1</sup> e o formulário de avaliação <sup>2</sup> do EDRA, que contém um total de 20 questões e um espaço para comentários gerais e sugestões.

Sob a perspectiva dos resultados das questões intrínsecas ao processo, 20% dos especialistas afirmaram a ausência de alguma atividade obrigatória ou opcional, 40% comentaram que faltavam atividades obrigatórias ou opcionais, 60% consideraram que os artefatos de entrada não eram suficientes e 40% afirmaram que os artefatos de saída não eram suficientes. Analisando o fluxo das fases, atividades e tarefas do processo, 20% dos avaliadores informaram que o fluxo atendia parcialmente a execução da evolução de ARs, 60% consideraram o BPMN como parcialmente satisfatório para entender e conhecer o processo e 60% consideraram a descrição do processo parcialmente suficiente para aplicar a evolução da descrição de ARs. Por fim, 40% encontraram inconsistência entre a descrição e a representação gráfica do processo.

Em relação aos resultados das questões específicas sobre ARs, 75% dos quatro avaliadores que analisaram o EDRA sobre essa perspectiva consideraram que o processo atende parcialmente a evolução da descrição de ARs e que as tarefas são parcialmente suficientes. Com relação aos artefatos gerados, 50% afirmaram que eles são suficientes para a evolução da descrição de ARs. Do ponto de vista da avaliação arquitetural proposta pelo processo, 75% não conseguiram verificar se a avaliação sugerida pelo EDRA após a evolução da descrição é adequada para levantar se a evolução foi bem sucedida. Nenhum especialista conseguiu avaliar se é possível evoluir qualquer formato de descrição de ARs com o apoio do EDRA. Quanto a capacidade do EDRA de apoiar a evolução sistemática da descrição da AR eliminando suas deficiências, 50% dos avaliadores consideraram que o processo não auxilia ou auxilia parcialmente e 25% não conseguiram avaliar. Do ponto de vista da generalidade do processo em atender também a evolução da descrição de ASs, 50% consideraram que é possível utilizar o processo com esse intuito.

Além da análise quantitativa, também foi feita a análise qualitativa dos resultados uma vez que em cada questão do formulário havia um campo para que o avaliador pudesse indicar suas sugestões de melhoria para o EDRA. Para isso, os comentários das questões que foram respondidas negativamente ou parcialmente foram analisados e categorizados com o apoio, respectivamente, das técnicas *Open Coding* (Codificação Aberta) <sup>3</sup> e *Axial Coding* (Codificação Axial) <sup>4</sup> da *Grounded Theory* (Teoria Fundamentada nos Dados) (STRAUSS; CORBIN, 1998), com o intuito de obter informações relevantes e sintetizadas para serem tomadas como base para a melhoria do processo EDRA.

<sup>1</sup> <https://goo.gl/forms/XbqRHQhV27EiFLOr1>

<sup>2</sup> <https://goo.gl/forms/ZXOJ2ygoz1TtPv9Q2>

<sup>3</sup> A técnica *Open Coding* identifica, analisa e codifica dados, categorizando-os pelas suas propriedades e semelhanças (STRAUSS; CORBIN, 1998).

<sup>4</sup> A técnica *Axial Coding* relaciona os códigos extraídos pela técnica *Open Coding* categorizando-os de maneira indutiva e dedutiva (STRAUSS; CORBIN, 1998).

A seguir são apresentadas as sugestões de melhorias no processo EDRA, que colaboraram para o refinamento do EDRA e, conseqüentemente, obtenção do ProSA-RA-DE:

1. Apresentar um processo menos pesado (menos rígido, com quantidade menor de atividades e de artefatos);
2. Esclarecer a execução iterativa/incremental do processo;
3. Esclarecer possíveis conflitos entre interessados durante a evolução da descrição das ARs;
4. Especializar o processo para guiar apenas a evolução da descrição de ARs;
  - a) Incluir especificidades do domínio de AR;
  - b) Incluir diretrizes de evolução;

Além da avaliação mencionada, foi também realizada uma entrevista com uma especialista em ARs que concordou com todas as sugestões de melhorias supracitadas e indicou a importância de redefinir o processo de evolução de descrição de ARs tomando como base um processo de construção de ARs, visto que durante a evolução da descrição pode ser necessário analisar outras fontes de informação, realizar a síntese arquitetural do trecho da descrição que está sendo evoluída e avaliar a descrição da AR após a evolução, a fim de analisar se a mesma foi bem sucedida.

Assim, com base nos *feedbacks* dos avaliadores foram realizadas diversas mudanças estruturais e de representação no processo EDRA obtendo-se o ProSA-RA-DE, conforme discutido nas próximas subseções.

### 4.3 Fontes de Informação

Considerando as sugestões de melhorias no processo EDRA, sumarizadas na seção anterior, os trabalhos mencionados nesta seção foram utilizados como fontes de informação para auxiliar na concepção do ProSA-RA-DE.

Trabalhos como (ANGELOV; GREFEN; GREEFHORST, 2012), (BAYER et al., 2004), (DOBRICA; NIEMELÄ, 2008) e (GALSTER; AVGERIOU, 2011) tratam da construção de ARs por meio de recomendações e também utilizam *framework* composto por passos que auxiliam em tal atividade. Além dessas importantes iniciativas, o ProSA-RA se apresenta como um processo completo e consolidado para projetar, representar e avaliar ARs (NAKAGAWA et al., 2014).

O trabalho que apresenta a consolidação do ProSA-RA (NAKAGAWA et al., 2014) e que descreve os seus passos **Investigação de Fontes de Informação, Análise**

**Arquitetural, Síntese Arquitetural e Avaliação Arquitetural** foi utilizado como base para a definição do processo ProSA-RA-DE. Para isso, foi realizado um entendimento do ProSA-RA e como ele poderia ser adaptado e utilizado para apoiar a evolução da descrição de ARs após o passo Avaliação Arquitetural.

Por esse motivo o ProSA-RA foi definido como processo base a fim de atender as sugestões de melhorias 1 e 4a. Para apoiar essa definição, os trabalhos Wang e Zeng (2013) e Ding e Medvidovic (2001), resultantes da busca focada e apresentados na Seção 2.2.2 do Capítulo 2, que abordam a evolução de ASs com o apoio de um pequeno conjunto de passos, foram utilizados. Esses passos foram comparados aos passos do ProSA-RA e foi possível observar que os passos do ProSA-RA são também importantes para apoiar a evolução da descrição de ARs. Além disso, o passo “Propor a evolução da arquitetura idealizada” do trabalho de Ding e Medvidovic (2001) colaborou para definir o passo Preparar Evolução do ProSA-RA-DE, cujo intuito é elaborar artefatos importantes para guiar e auxiliar a evolução da descrição de ARs.

Durante o entendimento do ProSA-RA observou-se que os passos Investigação de Fontes de Informação e Análise Arquitetural poderiam ser agrupados em um único passo denominado Analisar Fontes de Informação. Além disso, para uniformizar a escrita dos nomes dos passos, o passo Síntese Arquitetural do ProSA-RA foi alterado para Efetuar Síntese Arquitetural e o passo Avaliação Arquitetural foi alterado para Conduzir Avaliação Arquitetural.

Adicionalmente, observou-se a oportunidade de utilizar as diretrizes de apoio à evolução da descrição de ARs, apresentadas no capítulo anterior, como artefato de entrada do ProSA-RA-DE para auxiliarem no planejamento e execução das tarefas de evolução da descrição de ARs propriamente ditas, contemplando assim as sugestões de melhorias 4, 4a e 4b. Assim, as necessidades de evolução da descrição de ARs podem ser observadas a partir dos resultados de avaliações conduzidas com o apoio do *checklist* FERA ou após instanciações. O modelo SAEV (SADOU; TAMZALIT; OUSSALAH, 2005) também auxiliou na abstração da execução do ProSA-RA-DE para que as evoluções fossem realizadas por ciclos de evolução de maneira iterativa e incremental, para atender a sugestão de melhoria 2, e também auxiliou na concepção das diretrizes de apoio à evolução da descrição de ARs apresentadas no capítulo anterior.

Para atender a sugestão de melhoria 3, que preocupa-se com os conflitos entre interessados durante a evolução da descrição das ARs, observou-se a importância de incorporar uma atividade no ProSA-RA-DE que se preocupasse com a seleção dos itens do *Backlog* de Evolução durante o planejamento do ciclo de evolução, como ocorre no planejamento das *sprints* no método Scrum. Além disso, observou-se a importância de registrar os conflitos no *Backlog* de evolução.

## 4.4 Concepção do ProSA-RA-DE

O ProSA-RA-DE foi concebido com base nos trabalhos supracitados na Seção 4.3, levando em consideração as sugestões de melhorias cobertas por cada um deles.

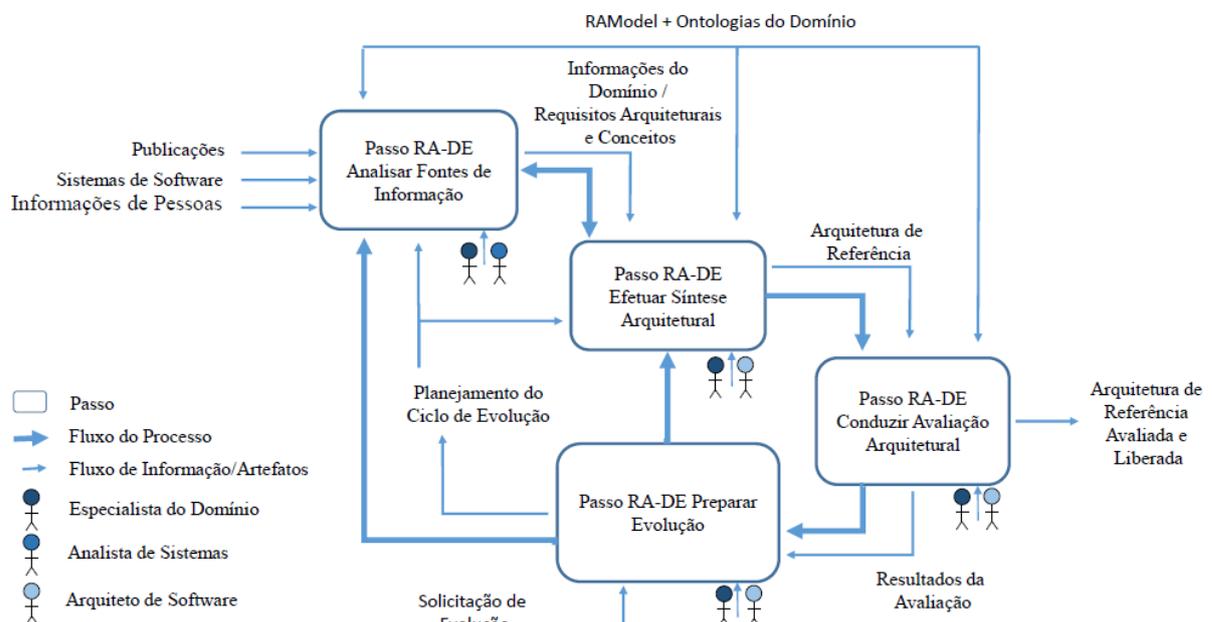
As seguintes situações motivam o uso do ProSA-RA-DE: i) carências e defeitos na descrição de ARs levantadas após avaliações conduzidas com apoio do *checklist* FERA ou após instanciações; e ii) adição, remoção ou modificação de requisitos arquiteturais decorrentes da evolução da AR propriamente dita ou de instanciações.

Para atender as necessidades supracitadas de evolução da descrição de ARs, é necessário planejar e executar tarefas de evolução que adicionam, removem ou modificam elementos da descrição de ARs, como é o caso do elemento Ponto de Vista, bem como dos componentes que o compõe, no caso, as Visões.

Diante do exposto, o ProSA-RA-DE foi definido, sendo composto pelos passos do ProSA-RA (**Analisar Fontes de Informação, Efetuar Síntese Arquitetural e Conduzir Avaliação Arquitetural**) e pelo passo adicionado **Preparar Evolução**, conforme exibido na Figura 14. O passo **Conduzir Avaliação Arquitetural** foi adaptado neste trabalho a fim de propiciar também a avaliação parcial da AR, além da avaliação completa já existente no ProSA-RA.

A avaliação parcial da AR permite avaliar, após cada ciclo de evolução, se as tarefas de evolução planejadas para dirimir as carências e defeitos da descrição da AR abordados em cada ciclo foram resolvidos, possibilitando a avaliação da AR com base apenas nas questões do *checklist* FERA que detectam estas carências e defeitos.

Figura 14 – Visão Geral do ProSA-RA-DE



O passo **Preparar Evolução** é executado após a avaliação da AR, caso sejam detectadas carências ou defeitos na descrição da AR, ou a partir de **solicitações de evolução** levantadas após instanciações da AR ou a partir de necessidades de inserção, remoção ou atualização de requisitos arquiteturais.

Ressalta-se que as tarefas de evolução são planejadas no passo **Preparar Evolução** com base nas diretrizes de evolução, apresentadas no capítulo anterior, as quais direcionam a execução dos passos Analisar Fontes de Informação e Efetuar Síntese Arquitetural, após o planejamento de cada ciclo de evolução. A execução do processo é feita de maneira iterativa e incremental.

Salienta-se que, caso a AR tenha sido construída utilizando um processo diferente do ProSA-RA ou de maneira *ad hoc*, é possível realizar a evolução da descrição de tal AR com o apoio do ProSA-RA-DE.

A descrição detalhada de cada passo do ProSA-RA-DE e de suas atividades correspondentes está apresentada na Seção 4.5. Os possíveis cenários de utilização do ProSA-RA-DE considerados em sua concepção são descritos a seguir.

#### 4.4.1 Cenários de Uso

Após a definição de uma AR é importante conduzir uma avaliação completa da mesma por meio do passo Conduzir Avaliação Arquitetural. Esse passo também é executado após a evolução da descrição da AR. Caso sejam detectadas carências e defeitos, executa-se o passo Preparar Evolução, responsável por definir o Plano do(s) Ciclo(s) de Evolução.

Alternativamente, depois que a AR é liberada para uso, podem surgir necessidades de evolução da própria AR, por exemplo, requisitos arquiteturais devem ser inseridos, removidos ou atualizados na descrição da AR, ou carências e defeitos na descrição arquitetural podem ser detectados após a instanciação da AR. Em ambos os casos, cria-se uma solicitação de evolução da descrição da AR. Para dar andamento à evolução, verifica-se a existência de uma descrição mínima da AR. Caso exista descrição mínima da AR para dar andamento em sua evolução, a solicitação de evolução é encaminhada para o passo Preparar Evolução. Caso contrário, a evolução da descrição da AR com o apoio do processo é cancelada, ou seja, é uma **Pré-condição** para a execução desse cenário a existência de uma descrição mínima da AR. Nesse cenário, caso a AR tenha sido construída utilizando um processo diferente do ProSA-RA ou de maneira *ad hoc*, o ProSA-RA-DE abstrai tal informação, adaptando a solicitação de evolução às carências capturadas pelo FERA, e então, essas são resolvidas utilizando as diretrizes de evolução.

Assim, o processo ProSA-RA-DE poderá ser executado apenas se existir uma descrição mínima da AR que precisa ser evoluída. Além disso, é fortemente recomendado

o uso de uma ferramenta de versionamento, como é o caso do Git <sup>5</sup>, para gerenciar os artefatos criados e atualizados durante a execução do processo.

Em ambos cenários supracitados, após a execução do passo **Preparar Evolução**, um ou mais ciclos de evolução são executados com base nas tarefas de evolução planejadas. No final de cada ciclo de evolução, recomenda-se executar a avaliação parcial da AR no passo Conduzir Avaliação Arquitetural.

A execução do processo ProSA-RA-DE é finalizada após a execução de todos os ciclos de evolução ou até ser tomada decisão de que a descrição arquitetural da AR esteja satisfatória.

Destaca-se que a existência de uma Matriz de Rastreabilidade reduz de maneira significativa o tempo de execução do processo ProSA-RA-DE. Portanto, recomenda-se que esse artefato seja elaborado desde a criação da AR.

## 4.5 Detalhamento do ProSA-RA-DE

O diagrama de processos da notação BPMN (OMG, 2015a) foi utilizado neste trabalho para facilitar o entendimento e a compreensão do ProSA-RA-DE, uma vez que provê elementos essenciais para representar os elementos que compõem o processo e por permitir a sua representação em diferentes níveis de granularidade. O processo ProSA-RA-DE é composto por passos, sendo que os passos Conduzir Avaliação Arquitetural e Preparar Evolução são compostos por atividades. Cada passo e cada atividade podem consumir e produzir um ou mais artefatos. Assim, os passos e atividades do ProSA-RA-DE são representados por atividades da notação BPMN, e cada artefato do ProSA-RA-DE são representados por objetos de dados da BPMN.

Além disso, foram utilizados os seguintes elementos da notação BPMN para representar o ProSA-RA-DE: i) fluxos de sequência para representar os caminhos de execução do processo, ii) *gateways* para representar os pontos de decisão durante a execução do processo, iii) agrupamento para explicitar os passos provenientes do ProSA-RA, e iv) eventos inicial, final e intermediário para representar, respectivamente, início e fim do processo e troca de mensagens.

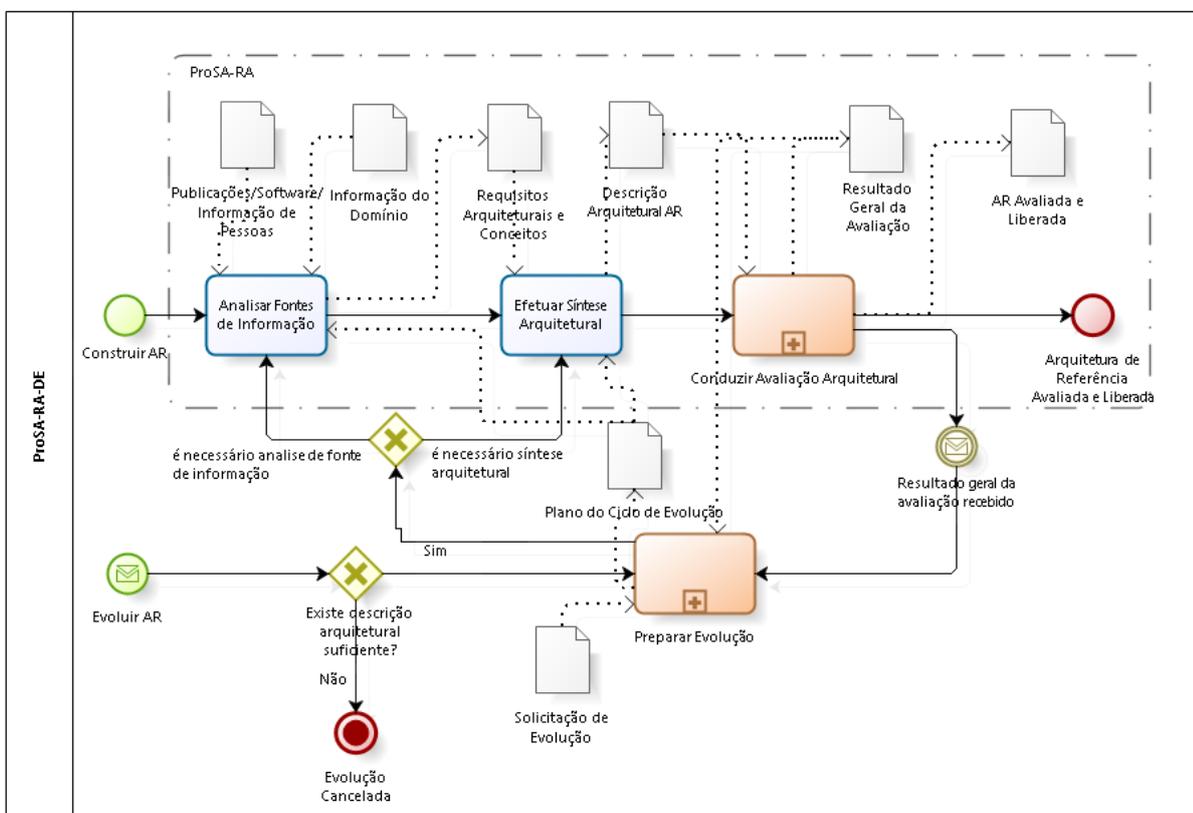
Na Figura 15 é apresentado o processo ProSA-RA-DE em seu nível mais alto de granularidade, mostrando seus passos e eventos que iniciam sua execução. Os passos do ProSA-RA são utilizados pelo ProSA-RA-DE durante a evolução da descrição da AR. Para isso, o passo Efetuar Síntese Arquitetural e o passo Conduzir Avaliação Arquitetural sempre são executados. O primeiro possibilita que a descrição da AR seja atualizada e o segundo analisa se a evolução da descrição foi realizada adequadamente. Alternativamente,

<sup>5</sup> <https://git-scm.com/>, último acesso em Julho/2017

o passo Analisar Fontes de Informação pode ser executado quando é necessário levantar e analisar novas fontes de informação para possibilitar a evolução da descrição da AR.

Na Subseção 4.5.1 é apresentada uma descrição de cada artefato do ProSA-RA-DE e na Subseção 4.5.2 é apresentada uma descrição detalhada de cada passo do processo. Os passos Conduzir Avaliação Arquitetural e Preparar Evolução são compostos por diversas atividades e, portanto, cada um é representado em um nível menor de granularidade utilizando a notação do diagrama de processos da BPMN. Um exemplo de execução desses dois últimos passos é apresentado para facilitar o entendimento dos mesmos.

Figura 15 – Visão geral do ProSA-RA-DE na notação BPMN



### 4.5.1 Artefatos

A seguir são apresentados os artefatos do processo ProSA-RA-DE e uma breve descrição de cada um. Um exemplo de cada artefato importante para a execução do processo está disponível no Apêndice C.

**Backlog de evolução:** Contém todas as carências, defeitos ou novos requisitos arquiteturais mapeados após a avaliação ou evolução arquitetural da AR. Além disso, contém as decisões de evolução consideradas em cada item do *backlog*, tomadas pelos arquitetos de software nos ciclos de evolução e acordadas entre todos os envolvidos.

**Descrição arquitetural:** Contém elementos que descrevem a AR, de acordo com as necessidades dos interessados.

**Diretrizes de evolução:** Diretrizes de evolução de apoio a descrição de ARs que podem ser utilizadas para planejar as tarefas de cada ciclo de evolução da descrição arquitetural. Tais diretrizes apresentam, o que fazer, como fazer, como representar, as tarefas e as regras de evolução e estão disponíveis no Apêndice B.

**Matriz de rastreabilidade:** Contém uma relação entre os requisitos arquiteturais e os elementos da Descrição Arquitetural que os representam. Auxilia nas tomadas de decisão ao se inserir um novo elemento e alterar/excluir um elemento da descrição da AR, de tal forma que seja observado o impacto que essa ação gera nos elementos relacionados.

**Plano do ciclo de evolução:** São os itens do *backlog* que devem ser considerados em cada ciclo de evolução. Para atender cada item do *backlog*, são definidas e priorizadas as tarefas de evolução, com base nas diretrizes de evolução, e outros itens que são julgados necessários pelos arquitetos de software.

**Resultado geral da avaliação:** Relatório contendo os resultados da avaliação da descrição da AR, com apoio do *checklist* FERA, informando as carências e os defeitos mapeados.

**Solicitação de evolução:** Uma breve descrição das necessidades de evolução, em um nível de granularidade que seja possível classificar tais necessidades com as questões do FERA. Sendo assim, o escopo de cada solicitação tem que ser bem definido, caso contrário é necessário dividir em outras solicitações.

**Template de avaliação:** Modelo disponível para elaboração do artefato Resultado geral da avaliação.

## 4.5.2 Passos

Nesta seção é apresentada uma descrição detalhada de cada passo do ProSA-RA-DE, contendo: i) o identificador do passo, ii) a sua descrição, iii) critérios de entrada e de saída, que representam respectivamente o que deve existir para iniciar a execução do passo e o que ocorreu após a execução do passo, iv) os responsáveis e participantes envolvidos na execução do passo, v) os artefatos que são requeridos para que seja possível a execução do passo, e vi) os artefatos que são gerados após sua execução.

A descrição detalhada dos passos Analisar Fontes de Informação e Efetuar Síntese Arquitetural estão apresentadas respectivamente nas Figuras 16 e 17.

O passo Conduzir Avaliação Arquitetural é representado em um diagrama específico, conforme exibido na Figura 18, uma vez que é composto por várias atividades para especificar adequadamente como é feita a avaliação completa ou parcial da AR. A descrição

Figura 16 – Descrição do Passo Analisar Fontes de Informação

Passo	Analisar Fontes de Informação
<b>Descrição</b>	A investigação e a seleção das fontes de informação é realizada, no qual o intuito é obter informações relacionados ao domínio da AR. Como fontes de informação podem ser utilizadas: pessoas que atuam neste domínio; sistemas já existentes do domínio; publicações, documentos e normas contendo informações do domínio. Em seguida, é feita a análise das fontes de informação selecionadas, obtendo um conjunto de requisitos para a AR e os principais conceitos do domínio alvo que devem ser considerados.
<b>Critério de Entrada</b>	- <b>Cenário de Evolução:</b> Existe plano do ciclo de evolução.
<b>Critério de Saída</b>	Fontes de informação, Requisitos arquiteturais e conceitos definidos.
<b>Responsáveis</b>	Arquiteto responsável pela evolução da descrição da AR.
<b>Participantes</b>	Especialista do Domínio, Analista de Sistemas
<b>Artefatos Requeridos</b>	Publicações/Software/Informação de Pessoas, Informação do Domínio <b>Caso Cenário de Evolução:</b> Plano do ciclo de evolução.
<b>Artefatos Gerados</b>	Requisitos arquiteturais e conceitos.

Figura 17 – Descrição do Passo Efetuar Síntese Arquitetural

Passo	Efetuar Síntese Arquitetural
<b>Descrição</b>	Nesse passo a descrição arquitetural é estabelecida ou evoluída, por meio da construção das visões arquiteturais documentadas na descrição da AR, considerando os resultados da análise arquitetural do <b>Passo Analisar Fontes de Informação</b> e também estilos e padrões arquiteturais. Os pontos de vista e visões são criados e todos os itens que compõem a descrição arquitetural da AR.
<b>Critério de Entrada</b>	Existem requisitos e conceitos para serem representados na descrição da AR. <b>Cenário de Evolução:</b> Existe plano do ciclo de evolução.
<b>Critério de Saída</b>	Descrição arquitetural atualizada.
<b>Responsáveis</b>	Arquiteto responsável pela evolução da descrição da AR.
<b>Participantes</b>	Especialista do Domínio, Arquiteto de Software
<b>Artefatos Requeridos</b>	Requisitos arquiteturais e conceitos. <b>Caso Cenário de Evolução:</b> Plano do ciclo de evolução.
<b>Artefatos Gerados</b>	Descrição arquitetural.

detalhada desse passo está apresentada na Figura 19.

Figura 18 – Passo Conduzir Avaliação Arquitetural na notação BPMN

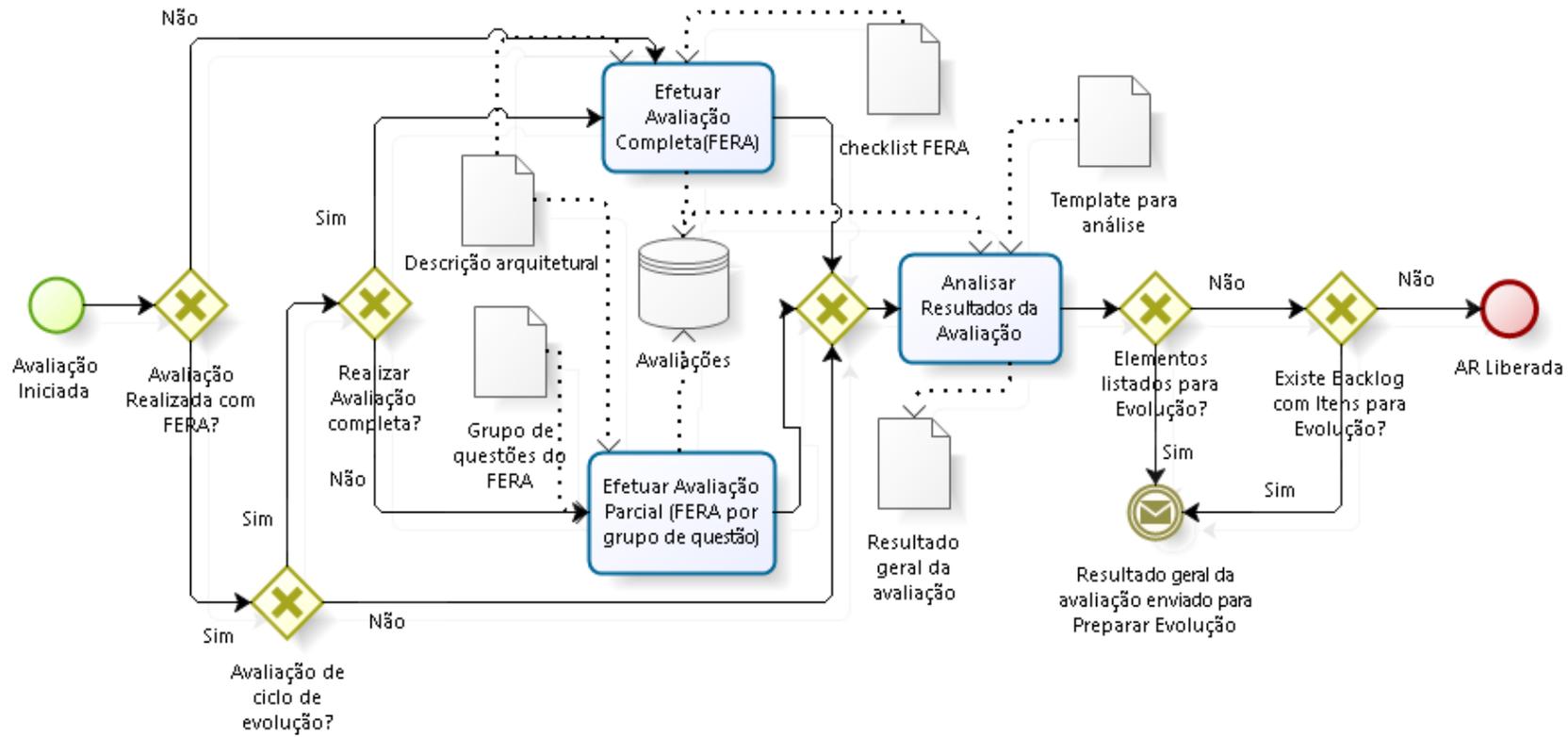


Figura 19 – Descrição do Passo Conduzir Avaliação Arquitetural

Passo	Conduzir Avaliação Arquitetural
<b>Descrição</b>	O Passo <i>Conduzir Avaliação Arquitetural</i> tem como principal objetivo avaliar a AR. A avaliação é feita utilizando o <i>checklist</i> FERA que avalia a descrição arquitetural e alguns aspectos importantes sobre AR. Existem duas possibilidades de avaliação da AR: completa ou parcial. A avaliação parcial é conduzida no final de cada ciclo de evolução e deseja-se avaliar apenas uma porção da descrição arquitetural tratada no ciclo de evolução. Neste passo ainda é realizada a análise das avaliações, baseada em um template de análise. Caso existam elementos da descrição da AR para evolução, são encaminhados para o passo <b>Planejar Evolução</b> , caso contrário, a AR é liberada.
<b>Critério de Entrada</b>	Existe descrição da AR para ser avaliada.
<b>Critério de Saída</b>	Avaliação da descrição da AR realizada.
<b>Responsáveis</b>	Arquiteto responsável pela evolução da descrição da AR.
<b>Participantes</b>	Todos <i>stakeholders</i> .
<b>Artefatos Requeridos</b>	Descrição arquitetural, Template para análise.
<b>Artefatos Gerados</b>	Descrição arquitetural, Avaliações, Resultado geral da avaliação.

A descrição das atividades Efetuar Avaliação Completa, Efetuar Avaliação Parcial e Analisar Resultados da Avaliação, do passo Conduzir Avaliação Arquitetural, está apresentada respectivamente na Figura 20, na Figura 21 e na Figura 22.

A seguir são descritos dois cenários para exemplificar a execução do passo Conduzir Avaliação Arquitetural com o intuito de facilitar o seu entendimento.

**Cenário 1:** Após a construção de uma **AR Exemplo** no passo Efetuar Síntese Arquitetural, a mesma é considerada um artefato de entrada para o passo **Conduzir Avaliação Arquitetural**. Nesse momento, verifica-se se já existe uma avaliação da AR Exemplo baseada no *checklist* FERA. Neste cenário, tal avaliação ainda não foi realizada. Então, a atividade **Efetuar Avaliação Completa** será executada por seis avaliadores, que foram selecionados para participar da avaliação da AR Exemplo. Como saída, seis avaliações serão inseridas no **Repositório de Avaliações**. Em seguida, as avaliações e o *Template* de Avaliação são utilizados na atividade **Analisar Resultados da Avaliação**. Durante o preenchimento do *template*, é possível inserir pesos distintos para as respostas dos avaliadores, por exemplo, pode-se indicar um peso maior para as respostas de especialistas. O preenchimento do *template* resultará no agrupamento da quantidade de respostas por

Figura 20 – Descrição da Atividade Efetuar Avaliação Completa

Passo	Conduzir Avaliação Arquitetural
Atividade	Efetuar Avaliação Completa
Descrição	Esta atividade possibilita avaliar a descrição da AR por meio da aplicação do <i>checklist</i> FERA, em que todas as questões são consideradas e todos os <i>stakeholders</i> participam.
Critério de Entrada	Necessidade de avaliar completamente a AR.
Critério de Saída	Avaliação completa da descrição arquitetural realizada.
Responsáveis	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	Todos <i>stakeholders</i> .
Artefatos Requeridos	Descrição arquitetural, <i>checklist</i> FERA.
Artefatos Gerados	Avaliação completa da AR.

Figura 21 – Descrição da Atividade Efetuar Avaliação Parcial

Passo	Conduzir Avaliação Arquitetural
Atividade	Efetuar Avaliação Parcial (FERA por grupo de questão)
Descrição	Esta atividade possibilita avaliar a descrição da AR após cada ciclo de evolução, levando em consideração apenas os grupos de questões do FERA cobertos pelas partes da descrição da AR que são de interesse em avaliar.
Critério de Entrada	Ciclo de evolução realizado.
Critério de Saída	Avaliação parcial realizada.
Responsáveis	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	<i>Stakeholders</i> responsáveis pelas questões.
Artefatos Requeridos	<i>Backlog</i> de Evolução, Descrição Arquitetural, Grupo de questões de interesse do <i>checklist</i> FERA.
Artefatos Gerados	Avaliação parcial da AR.

Figura 22 – Descrição da Atividade Analisar Resultados da Avaliação

Passo	Conduzir Avaliação Arquitetural
Atividade	Analisar Resultados da Avaliação
<b>Descrição</b>	Esta atividade objetiva analisar as avaliações da AR para criar o resultado geral da avaliação. Esse resultado geral possibilita observar as carências e defeitos encontrados na AR, os quais podem ser considerados na evolução da descrição da AR. Para executar esta atividade utiliza-se um template de análise, em que são apresentadas as questões do FERA agrupadas por Elementos, a quantidade de tipos de resposta (Sim, Não, Parcialmente e seus comentários) por questão, os pesos que devem ser estabelecidos pelo arquiteto de software para os especialistas que responderam a avaliação e um campo que indica, baseado nos pesos definidos e quantidades de respostas Não e parcial, se a questão deve ser inserida no <i>Backlog</i> de evolução.
<b>Critério de Entrada</b>	Ciclo de evolução realizado.
<b>Critério de Saída</b>	Avaliação parcial realizada.
<b>Responsáveis</b>	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
<b>Participantes</b>	Arquiteto de software.
<b>Artefatos Requeridos</b>	Template para análise.
<b>Artefatos Gerados</b>	Resultado geral da avaliação.

questão do FERA e na definição de um dos seguintes status “**ignorar**”, quando nenhum ou poucos avaliadores responderam a questão negativamente, ou “**considerar para Backlog de Evolução**”, quando a maioria dos avaliadores responderam a questão negativamente, obtendo-se o artefato **Resultado Geral da Avaliação**. Após o elaboração desse artefato no contexto da AR Exemplo, as questões do FERA **1-6, 2-25, 3-38** possuem o status “**considerar para Backlog de Evolução**”. Questões classificadas com esse status no artefato Resultado Geral da Avaliação faz com que um evento intermediário dispare a necessidade de executar o passo **Preparar Evolução**, para que as carências e deficiências observadas na avaliação sejam resolvidas.

**Cenário 2:** Após executado um ciclo de evolução, o Elemento **Variabilidade**, que é afetado pelas questões 2-25 e 3-38 do FERA, foi considerado na evolução da descrição da **AR Exemplo**. Neste momento, inicia-se a execução do passo Conduzir Avaliação Arquitetural e verifica-se se já existe uma avaliação da **AR Exemplo** utilizando o *checklist* FERA. Neste cenário, tal avaliação já foi realizada. Então, é necessário decidir se

será executada a avaliação da **AR Exemplo** resultante do ciclo de evolução. Caso positivo, decide-se por **Efetuar Avaliação Completa** ou por **Efetuar Avaliação Parcial**. Decidindo-se pela execução da atividade Efetuar Avaliação Parcial, apenas as questões que estão agrupadas no Elemento **Variabilidade** serão consideradas na avaliação, e apenas os interessados em tais questões participarão da avaliação. Como saída, os resultados das avaliações serão inseridas no Repositório de Avaliação do ciclo de evolução. Em seguida, o preenchimento do *template* deve ser realizado considerando apenas as questões agrupadas no Elemento **Variabilidade**. Caso o status das questões **2-25 e 3-38** seja “ignorar”, o fluxo de execução segue, e será verificada a existência de itens no *Backlog* de Evolução (conforme descrito no Cenário 2a a seguir). Caso o status das questões seja “considerar para *Backlog* de Evolução”, o fluxo segue para o Passo Preparar Evolução.

**Cenário 2a:** Caso existem itens no *Backlog* de Evolução, o fluxo segue novamente para o passo **Preparar Evolução**. Caso contrário, significa que a **AR Exemplo** foi avaliada e é considerada apta para ser liberada, então a execução do processo encaminha-se para o término. No Cenário 2 supracitado, a questão 1-6 está no *Backlog* de Evolução e, após ser realizado o passo Preparar Evolução, o Cenário 2 será novamente executado, considerando o Elemento **Descrição Arquitetural** que é tratado pela questão 1-6. O passo Preparar Evolução do ProSA-RA-DE também é representado em um diagrama específico, conforme ilustrado na Figura 23, pois é composto por várias atividades. A descrição detalhada desse passo está apresentada na Figura 24.

A descrição das atividades Criar *Backlog* de Evolução, Atualizar *Backlog* de Evolução, Preparar Matriz de Rastreabilidade, Priorizar *Backlog* de Evolução, Analisar Itens do *Backlog* de Evolução e Priorizar Tarefas do Ciclo de Evolução, do passo Preparar Evolução, está apresentada respectivamente na Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29 e Figura 30.

Figura 23 – Passo Preparar Evolução na notação BPMN

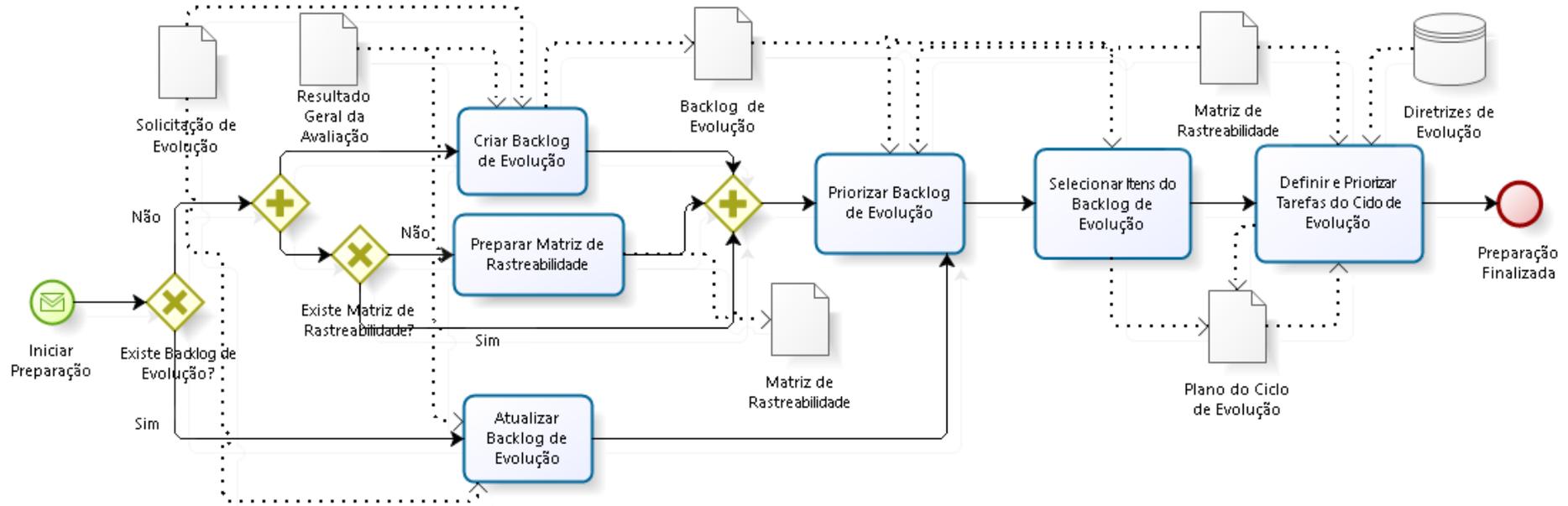


Figura 24 – Descrição do Passo Preparar Evolução

Passo	Preparar Evolução
<b>Descrição</b>	Este passo tem como objetivo preparar os artefatos de apoio a evolução, identificar os itens da AR que precisam ser evoluídos e definir as tarefas de evolução que serão executadas no ciclo de evolução. Caso ainda não exista <i>Backlog</i> de evolução, inicia-se a sua elaboração e, em paralelo, cria-se a matriz de rastreabilidade caso ainda não tenha sido elaborada. Caso exista <i>Backlog</i> de evolução, ele é atualizado. Além dessas, outras atividades são realizadas neste passo: priorizar os itens do <i>backlog</i> de evolução, selecionar os itens para um ciclo de evolução e, por fim, definir as tarefas de evolução baseando-se nos itens do <i>backlog</i> e nas diretrizes de evolução da descrição de ARs.
<b>Critério de Entrada</b>	Resultado geral da avaliação existente.
<b>Critério de Saída</b>	Ciclo de evolução definido.
<b>Responsáveis</b>	Arquiteto responsável pela evolução da descrição da AR.
<b>Participantes</b>	Arquiteto/Especialista do Domínio
<b>Artefatos Requeridos</b>	Resultado geral da avaliação, Matriz de Rastreabilidade, Repositório de Diretrizes de Evolução / Solicitação de evolução
<b>Artefatos Gerados</b>	Plano do ciclo de evolução

Para exemplificar e facilitar o entendimento do passo Preparar Evolução, são apresentados a seguir dois cenários de uso do processo ProSA-RA-DE.

**Cenário 1:** O passo Preparar Evolução inicia-se após a avaliação da **AR Exemplo** (Cenários 1a e 1b, descritos a seguir) ou a partir de uma solicitação de evolução decorrente da instanciação ou de uma necessidade de evolução arquitetural da **AR Exemplo** (Cenário 2, descrito a seguir). Nos dois últimos casos, existe uma descrição mínima da AR.

**Cenário 1a:** Ao iniciar o passo Preparar Evolução, verifica-se se o artefato **Backlog de evolução** existe. No cenário corrente não existe tal artefato, então o fluxo direciona a execução em paralelo das atividades **Criar Backlog de Evolução** e Preparar Matriz de Rastreabilidade, caso esta não tenha sido elaborada na criação da **AR Exemplo**. O artefato Resultado Geral da Avaliação é entrada para a atividade Criar *Backlog* de Evolução e tem como saída o artefato **Backlog de evolução** que contém as questões **1-6, 2-25 e 3-38** do FERA consideradas para evolução. Nesse momento, deve-se indicar a qual elemento da descrição arquitetural trata-se cada uma dessas questões. Assim, a questão 1-6 é tratada pelo Elemento Descrição e as questões 2-25 e 3-38 são tratadas pelo Elemento Variabilidade. Após a criação do *Backlog* de evolução é necessário priorizar os

Figura 25 – Atividade criar *backlog* de evolução

Passo	Preparar Evolução
Atividade	Criar <i>backlog</i> de evolução
Descrição	Esta atividade tem como objetivo criar o <i>Backlog</i> de evolução baseando-se no Resultado geral da avaliação ou em uma solicitação de evolução. Para cada item do resultado geral considerado para evolução, inserir o mesmo em uma linha do <i>backlog</i> de evolução informando em uma coluna, qual Elemento (código do FERA) a questão está classificada, em uma próxima coluna o número da questão, e caso seja necessário, em uma coluna Comentários: inserir comentários gerais ou os comentários capturados da Análise da avaliação geral da AR. Caso exista um artefato solicitação de evolução é necessário preencher o campo comentário com tal solicitação.
Critério de Entrada	Resultado geral da avaliação existente.
Critério de Saída	<i>Backlog</i> de evolução criado.
Responsáveis	Arquiteto responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	Arquiteto de software.
Artefatos Requeridos	Resultado geral da avaliação e ou/ Solicitação de evolução
Artefatos Gerados	<i>Backlog</i> de evolução.

seus itens para que nos primeiros ciclos os itens com maior prioridades sejam considerados. Para a **AR Exemplo**, o Elemento Variabilidade tem maior prioridade. Em seguida, são selecionados os itens do *Backlog* de evolução que serão considerados no próximo ciclo de evolução. Neste momento, o artefato **Plano do ciclo de evolução** é criado levando em consideração os itens do *Backlog* de evolução correspondentes ao Elemento Variabilidade (ou seja, questões 2-25 e 3-38 do FERA). Por fim, a atividade **Definir e Priorizar Tarefas do Ciclo de Evolução** é executada utilizando a Matriz de Rastreabilidade e o Plano do ciclo de evolução, e consultando o Repositório de Diretrizes de Evolução da seguinte maneira:

- Buscar no Repositório de Diretrizes de Evolução o Elemento de interesse (por exemplo, Elemento Variabilidade). Nesse Elemento, buscar a(s) diretriz(es) que são aplicáveis às questões inseridas no Plano do Ciclo de Evolução;
- Com base nas respostas (**Não e/ou Parcial**) e nos comentários dos avaliadores que resultaram na inserção das questões no *Backlog* de Evolução, a(s) **tarefa(s)** de evolução **Adição, Remoção ou Modificação**, correspondentes às diretrizes selecionadas, e que são de interesse são selecionadas;

Figura 26 – Atividade atualizar *backlog* de evolução

Passo	Preparar Evolução
Atividade	Atualizar <i>backlog</i> de evolução
Descrição	Esta atividade tem como objetivo atualizar o <i>backlog</i> de evolução inserindo novos itens no <i>backlog</i> com base nos resultados geral da avaliação, caso os itens do <i>backlog</i> alocados no ciclo de evolução anterior não foram totalmente satisfeitos ou novos requisitos arquiteturais foram observados.
Critério de Entrada	<i>Backlog</i> de evolução existente.
Critério de Saída	<i>Backlog</i> de evolução atualizado.
Responsáveis	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	Arquiteto de Software.
Artefatos Requeridos	Resultado geral da avaliação, <i>Backlog</i> de evolução.
Artefatos Gerados	-

- Selecionar as **regras de evolução** desta tarefa, consultar e inserir seu conteúdo no Plano do Ciclo de Evolução;
- Por fim, indicar no Plano do Ciclo de Evolução os passos do ProSA-RA-DE que devem ser executados para que as evoluções sejam concretizadas.

Neste cenário da AR Exemplo, o Elemento de interesse é **Variabilidade** e a diretriz **D\_variabilidade\_1** é selecionada pois atende as questões 2-25 e 3-38. Com base nos comentários dos avaliadores, a tarefa de evolução **Adição** da diretriz **D\_variabilidade\_1** e a regra de evolução **R-var-1** são selecionadas. Por fim, é selecionado o passo **Efetuar Síntese Arquitetural** do ProSA-RA-DE para executar a evolução.

**Cenário 1b:** Ao iniciar o passo Preparar Evolução, o artefato **Backlog de evolução** já existe neste cenário e possui um item que representa a questão 1-6 correspondente ao Elemento **Descrição**. Nesse momento, o *Backlog* de evolução é atualizado, mantendo os itens que não foram resolvidos no ciclo de evolução anterior e retirando os já resolvidos. Em seguida, executa-se a atividade **Priorizar o Backlog de Evolução** e o fluxo continua como no **Cenário 1a** supramencionado. O item do *Backlog* de evolução correspondente à questão 1-6 é selecionado e inserido no Plano do ciclo de evolução. Por fim, as tarefas são definidas e priorizadas com base na diretriz que apoia as questões do item do *Backlog* de evolução. No caso da AR Exemplo, a diretriz que apoia a questão 1-6 é a **D\_Descrição\_Arquitetural\_2** do Elemento **Descrição Arquitetural**. Tomando como

Figura 27 – Atividade Preparar Matriz de Rastreabilidade

Passo	Preparar Evolução
Atividade	Preparar Matriz de Rastreabilidade (Requisitos X Representação)
Descrição	Esta atividade visa criar a Matriz de Rastreabilidade entre os requisitos e as visões apresentadas na descrição da AR alvo. Esse artefato é importante, pois auxiliará nas análises de impacto e complexidade na atividade Priorizar o <i>Backlog</i> e também na execução da evolução, pois indicará as dependências entre componentes, entre visões, possibilitando identificar onde todas as mudanças precisam ocorrer. O nível de abstração dos elementos da matriz vai depender da necessidade e do tipo de ponto de vista/ visão utilizados na representação da AR.
Critério de Entrada	-
Critério de Saída	Matriz de rastreabilidade criada.
Responsáveis	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	Arquiteto de Software.
Artefatos Requeridos	Descrição arquitetural
Artefatos Gerados	Matriz de Rastreabilidade.

Figura 28 – Atividade Priorizar *Backlog* de Evolução

Passo	Preparar Evolução
Atividade	Priorizar Backlog de Evolução
Descrição	Esta atividade tem como principal objetivo priorizar os itens do <i>Backlog</i> de evolução, considerando a complexidade, necessidade e tempo para executar a evolução de tal item.
Critério de Entrada	<i>Backlog</i> de evolução existente.
Critério de Saída	<i>Backlog</i> de evolução priorizado.
Responsáveis	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	Arquiteto de Software.
Artefatos Requeridos	<i>Backlog</i> de evolução.
Artefatos Gerados	<i>Backlog</i> de evolução (atualizado).

Figura 29 – Selecionar Itens do *Backlog* de Evolução

Passo	Preparar Evolução
Atividade	Selecionar Itens do Backlog de Evolução
Descrição	Esta atividade inicia a criação do plano do ciclo de evolução. Para isso, os itens que farão parte de tal ciclo são definidos com base na seleção dos itens do <i>Backlog</i> de evolução priorizado e os conflitos entre os interessados são documentados preenchendo o campo “Justificativa” na linha do <i>Backlog</i> de evolução que representa o item.
Critério de Entrada	<i>Backlog</i> de evolução existente.
Critério de Saída	Plano do ciclo de evolução criado.
Responsáveis	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
Participantes	Arquiteto de Software/Gerente de Projeto.
Artefatos Requeridos	<i>Backlog</i> de evolução.
Artefatos Gerados	Plano do ciclo de evolução.

base os comentários dos avaliadores para esta questão, as tarefas e as regra de evolução dessa diretriz são selecionadas para que sejam executadas no passo **Efetuar Síntese Arquitetural** do ProSA-RA-DE.

**Cenário 2:** Neste cenário, o artefato de entrada é uma **Solicitação de evolução**, que possui uma descrição da carência ou defeito observado após a instanciamento da AR ou uma descrição da melhoria que necessita ser realizada na descrição arquitetural da AR. No contexto da AR Exemplo, o artefato **Solicitação de evolução** contém o seguinte texto: "**A Visão de Variabilidade não está consistente com a Matriz de rastreabilidade, pois os componentes A e B não estão representados.**". Tal cenário assemelha-se com o cenário 1a supramencionado, sendo que o item do *Backlog* de Evolução corresponde à Solicitação de evolução. Caso essa solicitação seja complexa, deve ser quebrada em vários itens do *Backlog* de Evolução. No caso da AR Exemplo, a Solicitação de evolução corresponde a um único item do *Backlog* de Evolução. Nesse caso, a priorização não precisa ser feita e o fluxo do processo segue inserindo o item no Plano do ciclo de evolução. Em seguida, a atividade Definir e Priorizar Tarefas do Ciclo de Evolução é executada. Nesse momento, o cenário difere do Cenário 1a, pois é necessário classificar a solicitação presente no Plano do ciclo de Evolução para que, posteriormente, seja possível definir as tarefas e regras de evolução. Para classificar a Solicitação de Evolução é necessário consultar o Repositório de Diretrizes de Evolução da seguinte maneira:

Figura 30 – Atividade Definir e Priorizar Tarefas do Ciclo de Evolução

Passo	Preparar Evolução
Atividade	Definir e Priorizar Tarefas do Ciclo de Evolução
<b>Descrição</b>	<p>Esta atividade tem como objetivo consultar as diretrizes de evolução de descrição de AR para identificar as que devem ser executadas para atender cada item do Plano do ciclo de evolução. Neste momento, as tarefas de evolução e as regras de evolução das diretrizes selecionadas auxiliarão na definição das tarefas que devem ser executadas no ciclo de evolução corrente. Tais tarefas são identificadas com base nas questões do FERA que deram origem ao item do <i>backlog</i>.</p> <p>Caso a necessidade de evolução não tenha sido originada de resultados da avaliação da AR com base no FERA, ou seja, apenas o campo comentário do <i>backlog</i> de evolução está preenchido com a solicitação de evolução, neste momento é necessário entender o contexto de tal solicitação possibilitando classificar a necessidade de evolução em um dos Elementos do FERA, tomando como base os itens da AR que devem ser considerados durante a evolução. Isso é necessário pois as diretrizes de evolução utilizadas pelo processo são baseadas nas questões do <i>checklist</i> FERA, então classifica-se a solicitação de evolução arquitetural de acordo com os elementos das diretrizes.</p> <p>Ressalta-se a importância de observar a matriz de rastreabilidade para auxiliar na priorização das tarefas de evolução. As diretrizes também direcionam quais passos do ProSA-RA-DE devem ser realizados durante a execução do ciclo de evolução. Importante observar que cada ciclo de evolução terá tarefas de evolução de um mesmo Elemento da descrição da AR ou seja, um mesmo grupo de diretrizes.</p>
<b>Critério de Entrada</b>	-
<b>Critério de Saída</b>	Plano do ciclo de evolução atualizado com a definição e priorização das tarefas de evolução.
<b>Responsáveis</b>	Arquiteto de software responsável pela evolução da descrição da AR.
<b>Participantes</b>	Arquiteto de Software.
<b>Artefatos Requeridos</b>	Plano do ciclo de evolução, Matriz de rastreabilidade e Repositório de Diretrizes de Evolução.
<b>Artefatos Gerados</b>	Plano do ciclo de evolução (atualizado).

- Com base na descrição da Solicitação de Evolução, buscar no Repositório de Diretrizes de Evolução, o Elemento que melhor se encaixa na nessa descrição. Com base nesse Elemento, buscar a(s) diretriz(es) que apoia(m) as questões correspondentes à Solicitação de Evolução;
- Com base na descrição da Solicitação de Evolução selecionar as **tarefa(s)** de evolução;

- Selecionar as **regras de evolução** das tarefas de evolução selecionadas, e inserir o conteúdo das mesmas no Plano do ciclo de evolução;
- Por fim, indicar no Plano do Ciclo de Evolução os passos do ProSA-RA-DE que devem ser executados para que as evoluções sejam concretizadas.

Neste cenário da AR Exemplo, os Elementos **Variabilidade e Visão** são selecionados como candidatos. É necessário analisar o que é tratado pelas diretrizes desses Elementos e buscar a que melhor resolverá o problema descrito na Solicitação de Evolução. Como o problema está em uma Visão de Variabilidade e existe o elemento Variabilidade no Repositório de Diretrizes de Evolução, este será selecionado e inserido no Plano do Ciclo de Evolução. A diretriz **D\_Variabilidade\_1** do Elemento Variabilidade é selecionada pois atende a Solicitação de Evolução. Adicionalmente, como é necessário realizar uma modificação na Visão de Variabilidade, a tarefa de evolução **Modificação** e a regra de evolução **R-var-3** são selecionadas. Para que seja realizada a evolução, o passo Efetuar Síntese Arquitetural será executado. Tais informações são inseridas no Plano do Ciclo de Evolução.

## 4.6 Avaliação

O processo Prosa-RA-DE foi submetido a uma avaliação, planejada de acordo com a abordagem *Goal-Question-Metrics* (GQM) (SOLINGEN et al., 2002).

O *objeto* da avaliação é o processo de evolução de descrição de arquiteturas de referência (AR) e o *objetivo* é avaliar a sua corretude, completude e consistência do ponto de vista de processo de software e de evolução de descrição de ARs. A avaliação teve como *foco qualitativo* verificar a capacidade do processo para ser utilizado para apoiar a evolução da descrição de ARs quanto as suas fases, atividades, tarefas, artefatos de entrada e de saída, seu fluxo, descrição textual do mesmo e sua representação gráfica. A avaliação teve como *perspectiva* apoiar o refinamento do processo e foi realizada no mês de Julho de 2017 por dois avaliadores, selecionados por conveniência.

Os participantes da avaliação avaliaram o processo sob duas perspectivas:

- **Especialista em processo de software:** avaliaram o processo de modo geral.
- **Especialista em arquitetura de referência:** avaliaram o processo quanto a sua importância na evolução da descrição de ARs.

A partir da definição do objetivo desta avaliação, foram definidas 16 questões para avaliar o processo e seu apoio para a evolução da descrição de ARs, e estão apresentadas

no Formulário de Avaliação do ProSA-RA-DE <sup>6</sup>. Esse formulário também contém três questões específicas para avaliar as Diretrizes de Evolução utilizadas no passo **Preparar Evolução** do ProSA-RA-DE. O conteúdo dessas três questões e os resultados obtidos estão apresentados na Seção 3.5 do Capítulo 3.

Para cada questão as respostas esperadas são: SIM ou NÃO, e para algumas PARCIALMENTE, seguido da justificativa para que o avaliador pudesse indicar suas sugestões de melhoria para o ProSA-RA-DE. Para analisar quantitativamente as questões foram definidas as métricas M1, M2 e M3 que calculam respectivamente, por questão, a porcentagem de respostas SIM, a porcentagem de respostas NÃO e a porcentagem de respostas PARCIALMENTE.

Participaram da avaliação dois especialistas em processos de software e em ARs, que foram selecionados por conveniência. Ambos participaram também da avaliação do EDRA, apresentado na Seção 4.2 do Capítulo 4. O seguinte roteiro de avaliação foi definido para ser seguido pelos avaliadores:

- Ler e entender as Diretrizes de Evolução da descrição de ARs, apresentadas no Capítulo 3;
- Ler e entender o processo ProSA-RA-DE, apresentado no Capítulo 4; e
- Responder o Formulário de Avaliação do ProSA-RA-DE

Sob a perspectiva dos resultados das questões intrínsecas ao processo ProSA-RA-DE, 50% dos especialistas afirmaram a ausência de alguma atividade opcional. Analisando o fluxo dos passos e atividades do processo, 50% dos avaliadores informaram que o fluxo atendia parcialmente a execução da evolução de ARs, e algumas inconsistências foram detectadas.

Do ponto de vista da representação do processo com o apoio da notação BPMN, 100% consideraram essa notação como parcialmente satisfatória para entender e conhecer o processo e 50% consideraram a descrição do processo parcialmente suficiente para aplicar a evolução da descrição de ARs. Por fim, não encontraram inconsistência entre a descrição e a representação gráfica do processo.

Em relação aos resultados das questões específicas sobre ARs, 50% dos avaliadores consideraram que o processo atende parcialmente a evolução da descrição de ARs e que as atividades são parcialmente suficientes. Com relação aos artefatos gerados, 50% afirmaram que eles são suficientes para a evolução da descrição de ARs.

<sup>6</sup> <https://goo.gl/forms/YwEPrhFjLvH3D6Pe2>

Do ponto de vista da avaliação arquitetural proposta pelo processo, 50% consideraram que a avaliação sugerida pelo ProSA-RA-DE após a evolução da descrição é parcialmente adequada para levantar se a evolução foi bem sucedida.

Além disso, 50% dos especialistas não conseguiram avaliar se é possível evoluir qualquer formato de descrição de ARs com o apoio do ProSA-RA-DE e 50% acredita que é possível evoluir parcialmente qualquer formato de ARs. Quanto a capacidade do ProSA-RA-DE de apoiar a evolução da descrição da AR eliminando suas deficiências, 50% dos avaliadores consideraram que o processo auxilia parcialmente.

Além da análise quantitativa, também foi feita a análise qualitativa dos resultados das questões com a justificativa descrita. Tal análise foi realizada utilizando as mesmas técnicas da *Grounded Theory* apresentadas na Seção 4.2. A seguir são apresentadas as sugestões de melhoria indicadas pelos avaliadores, já sumarizadas e categorizadas, bem como as respectivas ações tomadas para dirimir as carências identificadas:

1. Apresentar uma atividade para verificar a existência de uma descrição mínima.
  - Decidiu-se que na visão mais geral do ProSA-RA-DE seriam apresentados apenas os passos do processo. Para atender esta sugestão de melhoria, serão definidos os pré-requisitos que devem ser atendidos para que o processo seja utilizado.
2. Esclarecer o fluxo de decisão “realizar avaliação AR ou analisar resultados da avaliação conduzida” na visão geral do processo.
  - Retirou-se o fluxo de decisão para permitir que o processo fosse utilizado na evolução da descrição de ARs construídas sem o apoio do ProSA-RA e a partir de necessidades de evolução observadas após instanciações da AR.
3. Apresentar os papéis que desempenham os passos.
  - Uma descrição genérica apresentada na Figura 14 foi elaborada a qual permitiu apresentar os papéis que desempenham os passos. Além disso, os papéis de cada atividade estão explícitos na descrição de cada uma delas.
4. Retirar possível *deadlock* no passo “Preparar evolução” (após a atividade Atualizar *Backlog* de Evolução o fluxo não deve ser direcionado para o final do passo).
  - Após a atividade Atualizar *Backlog* de Evolução o fluxo foi atualizado e segue para a atividade Priorizar *Backlog* de Evolução.
5. Para facilitar o uso do processo

- a) Apresentar a documentação como um guia prático, baseado em exemplos, para ajudar o arquiteto de software no entendimento e compreensão do processo.
    - Foram inseridos cenários de uso de cada fluxo de execução dos passos "Conduzir Avaliação Arquitetural" e "Preparar Evolução".
  - b) Utilizar uma representação complementar ao BPMN pois, essa notação ajuda na representação, mas não é suficiente para entender todo o processo.
    - Em uma próxima versão do processo, pretende-se documentá-lo em uma notação específica para representação de processo, como é o caso do SPEM (*Software Process Engineering Metamodel Specification*) (OMG, 2018).
6. Apresentar de maneira clara o identificador das diretrizes de evolução.
- A inclusão de cenários de uso do processo, também ajudarão na seleção das diretrizes, pois estas são selecionadas com base nas questões do FERA em que podem ser aplicadas.

## 4.7 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado o processo ProSA-RA-DE, que utiliza as Diretrizes de Evolução da Descrição de AR apresentadas no capítulo anterior. O ProSA-RA-DE utiliza tais diretrizes durante o planejamento dos ciclos de evolução, em especial, para auxiliar na definição das tarefas a serem executadas para que ocorra a evolução da descrição de ARs.

Um processo preliminar também foi descrito neste capítulo, juntamente com sua avaliação que auxiliou no refinamento e reestruturação do mesmo e, conseqüentemente, concepção do ProSA-RA-DE. Trabalhos relacionados a evolução de ASs auxiliaram como fontes de informação tanto na definição das diretrizes de evolução quanto na concepção do ProSA-RA-DE, conforme descrito respectivamente na Seção 3.2 do Capítulo 3 e na Seção 4.3 desse capítulo.

Para facilitar o entendimento da execução do ProSA-RA-DE, foram descritos cenários de uso do processo tomando como base uma AR fictícia. Neste capítulo também foram apresentados resultados qualitativos e quantitativos de uma avaliação conduzida por dois especialistas em processos de software e em ARs para analisar a corretude, completude e consistência do ProSA-RA-DE. Essa avaliação apontou sugestões de melhorias pontuais para o refinamento do ProSA-RA-DE quanto ao seu conteúdo e representação. A partir das respostas dos especialistas observou-se que o uso do processo para apoiar a evolução da descrição de ARs é viável, pois um número significativo de respostas positivas e parciais foram verificadas. Assim, acredita-se que com o refinamento do processo levando em

considerações as sugestões indicadas pelos especialistas pode-se afirmar que o processo auxilia na evolução da descrição de ARs.

## 5 Conclusão

Este capítulo apresenta as conclusões observadas a partir do trabalho realizado que propôs diretrizes e adaptação de um processo de construção de ARs para apoiar também a evolução da descrição desse tipo de arquitetura. Na Seção 5.1 são discutidas as principais contribuições obtidas. Na Seção 5.2 são apresentadas as principais limitações do trabalho e na Seção 5.3 são apresentadas sugestões de trabalhos futuros para dar continuidade ao trabalho realizado.

### 5.1 Contribuições

O objetivo deste trabalho é de contribuir com subsídios para apoiar a evolução da descrição de ARs. Para isso, foram definidas diretrizes de apoio à evolução da descrição de AR e também foi realizada uma adaptação no processo ProSA-RA, cujo intuito é facilitar a construção de ARs, para apoiar também a evolução da descrição de ARs.

Com base nos resultados da busca focada (Seção 2.2.2 do Capítulo 2) e da atualização do mapeamento sistemático (PALMA, 2016), não foram encontrados trabalhos que apoiem explicitamente a evolução da descrição de ARs. No entanto, os trabalhos encontrados contribuíram para a elaboração da estrutura e do conteúdo das diretrizes de evolução da descrição de ARs definidas neste trabalho e apresentadas no Capítulo 3. Além disso, observou-se a oportunidade de adaptar o processo ProSA-RA para proporcionar também a evolução da descrição de ARs, em conjunto com as diretrizes definidas. Assim, a partir desses trabalhos foi proposto um processo, denominado ProSA-RA-DE, que utiliza as diretrizes de evolução baseadas no *checklist* FERA de apoio à avaliação de ARs, para planejar as tarefas de evolução da descrição de ARs.

Uma versão preliminar do processo, denominado EDRA, foi definida de maneira prospectiva, observando as necessidades ao se evoluir a descrição de uma AR no domínio de repositórios de ativos de software denominada Cambuci, proposta pelo grupo de pesquisa de Engenharia de Software da Facom/UFMS. O EDRA auxiliou na observação da necessidade de alguns artefatos, como a matriz de rastreabilidade e o plano de cada ciclo de evolução. Adicionalmente, os resultados da avaliação do EDRA por especialistas em processos de software e em ARs guiaram a concepção do ProSA-RA-DE.

O ProSA-RA-DE também foi submetido a uma avaliação, realizada também por especialistas em processo de software e em ARs, que teve como objetivo verificar a corretude, completude e consistência do processo proposto. As principais sugestões de melhorias indicadas pelos especialistas estão relacionadas à inclusão de cenários de uso

correspondentes aos fluxos de execução do processo para facilitar o seu entendimento e uso, bem como das diretrizes de evolução da descrição de ARs por ele utilizadas. Tais sugestões de melhorias foram incorporadas à documentação do ProSA-RA-DE, proporcionando indícios de que o processo está apto para ser executado na evolução da descrição de uma AR real, com o apoio dos cenários descritos.

Além disso, os trabalhos encontrados na literatura direcionam para a necessidade de um processo que explicita como realizar a evolução de ARs, guiando sistematicamente a incorporação de novos requisitos arquiteturais ou modificação de requisitos existentes. Tal necessidade não está inserida no escopo do ProSA-RA-DE, porém esse processo pode ser utilizado como base para direcionar a definição de um novo processo para suprir essa necessidade.

Assim, com base no que foi exposto, as principais contribuições deste trabalho são apresentadas a seguir:

- Levantamento do estado da arte relacionado a representação de ARs, que ajudou na definição da seção **como representar** do *template* utilizado para documentar as diretrizes propostas;
- Busca focada com o objetivo de encontrar trabalhos relacionados a evolução da descrição de ARs, da evolução de ARs e de evolução de ASs;
- Definição de diretrizes para apoiar a evolução da descrição de ARs, baseadas no *checklist* FERA de avaliação de ARs;
- Adaptação do processo ProSA-RA para contemplar a evolução da descrição de ARs, propondo o processo ProSA-RA-DE. Para isso, o passo de Avaliação Arquitetural foi detalhado para permitir também a avaliação parcial da AR, para ser feita no final de cada ciclo de evolução, e foi proposto um novo passo, Preparar Evolução, para planejar as tarefas de evolução do próximo ciclo de evolução com base nas diretrizes de evolução da descrição de ARs propostas. Acredita-se que o processo ProSA-RA-DE possa ser utilizado como base para definir um processo de evolução de ARs como um todo;

## 5.2 Limitações

As principais limitações observadas após o desenvolvimento deste trabalho são apresentadas a seguir:

- O processo ProSA-RA-DE não foi executado para evoluir a descrição de uma AR real, com isso não foi possível observar a sua utilização na evolução da descrição de ARs por arquitetos de software;

- Poucos especialistas avaliaram as diretrizes e o processo ProSA-RA-DE com relação a sua corretude, completude e consistência, assim não é possível confirmar com significância estatística os resultados obtidos;
- As diretrizes propostas, de modo geral, estão descritas em um alto nível de granularidade, tomando como base elementos com maior importância na descrição de ARs e seus respectivos componentes, como é o caso dos Pontos de Vista e das Visões;
- As diretrizes de evolução são baseadas em uma versão específica do *checklist* FERA, com isso quaisquer alterações nas questões do *checklist* é necessário também atualizar as diretrizes;
- As ADLs, que permitem uma representação formal ou semiformal da descrição das ARs, não foram exploradas explicitamente pelas diretrizes propostas, apesar de serem importantes para verificação automatizada de ARs; e
- As diretrizes de evolução propostas possuem documentação extensa, o que pode dificultar o uso das mesmas. Para dirimir esse problema, foi criado um índice das diretrizes, com a indicação das questões do FERA que cada diretriz é aplicável, as tarefas e regras de evolução correspondentes a cada diretriz.

### 5.3 Trabalhos Futuros

O trabalho apresentado nesta dissertação de mestrado colabora com o avanço da área de pesquisa em ARs, mais especificamente na evolução da descrição de tais arquiteturas. Ressalta-se que o tema sobre evolução de ARs é amplo e complexo e não tinha sido abordado na literatura até o momento. Diante disso, o presente trabalho pode servir como base para o desenvolvimento de outros trabalhos para compor um estudo mais detalhado sobre evolução no contexto de ARs. A seguir, são apresentadas sugestões de trabalhos futuros decorrentes do trabalho desenvolvido.

- Utilizar o processo ProSA-RA-DE para apoiar a evolução da descrição de ARs reais, após a criação e após instanciação ou evolução arquitetural das mesmas;
- Conduzir estudos empíricos para analisar a evolução da descrição de uma AR utilizando o processo ProSA-RA-DE comparado a evolução da descrição de AR sem subsídios de apoio a tal tarefa, com o intuito de analisar a eficiência do processo proposto;
- Validar a aplicabilidade do processo ProSA-RA-DE considerando ARs da indústria;
- Estender o ProSA-RA-DE para que explicita a evolução de ARs como um todo, não somente no contexto da descrição das mesmas;

- Conduzir avaliações com um número maior de especialistas para avaliar a correteza, completude e consistência das diretrizes e do processo para confirmar os resultados com significância estatística;
- Detalhar as diretrizes de evolução em um nível menor de granularidade e por meio de uma descrição formal;
- Detalhar o uso de ADLs, principalmente no campo **como representar** das diretrizes de evolução e nas **ações** das regras de evolução, explicitando o uso de tais ADLs na escolha dos modelos com o intuito de representar as ARs de maneira mais formal viabilizando a verificação das mesmas por ferramentas específicas para isso;
- Propor ferramentas que auxiliem na análise dos resultados das avaliações;
- Especificar e desenvolver uma ferramenta para auxiliar na busca e na recuperação das diretrizes mais adequadas para serem utilizadas como base na definição das tarefas de evolução durante o planejamento de cada ciclo de evolução; e
- Realizar escrita de artigos científicos apresentando os subsídios definidos neste trabalho para apoiar a evolução da descrição de ARs.

# Referências

- ALLIAN, A. P. *EVMTools-RA: A reference architecture for software variability tools*. Dissertação (Mestrado) — Master's thesis, State University of Maringa, Maringa, Brazil, 2016.
- ANGELOV, S.; GREFEN, P.; GREEFHORST, D. A framework for analysis and design of software reference architectures. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 54, n. 4, p. 417–431, 2012.
- ANGELOV, S.; TRIENEKENS, J.; GREFEN, P. Towards a method for the evaluation of reference architectures: Experiences from a case. *Software architecture*, Springer, p. 225–240, 2008.
- BABAR, M. A.; DINGSØYR, T.; LAGO, P.; VLIET, H. van der. *Software Architecture Knowledge Management: Theory and Practice*. 1. ed. Berlin Heidelberg: Springer, 2009.
- BARBOSA, E. F.; FIORAVANTI, M. L.; NAKAGAWA, E. Y.; MALDONADO, J. C. Towards the establishment of a reference architecture for developing learning environments. In: *SEKE*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 350–355.
- BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. *Software Architecture in Practice*. 3rd. ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2012.
- BAYER, J.; FORSTER, T.; GANESAN, D.; GIRARD, J.-F.; JOHN, I.; KNODEL, J.; KOLB, R.; MUTHIG, D. Definition of reference architectures based on existing systems. *IESE-Report*, 2004.
- BECK, K. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2000.
- BRANSCOMB, J.; PAREDIS, C.; CHE, J.; JENNINGS, M. Supporting multidisciplinary vehicle analysis using a vehicle reference architecture model in SysML. *Procedia Computer Science*, v. 16, p. 79–88, 2013.
- BUSCHMANN, F.; MEUNIER, R.; ROHNERT, H.; SOMMERLAD, P.; STAL, M. *Pattern-Oriented Software Architecture - A System of Patterns*. 1. ed. Chichester, England: Wiley Publishing, 1996. v. 1.
- CLEMENTS, P.; BACHMANN, F.; BASS, L.; GARLAN, D.; IVERS, J.; LITTLE, R.; MERSON, P.; NORD, R.; STAFFORD, J. *Documenting Software Architectures: Views and Beyond*. 2nd. ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley Professional, 2010.
- CLOUTIER, R.; MULLER, G.; VERMA, D.; NILCHIANI, R.; HOLE, E.; BONE, M. The concept of reference architectures. *Systems Engineering*, v. 13, n. 1, p. 14–27, 2010.
- DING, L.; MEDVIDOVIC, N. Focus: A light-weight, incremental approach to software architecture recovery and evolution. In: . [S.l.: s.n.], 2001. p. 191–200.

- DOBRICA, L.; NIEMELÄ, E. An approach to reference architecture design for different domains of embedded systems. In: *Software Engineering Research and Practice*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 287–293.
- DUARTE, L. S. *Estabelecimento de uma arquitetura de referência para aplicações de televisão digital*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- EICKELMANN, N. S.; RICHARDSON, D. J. An evaluation of software test environment architectures. In: *Proceedings of the 18th international conference on Software engineering*. Berlin, Germany: IEEE Computer Society, 1996. p. 353–364.
- FEITOSA, D. *Simus-reference architecture for service multirobotics systems*. Tese (Doutorado) — Master’s Thesis, University of Sao Paulo, Sao Carlos, Brazil, 2013.
- FERNÁNDEZ-MONTES, A.; ORTEGA, J. A.; SÁNCHEZ-VENZALÁ, J. I.; GONZÁLEZ-ABRIL, L. Software reference architecture for smart environments: Perception. *Computer Standards & Interfaces*, v. 36, n. 6, p. 928–940, 2014.
- GALLAGHER, B. P. *Using the architecture tradeoff analysis methodsm to evaluate a reference architecture: a case study*. [S.l.], 2000.
- GALSTER, M.; AVGERIOU, P. Empirically-grounded reference architectures: a proposal. In: ACM. *Proceedings of the joint ACM SIGSOFT conference–QoSA and ACM SIGSOFT symposium–ISARCS on Quality of software architectures–QoSA and architecting critical systems–ISARCS*. [S.l.], 2011. p. 153–158.
- GARLAN, D.; BARNES, J. M.; SCHMERL, B.; CELIKU, O. Evolution styles: Foundations and tool support for software architecture evolution. In: IEEE. *Software Architecture, 2009 & European Conference on Software Architecture. WICSA/ECSA 2009. Joint Working IEEE/IFIP Conference on*. [S.l.], 2009. p. 131–140.
- GARLAN, D.; PERRY, D. E. Introduction to the special issue on software architecture. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, v. 21, n. 4, p. 269–274, 1995.
- GRAAF, B.; DIJK, H. V.; DEURSEN, A. V. Evaluating an embedded software reference architecture-industrial experience report. In: IEEE. *Software Maintenance and Reengineering, 2005. CSMR 2005. Ninth European Conference on*. [S.l.], 2005. p. 354–363.
- GUESSI, M. *Subsídios para a representação de arquiteturas de referência de sistemas embarcados*. Dissertação (Mestrado) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, 2013.
- GUESSI, M.; OLIVEIRA, L. B. R.; GARCÉS, L.; OQUENDO, F. Towards a Formal Description of Reference Architectures for Embedded Systems. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Exploring Component-based Techniques for Constructing Reference Architectures*. Montreal, QC, Canada: ACM, 2015. p. 17–20.
- GUESSI, M.; OLIVEIRA, L. B. R.; NAKAGAWA, E. Y. Representation of reference architectures: A Systematic Review. In: *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Miami Beach, USA: , 2011. p. 782–785.

GUESSI, M.; OQUENDO, F.; NAKAGAWA, E. An approach for capturing and documenting architectural decisions of reference architectures. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Vancouver, Canada: , 2014. p. 162–167.

GUESSI, M.; OQUENDO, F.; NAKAGAWA, E. Y. Variability viewpoint to describe reference architectures. In: *Proceedings of the First International Conference on Dependable and Secure Cloud Computing Architecture*. Sydney, Australia: ACM Press, 2014. p. 1–6.

HILDEBRANDT, D. A software reference architecture for service-oriented 3d geovisualization systems. *ISPRS Int. J. Geo-Information*, v. 3, n. 4, p. 1445–1490, 2014.

HILLIARD, R. Ieee-std-1471-2000 recommended practice for architectural description of software-intensive systems. *IEEE*, <http://standards.ieee.org>, v. 12, n. , p. 16–20, 2000.

HONGMIN, R.; JIN, L.; JINGZHOU, Z. Software asset repository open framework supporting customizable faceted classification. In: *Proceedings 2010 IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences*. Beijing, China: IEEE, 2010. p. 1–4.

HUANG, R. *RQDA: R-based Qualitative Data Analysis*. [S.l.], 2016. R package version 0.2-8. Disponível em: <<http://rqda.r-forge.r-project.org/>>.

ISO/IEC/IEEE. Systems and software engineering – architecture description. *ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E) (Revision of ISO/IEC 42010:2007 and IEEE Std 1471-2000)*, p. 1–46, 1 2011.

JAMSHIDI, P.; PAHL, C. Business process and software architecture model co-evolution patterns. In: . [S.l.: s.n.], 2012. p. 91–97.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *Engineering*, v. 2, n. , p. 1051, 2007.

KRUCHTEN, P. The 4+1 view model of architecture. *IEEE Software*, IEEE, Los Alamitos, CA, USA, v. 12, n. 6, p. 42–50, 1995.

KRUCHTEN, P. *The Rational Unified Process: An Introduction, Second Edition*. 2nd. ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2000.

KRUIZE, J.; ROBBEMOND, R.; SCHOLTEN, H.; WOLFERT, J. b.; BEULENS, A. Improving arable farm enterprise integration - Review of existing technologies and practices from a farmer's perspective. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 96, n. , p. 75–89, 2013.

LEHMAN, M. M. Evolution as a noun and evolution as a verb. *Proc. Work. Software and Organisation Co-evolution: SOCE'00*, 2000.

LI, X.; HUANG, L. An approach to reliable software architectures evolution. In: . [S.l.: s.n.], 2013. p. 305–312.

LI, X.; ZHENG, Y. An approach to support evolution of software architecture and its formalization. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, v. 137 AISC, p. 385–392, 2012.

- MELAND, P.; ARDI, S.; JENSEN, J.; RIOS, E.; SANCHEZ, T.; SHAHMEHRI, N.; NDEL, I. T. An architectural foundation for security model sharing and reuse. In: *Proceedings - International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2009*. Fukuoka, Japan: IEEE, 2009. p. 823–828.
- MODEL, B. P. Notation (bpmn) version 2.0. *OMG Specification, Object Management Group*, 2011.
- MULLER, G. A reference architecture primer. *Eindhoven Univ. of Techn., Eindhoven, White paper*, 2008.
- NAKAGAWA, E.; OQUENDO, F.; BECKER, M. RAModel: A reference model for reference architectures. In: *Proceedings of the 2012 Joint Working Conference on Software Architecture and 6th European Conference on Software Architecture, WICSA/ECSA 2012*. Helsinki, Finland: , 2012. p. 297–301.
- NAKAGAWA, E. Y. *Uma contribuição ao projeto arquitetural de ambientes de engenharia de software*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- NAKAGAWA, E. Y.; ANTONINO, P. O.; BECKER, M. Reference architecture and product line architecture: A subtle but critical difference. In: *Proceedings of the 5th European Conference on Software Architecture*. Essen, Germany: Springer-Verlag, 2011. p. 207–211.
- NAKAGAWA, E. Y.; FERRARI, F. C.; SASAKI, M. M.; MALDONADO, J. C. An aspect-oriented reference architecture for software engineering environments. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 84, n. 10, p. 1670–1684, 2011.
- NAKAGAWA, E. Y.; GUESSI, M.; MALDONADO, J. C.; FEITOSA, D.; OQUENDO, F. Consolidating a Process for the Design, Representation, and Evaluation of Reference Architectures. In: *2014 IEEE/IFIP Conference on Software Architecture*. Sydney, Australia: IEEE, 2014. p. 143–152.
- NAKAGAWA, E. Y.; MARTINS, R. M.; FELIZARDO, K.; MALDONADO, J. C. Towards a process to design aspect-oriented reference architectures. In: *Proceedings of the XXXV Latin American Informatics Conference (CLEI 2009)*. Pelotas, RS, Brazil: [s.n.], 2009. p. 1–10.
- NGUYEN-DUC, A.; CRUZES, D. S.; CONRADI, R. The impact of global dispersion on coordination, team performance and software quality – a systematic literature review. *Information and Software Technology*, v. 57, n. , p. 277 – 294, 2015.
- OLIVEIRA, L. B. R. *A contribution to the architectural design of robotic systems based on service-oriented architecture*. Tese (Doutorado) — University of São Paulo / Universit de Bretagne-Sud, São Carlos, Brazil / Vannes, France, 2015.
- OLIVEIRA, L. B. R.; NAKAGAWA, E. Y. A service-oriented reference architecture for software testing tools. In: SPRINGER. *European Conference on Software Architecture*. [S.l.], 2011. p. 405–421.
- OMG. *Unified Modeling Language v2.5*. 2015a. [Online; Acessado em 05-Abril-2016].
- OMG. *Systems Modeling Language v1.4*. 2015b. [Online; Acessado em 05-Abril-2016].

- OMG. *Software and Systems Process Engineering Meta-Model Specification v 2.0*. 2018. [Online; Acessado em 21-Julho-2016]. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/SPEM/2.0>>.
- OSSHIRO, M.; NAKAGAWA, E. Y.; PAIVA, D. M.; LANDRE, G.; PALMA, E.; CAGNIN, M. I. Cambuci: A service-oriented reference architecture for software asset repositories. In: *Information Technology-New Generations*. [S.l.]: Springer, 2018. p. 589–595.
- PALMA, E. *Uma abordagem para apoiar a Evolução da Descrição de Arquiteturas de Referência*. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2016. Qualificação - Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- PORTOCARRERO, J. M.; DELICATO, F. C.; PIRES, P. F.; COSTA, B.; LI, W.; SI, W.; ZOMAYA, A. Y. Ramses: A new reference architecture for self-adaptive middleware in wireless sensor networks. *Ad Hoc Networks*, v. 55, p. 3 – 27, 2017. Self-organizing and Smart Protocols for Heterogeneous Ad hoc Networks.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software: Uma abordagem profissional*. 8. ed. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.
- PROJECT, U. *The UniversAAL Reference Architecture*. 2014. <<http://www.universaal.org/>>. Acessado em 13/04/2016.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.
- REGLI, W. C.; MAYK, I.; CANNON, C. T.; KOPENA, J. B.; LASS, R. N.; MONGAN, W. M.; NGUYEN, D. N.; SALVAGE, J. K.; SULTANIK, E. A.; USBECK, K. Development and Specification of a Reference Architecture for Agent-Based Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, v. 44, n. 2, p. 146–161, 2014.
- ROCHA, A. da; MALDONADO, J.; WEBER, K. *Qualidade de software: teoria e prática*. São Paulo: Prentice Hall, 2001.
- SADOU, N.; TAMZALIT, D.; OUSSALAH, M. A unified approach for software architecture evolution at different abstraction levels. In: . [S.l.: s.n.], 2005. v. 2005, p. 65–68.
- SANTOS, J. F. M.; GUESSI, M.; GALSTER, M.; FEITOSA, D.; NAKAGAWA, E. Y. A checklist for evaluation of reference architectures of embedded systems. In: *25th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2013)*. Boston, EUA: , 2013. p. 451–459.
- SCHWABER, K.; BEEDLE, M. *Agile software development with Scrum*. [S.l.]: Prentice Hall Upper Saddle River, 2002. v. 1.
- SMOLANDER, K.; ROSSI, M.; PURAO, S. Software architectures: blueprint, literature, language or decision? *European Journal of Information Systems*, Palgrave Macmillan, v. 17, n. 6, p. 575–588, 2008.
- SOLINGEN, R. V.; BASILI, V.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. Goal question metric (gqm) approach. *Encyclopedia of software engineering*, Wiley Online Library, 2002.

- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. 9. ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 2010.
- STRAUSS, A.; CORBIN, J. *Basics of qualitative research techniques*. [S.l.]: Sage publications, 1998.
- TUREK, M.; WEREWKA, J.; SZTANDERA, K.; ROGUS, G. Assessment of software system presentation layers based on an ECORAM reference architecture model. In: *2015 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*,. Lodz, Poland: IEEE, 2015. p. 901–906.
- TYREE, J.; AKERMAN, A. Architecture decisions: Demystifying architecture. *IEEE Software*, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 22, n. 2, p. 19–27, 2005.
- VOLPATO, T. *Medição de sustentabilidade em arquitetura de referência*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. Qualificação - Universidade de São Paulo, São Carlos.
- WANG, X.; ZENG, X. A preliminary study on software architecture evolution in agile development process. *Applied Mechanics and Materials*, v. 241-244, p. 2701–2708, 2013.
- YAN, Z.; DIJKMAN, R.; GREFEN, P. Business process model repositories – Framework and survey. *Information and Software Technology*, v. 54, n. 4, p. 380–395, 2012.
- ZHAO, W.; KEARNEY, D. Deriving architectures of web-based applications. In: \_\_\_\_\_. *Proceedings in Web Technologies and Applications: 5th Asia-Pacific Web Conference, APWeb 2003*. Xian, China: Springer Berlin Heidelberg, 2003. p. 301–312.
- ZHONG, L.; LI, K.; LI, H.; XU, J. A interactive approach for software architecture refactoring based on software evolution information. In: . [S.l.: s.n.], 2010. v. 3, p. V3598–V3601.

# APÊNDICE A – Condução da Busca Focada - Sobre Evolução de AR e AS

## A.1 Busca Focada

A condução de uma busca focada teve como objetivo levantar trabalhos relacionados à evolução da descrição de ARs, da evolução de ARs e da evolução de ASs.

## A.2 Procedimentos Preliminares

Inicialmente, realizou-se um levantamento para identificar trabalhos que abordassem a evolução da descrição de ARs ou evolução de ARs. As *strings* apresentadas nas Tabelas 5 e 6 foram utilizadas. A primeira não retornou nenhum trabalho. Assim, observou-se a necessidade de verificar as evoluções em AS executando a segunda *string*, para que fosse possível analisar e buscar uma maneira de adaptar tais abordagens. Para isso uma busca foi realizada na base **Scopus** muito utilizada na área de Engenharia de Software, utilizando as palavras-chave “arquitetura de referência”, “modelos de referência”, “evolução”, “evoluir” e “manutenção”.

Para a execução da busca focada, o processo proposto em [Kitchenham e Charters \(2007\)](#) foi adaptado e aplicado. Esse processo possui as seguintes fases principais: Planejamento, Condução, Extração e Análise de Dados. A condução dessas fases é apresentada a seguir para a execução da busca focada.

## A.3 Planejamento, Condução, Extração e Análise

O planejamento tem como objetivo definir o protocolo para a busca focada. Para isso, são descritas as questões de pesquisa a serem respondidas, a estratégia de busca, os critérios de inclusão e de exclusão dos trabalhos e o método de análise.

- (i) **Questões de Pesquisa:** O objetivo principal é obter trabalhos que evidenciam a evolução da descrição de AR ou a evolução de AR. Caso não sejam encontrados trabalhos no contexto de AR, sugere-se levantar trabalhos sobre evolução de AS para que possam ser entendidos e possivelmente adaptados para o contexto de AR. As questões de pesquisa são apresentadas a seguir, separadas em dois grupos:

### **Primária**

- **QP1:** Quais são as abordagens, processos, diretrizes ou técnicas propostas ou usadas para evoluir a **descrição** de AR ou evoluir AR/evoluir AS?

### Secundárias

- **QP1.2:** Quais são os modelos bases usados para gerenciar a evolução da **descrição** de AR ou evolução de AR/evolução de AS?
- **QP1.3:** Quais são técnicas para apoiar a evolução da **descrição** de AR ou evolução de AR/evolução de AS?

Tabela 5 – Fonte de Pesquisa: Base de busca *Scopus* - AR

<b>String de Busca para Evolução da Descrição de AR e Evolução de AR</b>
TITLE (( <i>“Reference Architecture”</i> OR <i>“Reference Model”</i> ) AND ( <i>“Evolution”</i> OR <i>“Maintenance”</i> OR <i>“Evolve”</i> OR <i>“Evolvement”</i> )) AND PUBYEAR > 2000

Tabela 6 – Fonte de Pesquisa: Base de busca *Scopus* - AS

<b>String de Busca para Evolução de AS</b>
TITLE (( <i>“Software Architecture”</i> AND ( <i>“Evolution”</i> OR <i>“Maintenance”</i> OR <i>“Evolve”</i> OR <i>“Evolvement”</i> ) AND ( <i>“Process”</i> OR <i>“Approach”</i> OR <i>“Guidelines”</i> OR <i>“Technique”</i> )) AND PUBYEAR > 2000

(ii) **Crítérios de Inclusão e de Exclusão:** Para analisar se os trabalhos recuperados na busca abordam ou respondem as questões de pesquisa foram definidos critérios para incluir trabalhos relevantes ou excluir trabalhos fora do escopo de interesse, conforme listados a seguir:

- Critérios de Inclusão
  - I1 - O estudo primário propõe ou usa uma abordagem, processo, diretrizes ou técnica para evoluir a **descrição** de AR ou evoluir AR/evoluir AS?
- Critério de exclusão
  - E1 - Não propõe ou não usa abordagem, processo, diretrizes ou técnicas para evoluir a descrição de AR ou evoluir AR/evoluir AS.
  - E2 - Não apresenta um *abstract* ou o texto completo não está disponível até a data da busca.

(iii) **Método de Análise:** Para extrair e analisar os dados, uma tabela de extração de dados foi inspirada no mapeamento sistemático apresentado em [Palma \(2016\)](#).

Essa tabela possibilita a extração dos dados necessários para analisar os artigos e relacioná-los às questões de pesquisa.

- (iv) Após a execução da string apresentada no Tabela 5 nenhum trabalho que abordasse evolução da descrição de AR ou evolução de AR foi encontrado, sendo assim executou-se a string apresentada na Tabela 6 sobre evolução de AS. O resultado retornou 13 trabalhos. Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão, oito trabalhos foram selecionados e estão descritos na Seção 2.2.2 do Capítulo 2.

## APÊNDICE B - Documentação das Diretrizes de Apoio a Evolução da Descrição de Arquiteturas de Referência

No Quadro B-1 são apresentadas as diretrizes de apoio à evolução da descrição de ARs agrupadas por Elemento. Em cada diretriz são indicadas as questões do *checklist* FERA que são por ela atendidas, as tarefas de evolução que podem ser executadas e as regras de evolução correspondentes a cada tarefa. A descrição detalhada de cada diretriz é apresentada em seguida na mesma sequência que aparecem no quadro.

Quadro A-1: Quadro geral das diretrizes de evolução

Elemento	Diretriz	Questões FERA	Tarefa de Evolução	Regra de Evolução
Ambiente Externo	D_Ambiente_Externo_1	2-34; 3-29; 3-36; 3-37	Adição	R-ae-1; R-ae-2
			Remoção	R-ae-3
			Modificação	R-ae-4
Aquisição	D_Aquisição_1	3-51	Adição	R-aq-1
			Remoção	-
			Modificação	R-aq-2
Correspondência	D_Correspondência_1	2-28; 2-29	Adição	R-cor-1; R-cor-2
			Remoção	R-cor-3; R-Remoção
			Modificação	R-cor-3
Dados do Domínio	D_Dados_do_Domínio_1	2-35	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	-
	D_Dados_do_Domínio_2	2-36	Adição	R-da-6
			Remoção	-
			Modificação	R-da-7
	D_Dados_do_Domínio_3	3-5	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	-
	D_Dados_do_Domínio_4	3-12	Adição	R-da-4
			Remoção	R-
			Modificação	R-da-5
	D_Dados_do_Domínio_5	3-18; 3-19	Adição	R-dd-1; R-dd-2
			Remoção	-
			Modificação	R-dd-3

	<b>D_Dados_do_Domínio_6</b>	3-20; 3-21; 3-22	Adição	-	
			Remoção	-	
			Modificação	R-dd-4	
	<b>D_Dados_do_Domínio_7</b>	3-23		Adição	R-dd-5
				Remoção	-
				Modificação	R-dd-6
	<b>D_Dados_do_Domínio_8</b>	3-46		Adição	-
				Remoção	-
				Modificação	-
	<b>D_Dados_do_Domínio_9</b>	3-47		Adição	-
				Remoção	-
				Modificação	-
	<b>D_Dados_do_Domínio_10</b>	3-48		Adição	R-dd-7
				Remoção	-
				Modificação	R-dd-8
<b>Decisão Arquitetural</b>	<b>D_Decisao_Arquitetural_1</b>	1-9; 3-42	Adição	R-dea-1; R-dea-2	
			Remoção	R-Remoção	
			Modificação	R-dea-3	
	<b>D_Decisao_Arquitetural_2</b>	3-33; 3-34; 3-52		Adição	R-dea-4;
				Remoção	R-vi-3
				Modificação	R-vi-4
<b>Descrição</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_1</b>	1-2 até 1-5	Adição	R-da-1;R-da2	
			Remoção	-	
			Modificação	R-da-3	
	<b>D_Descrição_Arquitetural_2</b>	1-1; 1-6; 1-7		Adição	R-da-4
				Remoção	-
				Modificação	R-da-5
	<b>D_Descrição_Arquitetural_3</b>	1-8; 1-10; 1-11		Adição	R-da-6
				Remoção	-
				Modificação	R-da-7
	<b>D_Descrição_Arquitetural_4</b>	2-8; 2-9; 3-45		Adição	-
				Remoção	-
				Modificação	-

	<b>D_Descrição_Arquitetural_5</b>	3-27	Adição	R-da-8	
			Remoção	-	
			Modificação	R-da-9	
	<b>D_Descrição_Arquitetural_6</b>	3-43		Adição	R-da-10
				Remoção	-
				Modificação	R-da-11
	<b>D_Descrição_Arquitetural_7</b>	4-3		Adição	R-da-12
				Remoção	-
				Modificação	R-da-13
<b>Evolução</b>	<b>D_Evolução_1</b>	3-15; 3-35; 4-1; 4-2	Adição	R-vi-1; R-vi-2; R-cor-1; R-regcor-1	
			Remoção	-	
			Modificação	R-vi-4; R-cor-3; R-regcor-3	
<b>Fonte de informação</b>	<b>D_Fonte_de_Informação_1</b>	2-1; 2-2; 2-3; 2-4	Adição	R-fi-1; R-fi-2	
			Remoção	-	
			Modificação	R-fi-3	
<b>Instanciação</b>	<b>D_Instanciação_1</b>	2-5; 4-4	Adição	-	
			Remoção	-	
			Modificação	R-vi-4; R-ponvi-4	
	<b>D_Instanciação_2</b>	3-13; 3-24		Adição	R-ins-1; R-ins-2; R-ins-4
				Remoção	-
				Modificação	R-ins-3; R-ins-5
	<b>D_Instanciação_3</b>	3-16		Adição	R-ins-6
				Remoção	-
				Modificação	R-ins-7
	<b>D_Instanciação_4</b>	3-26		Adição	R-ins-8
				Remoção	-
				Modificação	R-ins-9
	<b>D_Instanciação_5</b>	3-30; 3-31		Adição	R-vi-1
				Remoção	-
				Modificação	R-vi-4

	<b>D_Instanciação_6</b>	3-49	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	-
<b>Interessado</b>	<b>D_Interessado_1</b>	1-12; 3-1; 3-2; 3-8	Adição	R-intdo-1; R-intdo-2
			Remoção	R-Remoção
			Modificação	R-intdo-3
<b>Interesse</b>	<b>D_Interesse_1</b>	1-13	Adição	R-intdo-1;
			Remoção	R-Remoção
			Modificação	R-intdo-3
	<b>D_Interesse_2</b>	3-3; 3-4; 3-6	Adição	R-ponvi-1
			Remoção	R-ponvi-3
			Modificação	R-ponvi-4
<b>Modelo Arquitetural</b>	<b>D_Modelo_Arquitetural_1</b>	1-25; 1-26	Adição	R-mod-1
			Remoção	-
			Modificação	R-mod-2
	<b>D_Modelo_Arquitetural_2</b>	3-7	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	R-mod-3
<b>Módulo</b>	<b>D_Módulo_1</b>	2-30; 2-31; 2-32	Adição	R-vi-1
			Remoção	R-vi-3
			Modificação	R-vi-4
<b>Ponto de Vista</b>	<b>D_Ponto_de_Vista_1</b>	1-15 até 1-20; 2-7	Adição	R-ponvi-1; R-ponvi-2
			Remoção	R-ponvi-3
			Modificação	R-ponvi-4
<b>Qualidade</b>	<b>D_Qualidade_1</b>	2-6; 2-12 até 2-24	Adição	R-q-1; R-q-2; R-q-3
			Remoção	R-q-4
			Modificação	R-q-5
	<b>D_Qualidade_2</b>	3-9	Adição	R-q-6
			Remoção	R-Remoção
			Modificação	R-q-7
	<b>D_Qualidade_3</b>	3-10	Adição	R-vi-1
			Remoção	R-vi-3
			Modificação	R-vi-4

	<b>D_Qualidade_4</b>	3-17	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	R-dd-3
	<b>D_Qualidade_5</b>	3-50	Adição	R-q-8
			Remoção	-
			Modificação	R-q-8
<b>Regra de Correspondência</b>	<b>D_Regra_de_Correspondência_1</b>	2-26; 2-27	Adição	R-regcor-1; R-regcor-2
			Remoção	R-Remoção
			Modificação	R-regcor-3
<b>Risco ou Ameaça</b>	<b>D_Risco_Ameaça_1</b>	1-14; 3-25	Adição	R-roa-1
			Remoção	R-Remoção
			Modificação	R-roa-2
<b>Solução Técnica</b>	<b>D_Solução_Técnica_1</b>	2-33	Adição	R-st-1; R-st-2; R-st-3; R-st-4
			Remoção	-
			Modificação	R-st-5
	<b>D_Solução_Técnica_2</b>	3-28	Adição	R-st-6
			Remoção	-
			Modificação	R-st-7
<b>Teste</b>	<b>D_Testes_1</b>	3-39; 3-40	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	R-t-1
	<b>D_Testes_2</b>	3-41	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	R-t-2
	<b>D_Testes_3</b>	3-44	Adição	R-t-3
			Remoção	-
			Modificação	R-t-4
<b>Tipo de Modelo</b>	<b>D_Tipo_de_Modelo_1</b>	1-26; 2-11	Adição	-
			Remoção	-
			Modificação	R-típmo-1
<b>Variabilidade</b>	<b>D_Variabilidade_1</b>	2-25; 3-11; 3-14; 3-32; 3-38	Adição	R-var-1
			Remoção	R-var-2
			Modificação	R-var-3

Visão	D_Visão_1	1-21;1-22;1-23;1-24;2-10	Adição	R-vi-1; R-vi-2
			Remoção	R-vi-3
			Modificação	R-vi-4

### Ambiente Externo

Diretriz	D_Ambiente_Externo_1
Elemento	Ambiente Externo
Aplicável às questões do FERA	2-34; 3-29; 3-36; 3-37
O que fazer	Apresentar a comunicação da AR com o ambiente externo, indicando como essa comunicação pode ser realizada e também as possíveis restrições e dependências que existem nessa comunicação.
Como representar	<b>Textual:</b> Descrever em uma seção denominada “Ambiente Externo” na descrição geral da AR, informações detalhadas de como essa comunicação deve ser feita, indicando também as restrições entre os elementos da AR ao se comunicar com o ambiente externo. <b>e/ou</b> <b>Gráfica:</b> Utilizar Diagrama de Componentes e/ou Diagrama de Implantação da UML para representar a comunicação da AR com o ambiente externo e também as suas dependências.
Como fazer	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas a comunicação da AR com o ambiente externo. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
Tarefas e regras de evolução	<b>Adição: R-ae-1; R-ae-2</b>
	<b>Remoção: R-ae-3</b>
	<b>Modificação: R-ae-4</b>
Artefatos envolvidos	Descrição Arquitetural, Matriz de Rastreabilidade

Regra de evolução	R-ae-1
Evento	Adicionar elemento de Comunicação com o Ambiente Externo na descrição arquitetural da AR.
Condição	A AR deve se comunicar com o ambiente externo.
Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escolher o tipo de representação (textual ou gráfica) para mostrar a comunicação com o Ambiente Externo. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Criar uma seção denominada “Ambiente Externo” na descrição geral da AR.</li> <li>■ Executar R-ae-2.</li> </ul> </li> <li>○ Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Escolher Tipo de Modelo.</li> <li>■ Executar R-vi-1.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● Executar R-Adição.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ae-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Comunicação com o Ambiente Externo na descrição arquitetural da AR.
<b>Condição</b>	Existe seção denominada “Ambiente Externo” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir informações detalhadas de como essa comunicação deve ser feita, indicando as restrições entre os elementos da AR ao se comunicar com o ambiente externo.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ae-3</b>
<b>Evento</b>	Remover componente de Comunicação com o Ambiente Externo da descrição arquitetural da AR.
<b>Condição</b>	Existe seção denominada “Ambiente Externo” na descrição geral da AR e/ou visão que contenha o componente.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ R-Remoção</li> </ul> </li> <li>• Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-3</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ae-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Comunicação com Ambiente Externo.
<b>Condição</b>	Existe seção denominada “Ambiente Externo” na descrição geral da AR e/ou visão que contenha o componente.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicar as modificações necessárias na seção Ambiente Externo (ex: modificação de nomes, tipo de comunicação, novas comunicações (R-ae-2))</li> </ul> </li> <li>• Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-4</li> </ul> </li> </ul>

### Aquisição

<b>Diretriz</b>	<b>D_Aquisição_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Aquisição</b>
<b>Afetada às questões do FERA</b>	3-51
<b>O que fazer</b>	Apresentar ou detalhar informações relacionadas ao processo de aquisição ao qual a AR está envolvida.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Apresentar uma seção na descrição geral da AR denominada “Aquisição”, relacionada ao processo de aquisição com o intuito de detalhar como a AR pode ser adquirida. Para isso, sugere-se consultar o Processo de Aquisição da ISO/IEC 12207 (2008) <sup>1</sup> e o CMMI-ACQ (2010). <sup>2</sup>

<sup>1</sup> ISO/IEC 12207 Systems and software engineering– Software life cycle processes, Geneve: ISO, (2008)

<sup>2</sup> CMMI. CMMI for Acquisition, Version 1.3, CMMI-ACQ v1. 3. CMU/SEI-2010-TR-032, Technical Report, Software Engineering Institute (November 2010), <http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr032.pdf>, acessado em: Junho de 2017.

<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas a aquisição de produtos de software. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-aq-1</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-aq-2</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regras de evolução</b>	<b>R-aq-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento do Processo de Aquisição
<b>Condição</b>	A AR é parte de um ciclo de vida ou de um processo que inclui uma decisão de aquisição.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Criar uma seção denominada “Processo de Aquisição” na descrição geral da AR.</li> <li>● Descrever a forma de aquisição na seção criada.</li> <li>● Executar R-Adição.</li> </ul>

<b>Regras de evolução</b>	<b>R-aq-2</b>
<b>Evento</b>	<b>Evento:</b> Modificar elemento do Processo de Aquisição
<b>Condição</b>	<b>Condição:</b> Existe seção “Processo de Aquisição” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<b>Ação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicar as modificações necessárias (ex: atualização da descrição do processo de aquisição).</li> </ul>

### Correspondência

<b>Diretriz</b>	<b>D_Correspondência_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Correspondência</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-28, 2-29
<b>O que fazer</b>	Apresentar as correspondências entre os elementos da descrição arquitetural. Uma Matriz de Rastreabilidade pode mostrar as correspondências entre requisitos e elementos, correspondência entre visões, etc. As correspondências podem ser governadas por regras de correspondência. Assim, apresentar também as regras de correspondência, caso existam, é uma boa prática. Para isso, consultar a diretriz D_Regra_de_Correspondência_1.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Representado por um Documento do tipo planilha ou por um quadro na descrição geral da AR na seção “Correspondência”, contendo (Requisito x Visão) e/ou (Visão x Visão), dependendo do tipo de correspondência que será representada, por exemplo:

	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Elemento1</th> <th>Elemento2</th> <th>Elemento3</th> <th>Elemento4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Requisito1</th> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>Requisito2</th> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table> <p>A ISO/IEC 42010 (2011) apresenta exemplos de representação de correspondência utilizando um quadro que mostra um identificador único para a correspondência e o relacionamento entre os elementos, por exemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">(requisito) possui correspondência com (elemento)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Requisito1</td> <td>Elemento1, Elemento2</td> </tr> <tr> <td>Requisito2</td> <td>Elemento3, Elemento4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Alternativamente, também é proposta a utilização da notação de conjuntos ( ISO/IEC 42010, 2011), por exemplo: Correspondência = {(requisito1, elemento1), (requisito1, elemento2), (requisito2, elemento3), (elemento2, requisito4)}.</p> <p><b>e/ou</b> <b>Gráfica:</b> Uma alternativa é utilizar um Diagrama de Componentes para apresentar as correspondências.</p>		Elemento1	Elemento2	Elemento3	Elemento4	Requisito1	X	X			Requisito2			X	X	(requisito) possui correspondência com (elemento)		Requisito1	Elemento1, Elemento2	Requisito2	Elemento3, Elemento4
	Elemento1	Elemento2	Elemento3	Elemento4																		
Requisito1	X	X																				
Requisito2			X	X																		
(requisito) possui correspondência com (elemento)																						
Requisito1	Elemento1, Elemento2																					
Requisito2	Elemento3, Elemento4																					
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>																					
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-cor-1; R-cor-2</b> <b>Remoção: R-cor-3; R-Remoção</b> <b>Modificação: R-cor-3</b>																					
<b>Artefatos envolvidos</b>	Matriz de Rastreabilidade, Descrição Arquitetural																					

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-cor-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Correspondência.
<b>Condição</b>	Existem Correspondências que devem ser representadas.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escolher o tipo de representação (textual ou gráfica) para mostrar as correspondências da AR. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Criar seção “Correspondência” na representação geral da AR</li> <li>■ Para cada correspondência <ul style="list-style-type: none"> <li>● Executar R-cor-2.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Escolher Tipo de Modelo Diagrama de Componentes)</li> <li>■ Executar R-vi-1.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● Executar R-Adição.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-cor-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Correspondência.
<b>Condição</b>	Existe uma seção “Correspondência” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso utilize o artefato Matriz de Rastreabilidade <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marcar X na (linha X coluna) quando existir correspondência entre elementos (podem existir vários níveis de correspondência).</li> </ul> </li> <li>• Caso utilize quadro na descrição <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificar o elemento principal, e os elementos relacionados a esse elemento como apresentado no exemplo (ver <b>Como representar</b>).</li> </ul> </li> <li>• Caso utilize notação de conjuntos <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificar o par (ElementoX, ElementoY), podendo representar N elementos. (ver <b>Como representar</b>).</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-cor-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Correspondência
<b>Condição</b>	Existe representação (textual ou gráfica) para representar a correspondência entre os elementos da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos componentes de correspondência (Executar R-cor-2), eliminar correspondência).</li> </ul> </li> <li>• Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-4</li> </ul> </li> </ul>

## Dados do Domínio

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-35
<b>O que fazer</b>	Evoluir a AR para que haja conformidade com o documento de requisitos. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para capturar as não conformidades entre os requisitos e a AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual - Gráfica -</b>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar a conformidade com o documento de requisitos. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> , selecionando diretrizes que podem ajudar a atender os problemas da AR descritos nos comentários da avaliação referentes às questões do FERA tratados por esta diretriz.
<b>Tarefas e regras</b>	<b>Adição:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .

<b>de evolução</b>	<b>Remoção:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Modificação:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-36
<b>O que fazer</b>	Apresentar os dados do domínio que são utilizados. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber quais dados não foram definidos mas estão sendo utilizados na AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Definir os dados do domínio e apresentá-los no Apêndice de “Glossário de Termos”. <b>Gráfica:</b> -
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar os requisitos e conceitos envolvidos. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> R-da-6
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-da-7
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_3</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-5
<b>O que fazer</b>	Evoluir a AR para que haja conformidade com as práticas do domínio e os padrões obrigatórios. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber quais não conformidades entre a AR e as práticas do domínio e os padrões obrigatórios foram encontradas.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> <b>Gráfica:</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Remoção:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Modificação:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .

<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar as práticas do domínio e os padrões obrigatórios envolvidos. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> , selecionando diretrizes que podem ajudar a atender os problemas da AR descritos nos comentários da avaliação referentes às questões do FERA tratados por esta diretriz.
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_4</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-12
<b>O que fazer</b>	Apresentar claramente o domínio alvo e o contexto em que a AR pode ser instanciada.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever em um parágrafo, na parte introdutória da descrição geral da AR, o domínio alvo e o contexto de instanciação da AR. <b>Gráfica:</b> -
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar o domínio alvo e o contexto de instanciação da AR. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-da-4</b>
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação: R-da-5</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_5</b>								
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>								
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-18; 3-19								
<b>O que fazer</b>	Apresentar os requisitos significativos e específicos da AR na subseção “Requisitos Arquiteturais”.								
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Representar em um quadro os requisitos arquiteturais, na subseção “Requisitos Arquiteturais” da seção “Dados do Domínio” da descrição geral da AR. Exemplo:								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Requisitos</th> <th>Conceitos</th> <th>Característ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	ID	Requisitos	Conceitos	Característ				
ID	Requisitos	Conceitos	Característ						

	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>ica/Subcaracterística de Qualidade</b></td> </tr> <tr> <td>X[1]</td> <td>A AR deve possibilitar ...</td> <td>ConceitoA</td> <td>Manutenibilidade/Modularidade</td> </tr> </table> <p><b>Gráfica:</b></p>				<b>ica/Subcaracterística de Qualidade</b>	X[1]	A AR deve possibilitar ...	ConceitoA	Manutenibilidade/Modularidade
			<b>ica/Subcaracterística de Qualidade</b>						
X[1]	A AR deve possibilitar ...	ConceitoA	Manutenibilidade/Modularidade						
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar o documento de requisitos. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação.</b>								
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<p><b>Adição:</b> R-dd-1; R-dd-2</p> <p><b>Remoção:</b> -</p> <p><b>Modificação:</b> R-dd-3</p>								
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural								

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Dados do Domínio.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma seção denominada “Dados do Domínio” na descrição geral da AR.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente Requisitos Arquiteturais
<b>Condição</b>	Existe seção “Dados do Domínio” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso não exista subseção “Requisitos Arquiteturais” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Requisitos Arquiteturais” na seção “Dados do Domínio”. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para cada requisito significativo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir dados no quadro conforme apresentado em <b>Como fazer.</b></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Caso exista subseção “Requisitos Arquiteturais” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Para cada requisito significativo <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inserir dados no quadro conforme apresentado em <b>Como fazer.</b></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Requisitos Arquiteturais

<b>Condição</b>	Existe subseção “Requisitos Arquiteturais” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos componentes de requisito arquitetural(Executar R-dd-2)).

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_6</b>														
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>														
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-20; 3-21; 3-22														
<b>O que fazer</b>	Apresentar os objetivos do domínio e a decisão da solução técnica no artefato “Matriz de Rastreabilidade” e também priorizar, tomando como base os objetivos do domínio.														
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Apresentar no artefato “Matriz de Rastreabilidade” uma coluna denominada “Objetivos do Domínio” e fazer um mapeamento com os requisitos arquiteturais. Apresentar também uma coluna denominada “Decisão da Solução Técnica” e mapeá-la com os requisitos arquiteturais. Para priorizar, adicionar uma coluna “Prioridade” e preenchê-la conforme a escala de prioridade. Exemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Prioridade</th> <th>Objetivo do Domínio</th> <th>Requisito Arquitetural</th> <th>Decisão da Solução Técnica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>Objetivo X</td> <td>Z</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Objetivo Y</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Escala de Prioridade Alta - 3 Média - 2 Baixa - 1 Irrelevante - 0</p> <p><b>Gráfica:</b> -</p>			Prioridade	Objetivo do Domínio	Requisito Arquitetural	Decisão da Solução Técnica	3	Objetivo X	Z		1	Objetivo Y		
Prioridade	Objetivo do Domínio	Requisito Arquitetural	Decisão da Solução Técnica												
3	Objetivo X	Z													
1	Objetivo Y														
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar informações. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Modificação</b> .														
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> -														
	<b>Remoção:</b> -														
	<b>Modificação:</b> R-dd-4														
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural, Matriz de Rastreabilidade														

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar artefato Matriz de Rastreabilidade.

<b>Condição</b>	Existe Matriz de Rastreabilidade.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inserir uma coluna denominada “Objetivos do Domínio” na Matriz de Rastreabilidade, com o intuito de mapear os objetivos do domínio com os requisitos arquiteturais.</li> <li>● Inserir uma coluna denominada “Decisão da Solução Técnica” na Matriz de Rastreabilidade, mapeando com os requisitos arquiteturais</li> <li>● Inserir uma coluna denominada “Prioridade” na Matriz de Rastreabilidade <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Priorizar a lista de (Objetivos do domínio x Requisitos), do mais prioritário para o menos prioritário, conforme a legenda de escala de prioridade em <b>Como representar</b>.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_7</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-23
<b>O que fazer</b>	Apresentar os critérios de apoio para analisar se a AR está atendendo os objetivos do domínio.
<b>Como representar</b>	<p><b>Visão textual:</b> Descrever, em uma subseção denominada “Critérios para analisar a cobertura dos objetivos do domínio pela AR” da seção “Dados do Domínio”, os critérios para serem tomados como base para analisar se a AR está atendendo os objetivos do domínio.</p> <p><b>Visão gráfica:</b></p>
<b>Como fazer</b>	<p>Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário levantar os critérios de apoio a análise de atendimento da AR aos objetivos do domínio.</p> <p>Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b>.</p>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> R-dd-5
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-dd-6
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-5</b>
<b>Evento</b>	Adicionar critérios para analisar o atendimento dos objetivos do domínio pela AR.
<b>Condição</b>	Existe seção “Dados do Domínio” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não exista subseção “Critérios para analisar a cobertura dos objetivos do domínio pela AR” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Critérios para analisar a cobertura dos objetivos do domínio pela AR” na seção “Dados do Domínio”</li> </ul> </li> <li>● Descrever os critérios para verificar se a AR está atendendo os objetivos do domínio.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-6</b>
--------------------------	---------------

<b>Evento</b>	Modificar critérios para analisar o atendimento dos objetivos do domínio pela AR.
<b>Condição</b>	Existe subseção “Critérios para analisar a cobertura dos objetivos do domínio pela AR” na seção “Dados do Domínio”.
<b>Ação</b>	Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos componentes de correspondência (Executar R-dd-5)).

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_8</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-46
<b>O que fazer</b>	Evoluir a AR para atender os principais problemas do domínio. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber quais problemas não são abordados.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> - <b>Gráfica:</b> -
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar os principais problemas do domínio. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> , selecionando diretrizes que podem ajudar a atender os problemas da AR descritos nos comentários da avaliação referentes às questões do FERA, tratados por esta diretriz.
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Remoção:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Modificação:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_9</b>
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-47
<b>O que fazer</b>	Evoluir a AR para ser aplicável ao problema que pretende tratar. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber quais motivos dela não ser aplicável.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> <b>Gráfica:</b>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar informações sobre a aplicabilidade da AR ao problema alvo. se a AR é aplicável ao problema alvo. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> , selecionando diretrizes que podem ajudar a atender os problemas da AR descritos nos comentários da avaliação referentes às

	questões do FERA tratados por esta diretriz.
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Remoção:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Modificação:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Dados_do_Domínio_10</b>							
<b>Elemento</b>	<b>Dados do Domínio</b>							
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-48							
<b>O que fazer</b>	Apresentar os requisitos do domínio que ainda não são cobertos pela AR. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber quais requisitos não foram considerados na AR.							
<b>Como representar</b>	<p><b>Ttextual:</b> Apresentar uma subseção “Requisitos do domínio não cobertos” na seção “Dados do Domínio” e inserir um quadro “Requisitos do domínio não cobertos x Motivo”</p> <p>Exemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Requisito do domínio não coberto</th> <th>Motivo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>y</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Gráfica:</b></p>		Requisito do domínio não coberto	Motivo	x	y	...	...
Requisito do domínio não coberto	Motivo							
x	y							
...	...							
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar requisitos do domínio não cobertos pela AR. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação</b> .							
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-dd-7</b>							
	<b>Remoção: -</b>							
	<b>Modificação: R-dd-8</b>							
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural							

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-7</b>
--------------------------	---------------

<b>Evento</b>	Adicionar componente Requisitos do Domínio Não Cobertos
<b>Condição</b>	Existe documento de requisitos do domínio e existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso não exista subseção “Requisitos do Domínio Não Cobertos” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Requisitos do Domínio Não Cobertos” na seção “Dados do Domínio”.</li> <li>○ Inserir um quadro e preencher com os dados conforme em <b>Como representar</b>.</li> </ul> </li> <li>• Caso exista <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inserir dados no quadro conforme apresentado em <b>Como representar</b>.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-8</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Requisitos do Domínio Não Cobertos pela AR
<b>Condição</b>	Existe subseção “Requisitos do Domínio Não Cobertos”
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação dos requisitos, inserção de requisitos ou deleção de requisitos caso já tenham sido implementados)).</li> </ul>

## Decisão Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Decisão_Arquitetural_1</b>							
<b>Elemento</b>	<b>Decisão Arquitetural</b>							
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-9; 3-42							
<b>O que fazer</b>	Apresentar as decisões em aberto, relatando o porquê cada uma está em aberto ou refinar as informações das decisões em aberto já levantadas.							
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever as decisões em aberto e a justificativa de cada uma em uma subseção denominada “Decisão Arquitetural em Aberto” da seção “Decisão Arquitetural”. Alternativamente, representar por meio de um quadro (Decisão em aberto X Justificativa).</p> <p>Exemplo:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Decisão Arquitetural em Aberto</td> <td>Justificativa</td> </tr> <tr> <td>Decisão X</td> <td>Descrição</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </table> <p><b>Gráfica:</b> -</p>		Decisão Arquitetural em Aberto	Justificativa	Decisão X	Descrição	...	...
Decisão Arquitetural em Aberto	Justificativa							
Decisão X	Descrição							
...	...							
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação</b> .							
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-dea-1; R-dea-2</b>							
	<b>Remoção: R-Remoção</b>							

	<b>Modificação: R-dea-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dea-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento “Decisão Arquitetural”
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma seção denominada “Decisão Arquitetural” na descrição geral da AR.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dea-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Decisão Arquitetural em aberto.
<b>Condição</b>	Existe seção “Decisão Arquitetural” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso não exista subseção “Decisões Arquiteturais em Aberto” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Decisões Arquiteturais em Aberto” na seção “Decisões Arquiteturais”. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para cada decisão arquitetural em aberto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrever a decisão arquitetural em aberto, conforme proposto em <b>Como representar</b>.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Caso exista subseção “Decisões Arquiteturais em Aberto” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Para cada decisão arquitetural em aberto <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descrever a decisão arquiteteturais em aberto, conforme proposto em <b>Como representar</b>.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dea-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Decisão Arquitetural em Aberto.
<b>Condição</b>	Existe seção “Decisão Arquitetural em Aberto”.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes da decisão em aberto, adicionar novos componentes e relacionamentos na decisão arquitetural em aberto (Executar R-dea-2)).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Decisão_Arquitetural_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Decisão Arquitetural</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-33; 3-34; 3-52
<b>O que fazer</b>	Apresentar as decisões arquiteturais tomadas durante a elaboração da AR ou melhorar as informações existentes. Representar essas decisões por meio de visão gráfica e atualizar a Matriz de Rastreabilidade.

<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> - <b>Gráfica:</b> Guessi <i>et al</i> (2014a) indicam a Visão de Decisão Cronológica e a Visão de Decisão de <i>Stakeholders</i> para mostrar decisões arquiteturais representadas, respectivamente, por meio dos seguintes modelos arquiteturais Diagrama de Estados e Diagrama de Casos de Uso.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-dea-4</b>
	<b>Remoção: R-vi-3</b>
	<b>Modificação: R-vi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural, Matriz de Rastreabilidade

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dea-4</b>
<b>Evento</b>	Evento: Adicionar elemento Decisão Arquitetural
<b>Condição</b>	Condição: -
<b>Ação</b>	Ação: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escolher Tipo de Modelo.</li> <li>• Executar R-vi-1</li> <li>• Executar R_Adicação.</li> </ul>

Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_1</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>	
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-2 até 1-5;	
<b>O que fazer</b>	Apresentar informações específicas da AR.	
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever as informações específicas da AR em um quadro no início da descrição geral da AR. Exemplo:	
	Data de Lançamento	X
	Histórico de Versões	X
	Proprietário	X
	Histórico de Alterações	X
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação.</b>	

<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-da-1; R-da-2</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-da-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar Informações específicas da descrição arquitetural.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar quadro de informações específicas no início da descrição geral da AR.</li> <li>• Para cada informação específica <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Executar R-da-2</li> </ul> </li> <li>• Executar R_Adição</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Informação Específica na descrição arquitetural.
<b>Condição</b>	Existe quadro de Informações Específicas no início da descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicionar o identificador da informação específica em uma coluna.</li> <li>• Adicionar informação específica na coluna seguinte.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Informação Específica da descrição arquitetural.
<b>Condição</b>	Existe quadro de Informações Específicas no início da descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de identificadores ou adicionar novas informações (Executar R-da-2).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-1;1-6;1-7
<b>O que fazer</b>	Apresentar na descrição geral da AR seus objetivos, escopo e o domínio ao qual pertence.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever na parte introdutória da descrição geral da AR, um ou dois parágrafos contendo as informações supracitadas. <b>Gráfica:</b> -

<b>Como fazer</b>	<b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE e executar operações de interesse: Adição ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-da-4</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-da-5</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-4</b>
<b>Evento</b>	Adicionar informações da descrição arquitetural.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso não exista descrição geral da AR <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Criar parágrafo apresentando a AR</li> </ul> </li> <li>• Criar um ou dois parágrafo para descrever os objetivos, escopo e o domínio da AR.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-5</b>
<b>Evento</b>	Modificar informação da descrição arquitetural.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de identificadores ou informações).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_3</b>
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-8;1-10;1-11
<b>O que fazer</b>	Apresentar material adicional, caso exista, para o entendimento da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Inserir o conteúdo das fontes de informação em um apêndice da descrição da AR, denominado “Apêndice Fontes de Informação”, para facilitar o entendimento do seu contexto. Sugere-se também criar um glossário com todos os termos importantes do domínio em que a AR está inserida e uma breve descrição de cada um em um apêndice denominado “Apêndice Glossário de Termos”.
<b>Como fazer</b>	<b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE e executar operações de interesse: Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras</b>	<b>Adição: R-da-6</b>

<b>de evolução</b>	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-da-7
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural.

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-6</b>
<b>Evento</b>	Adicionar fontes de informação para melhorar o entendimento do contexto da AR.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir Apêndice Glossário de Termos na descrição da AR.</li> <li>• Inserir Apêndice Fontes de Informação na descrição da AR com conteúdo de cada fonte de informação utilizada para a construção e evolução da AR.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-7</b>
<b>Evento</b>	Modificar conteúdo dos Apêndices da descrição da AR para melhorar o seu entendimento.
<b>Condição</b>	Existem Apêndices na Descrição arquitetural da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar as modificações necessárias (ex: modificação de informações já existentes ou inserir outras informações (executar R_da_6)).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_4</b>
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-8;2-9; 3-45
<b>O que fazer</b>	Apresentar a AR de maneira mais detalhada e consistente com o nível de abstração pretendido. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber por quais das partes envolvidas a AR não está sendo compreensível.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> <b>Gráfica:</b>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar o detalhamento e nível de abstração necessário da AR. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> , selecionando diretrizes que podem ajudar a atender os problemas da AR descritos nos comentários da avaliação referentes às questões do FERA tratados por esta diretriz.
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
	<b>Remoção:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .

	<b>Modificação:</b> conforme indicado em <b>Como fazer</b> .
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_5</b>
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-27
<b>O que fazer</b>	Apresentar os benefícios de usar a AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever os benefícios de uso da AR em uma seção denominada “Benefícios do uso da AR” na descrição geral da AR.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-da-8</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-da-9</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-8</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Benefícios do Uso da AR.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir seção na descrição geral da AR denominada “Benefícios do uso da AR” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever o(s) benefícios.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-9</b>
<b>Evento</b>	Modificar elementos de Benefícios de Uso da AR
<b>Condição</b>	Existe uma seção “Benefícios do uso da AR” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de identificadores ou complementar com benefícios observados durante o ciclo de vida a AR).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_6</b>
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>

<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-43
<b>O que fazer</b>	Apresentar possíveis inconsistências na descrição da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever as possíveis inconsistências na descrição da AR em uma seção “Inconsistência na Descrição” na descrição geral da AR. <b>Gráfica:</b> -
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-da-10</b>
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação: R-da-11</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-10</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Inconsistência na Descrição da AR.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir seção na descrição geral da AR denominada “Inconsistência na Descrição da AR” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever a(s) inconsistências na descrição da AR.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-11</b>
<b>Evento</b>	Modificar elementos de Inconsistências na Descrição da AR.
<b>Condição</b>	Existe uma seção “Inconsistência na descrição da AR” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de identificadores ou adicionar novas inconsistências conhecidas (executar R-da-10).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Descrição_Arquitetural_7</b>
<b>Elemento</b>	<b>Descrição Arquitetural</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	4-3
<b>O que fazer</b>	Apresentar itens da documentação que ainda não foram documentados e para cada item descrever o que falta ser documentado.

<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever as informações não documentadas em uma seção denominada “Não documentado” da descrição geral da AR. <b>Gráfica:</b> -
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação e ou analisar. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-da-12</b>
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação: R-da-13</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-12</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Informações não documentadas na AR.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir, no final da descrição geral da AR, seção denominada “Não Documentado”.</li> <li>• Para cada elemento que ainda não foi documentado <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever o que deve ser feito.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-da-13</b>
<b>Evento</b>	Modificar informações que precisam ser documentadas na AR.
<b>Condição</b>	Existe uma seção “Não Documentado” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de identificadores ou de informações já existentes que ainda não foram documentadas; ou eliminar cada elemento a medida que forem sendo documentados ou eliminar a seção caso todos os elementos nela descritos tenham sido documentados).</li> </ul>

## Evolução

<b>Diretriz</b>	<b>D_Evolução_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Evolução</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-15, 3-35, 4-1, 4-2

<b>O que fazer</b>	Na ISO/IEC 25010 (2011) <sup>3</sup> são apresentadas subcaracterísticas de manutenibilidade, assim durante a evolução de ARs é recomendável considerá-las de maneira transversal a fim de evitar a degradação da AR.
<b>Como representar</b>	A seguir são indicadas as Visões e artefatos que auxiliam na representação das subcaracterísticas Modularidade, Reusabilidade, Analisabilidade e Modificabilidade e que devem ser consideradas na documentação de uma AR: <b>Modularidade:</b> Visão de Módulo (Nakagawa <i>et al.</i> , 2014) <b>Reusabilidade:</b> Visão de Variabilidade (Nakagawa <i>et al.</i> , 2014) <b>Analisabilidade e Modificabilidade:</b> Matriz de Rastreabilidade (artefato do ProSA-RA-DE), Representação de Correspondência (D_Correspondência_1) e Regras de Correspondência (D_Regra_de_Correspondência_1)
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-vi-1; R-vi-2; R-cor-1; R-regcor-1</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-vi-4; R-cor-3; R-regcor-3</b>
<b>Artefatos Atualizados</b>	Descrição Arquitetural, Matriz de Rastreabilidade

Fonte de informação

<b>Diretriz</b>	<b>D_Fonte_de_Informação_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Fonte de Informação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-1; 2-2; 2-3; 2-4
<b>O que fazer</b>	Apresentar os regulamentos legais, os padrões internacionais, as políticas e regras da empresa, as melhores práticas e diretrizes utilizadas para criar e representar a AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever os regulamentos legais, os padrões internacionais, as políticas e regras da empresa, as melhores práticas e diretrizes utilizadas para criar e representar a AR em uma subseção denominada “Regulamentos legais, Padrões internacionais, Políticas e Regras da empresa, Melhores práticas e diretrizes Utilizadas” da seção “Fonte de Informação”.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação suficientes ou se quer analisar as fontes de informações existentes. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-fi-1; R-fi-2</b>
	<b>Remoção: -</b>

<sup>3</sup> ISO. ISO/IEC 25010 - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE): System and software quality models. 2011

	<b>Modificação: R-fi-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-fi-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Fonte de Informação.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma seção denominada “Fonte de Informação” na descrição geral da AR.</li> <li>• Executar R-fi-2</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-fi-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Fonte de Informação.
<b>Condição</b>	Existe seção “Fonte de Informação” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso não exista subseção “Regulamentos legais, Padrões internacionais, Políticas e Regras da empresa, Melhores práticas e diretrizes Utilizadas” <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Criar uma subseção denominada “Regulamentos legais, Padrões internacionais, Políticas e Regras da empresa, Melhores práticas e diretrizes Utilizadas” na seção “Fonte de informação”.</li> </ul> </li> <li>• Descrever cada fonte de informação utilizada para criar e representar a AR.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-dd-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Fonte de Informação
<b>Condição</b>	Existe subseção “Regulamentos legais, Padrões internacionais, Políticas e Regras da empresa, Melhores práticas e diretrizes Utilizadas”
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias em componentes da subseção “Regulamentos legais, Padrões internacionais, Políticas e Regras da empresa, Melhores práticas e diretrizes Utilizadas” (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos componentes de correspondência (Executar R-fi-2)</li> </ul>

#### Instanciação

<b>Diretriz</b>	<b>D_Instanciação_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Instanciação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-5; 4-4
<b>O que fazer</b>	Apresentar claramente todos os pontos de vista e visões para permitir o entendimento da AR de forma completa, para que seja possível analisar a possibilidade de instanciar a AR no tempo e orçamento disponíveis. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do

	FERA tratados por esta diretriz para saber quais visões não estão bem representadas e que estão dificultando a instanciação da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> - <b>Gráfica:</b> -
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> -
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-vi-4, R-ponvi-4
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Instanciação_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Instanciação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-13; 3-24
<b>O que fazer</b>	Apresentar as diretrizes de instanciação da AR e/ou estudos de caso ou também exemplos, descrevendo uma instanciação baseada na descrição da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever em uma subseção denominada “Diretrizes de Instanciação” da seção “Instanciação” as diretrizes para auxiliarem na instanciação da AR. Inserir apêndice com estudos de caso e exemplos de instâncias da AR.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> R-ins-1; R-ins-2; R-ins-4
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-ins-3; R-ins-5
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Instanciação da AR.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.

<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir uma seção denominada “Instanciação” na descrição geral da AR</li> </ul>
-------------	--

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente Diretrizes de Instanciação da AR.
<b>Condição</b>	Existe seção “Instanciação” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir uma subseção denominada “Diretrizes de Instanciação” na seção “Instanciação” da descrição geral da AR <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever diretrizes que forneçam passo-a-passo de como instanciar a AR.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Diretrizes de Instanciação da AR.
<b>Condição</b>	Existe uma subseção denominada “Diretrizes de Instanciação” na seção “Instanciação”.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias na subseção “Diretrizes de instanciação” da AR. (ex: modificação de informações já existentes ou inserir diretrizes (ex: R-ins-2)).</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-4</b>
<b>Evento</b>	Adicionar apêndice denominado “Estudo de caso / Exemplo de instanciação” da AR.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir Apêndice “Estudo de caso / Exemplo de instanciação” na descrição da AR contendo estudos de caso e exemplos de instâncias da AR.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-5</b>
<b>Evento</b>	Modificar estudos de caso ou exemplos de instanciação da AR
<b>Condição</b>	Existe Apêndice “Estudo de caso / exemplo de instanciação” da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias no Apêndice “Estudo de caso / exemplo de instanciação” da AR.</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Instanciação_3</b>
<b>Elemento</b>	<b>Instanciação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-16
<b>O que fazer</b>	Apresentar informações sobre os pré-requisitos para instanciação.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever em uma subseção denominada “Pré-requisitos de instanciação” na seção “Instanciação” da descrição geral da AR os pré-requisitos que possibilitam a instanciação da AR

	em ambiente específico.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação ou é necessário analisar pré-requisitos de instanciação da AR. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-ins-6</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-ins-7</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-6</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Pré-requisitos de Instanciação.
<b>Condição</b>	Existe seção “Instanciação” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso não exista subseção “Pré-requisito de Instanciação” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Pré-requisito de Instanciação” na seção “Instanciação”.</li> </ul> </li> <li>• Para cada pré-requisito de instanciação <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever este na subseção supracitada.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-7</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Pré-requisitos de Instanciação.
<b>Condição</b>	Existe subseção “Pré-requisito de Instanciação” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos pré-requisitos de instanciação (Executar R-ins-6)).</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Instanciação_4</b>
<b>Elemento</b>	<b>Instanciação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-26
<b>O que fazer</b>	Apresentar estimativas para a implementação da AR, baseadas em uma equipe que tenha bom conhecimento nas tecnologias utilizadas.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever as informações supracitadas em uma subseção denominada “Estimativa de Esforço para Implementação da AR” da seção “Instanciação” na descrição geral da AR.

<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-ins-8</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-ins-9</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-8</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente Estimativa de Esforço para Implementação da AR.
<b>Condição</b>	Existe seção “Instanciação”.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir uma subseção denominada “Estimativa de Esforço para Implementação” na seção “Instanciação” da descrição geral da AR <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever as estimativas para implementar a AR, tomando como base uma equipe que tenha bom conhecimento nas tecnologias utilizadas.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ins-9</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Estimativas de Esforço para Implementação da AR.
<b>Condição</b>	Existe subseção denominada “Estimativas de Esforço para Implementação” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias na subseção “Estimativa de Esforço para Implementação”.</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Instanciação_5</b>
<b>Elemento</b>	<b>Instanciação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-30; 3-31;
<b>O que fazer</b>	Apresentar visões que permitam criar e mensurar cronograma de instanciação e implementação da AR e os recursos necessários para o desenvolvimento de sistemas nela baseados.
<b>Como representar</b>	<b>Gráfica:</b> Apresentar Visões, como Visão de Módulo e Visão de Implantação.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar fontes de informação relacionadas à instanciação e implementação da AR. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução

	de interesse: <b>Adição.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-vi-1</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-vi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Instanciação_6</b>
<b>Elemento</b>	<b>Instanciação</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-49
<b>O que fazer</b>	Evoluir AR para permitir sua instanciação, levando em consideração as restrições do domínio e de instanciação. Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratados por esta diretriz para saber quais restrições dos contextos do domínio e de instanciação não estão permitindo a construção da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual: -</b>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas ou é necessário analisar restrições de domínio e de instanciação. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> , selecionando diretrizes que podem ajudar a atender os problemas da AR descritos nos comentários da avaliação referentes às questões do FERA tratados por esta diretriz.
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> conforme indicado em <b>Como fazer.</b>
	<b>Remoção:</b> conforme indicado em <b>Como fazer.</b>
	<b>Modificação:</b> conforme indicado em <b>Como fazer.</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

Interessado

<b>Diretriz</b>	<b>D_Interessado_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Interessado</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-12; 3-1; 3-2; 3-8

<b>O que fazer</b>	Apresentar os interessados na AR e em sua instanciação.								
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever todos os interessados na AR por meio de um quadro na seção denominada “Interessados/Interesses”. Nesse momento, é uma boa prática apresentar os interesses de cada interessado.</p> <p>Exemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Interessados</th> <th>Interesses (opcional neste momento)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Interessado 1</td> <td>Interesse 1, Interesse 2</td> </tr> <tr> <td>Interessado 2</td> <td>Interesse 3</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Gráfica:</b> Utilizar o Diagrama de Casos de Uso da UML e apresentar todos os interessados como atores e os interesses como casos de uso.</p>	Interessados	Interesses (opcional neste momento)	Interessado 1	Interesse 1, Interesse 2	Interessado 2	Interesse 3	...	...
Interessados	Interesses (opcional neste momento)								
Interessado 1	Interesse 1, Interesse 2								
Interessado 2	Interesse 3								
...	...								
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>								
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<p><b>Adição: R-intdo-1; R-intdo-2</b></p> <p><b>Remoção: R-Remoção.</b></p> <p><b>Modificação: R-intdo-3</b></p>								
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural								

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-intdo-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Interessado/Interesse
<b>Condição</b>	Existe interessado/interesse que deve ser representado.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escolher o tipo de representação (textual ou gráfica) para apresentar os interessados/interesses da AR. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Criar seção “Interessados/Interesses” na representação geral da AR</li> <li>■ Para cada Interessado/Interesse <ul style="list-style-type: none"> <li>● Executar R-intdo-2.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Escolher Tipo de Modelo (por exemplo, Diagrama de casos de uso)</li> <li>■ Executar R-vi-1.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● Executar R-Adição.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-intdo-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente Interesse/Interessado.
<b>Condição</b>	Existe representação textual para Interesses/Interessados da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inserir o Interessado na coluna “Interessado” do quadro desta seção (ver <b>Como</b></li> </ul>

	<p><b>representar</b>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso seja possível, apresentar os interesses em uma coluna “Interesses”.</li> </ul>
--	--

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-intdo-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Interesse/Interessado.
<b>Condição</b>	Existe representação (textual ou gráfica) dos Interessados/Interesses da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de identificadores ou de informações, ou adicionar novas informações (executar R-intdo-2).</li> </ul> </li> <li>• Caso representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-4</li> </ul> </li> </ul>

## Interesse

<b>Diretriz</b>	<b>D_Interesse_1</b>								
<b>Elemento</b>	<b>Interesse</b>								
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-13								
<b>O que fazer</b>	Apresentar os interesses dos interessados na AR.								
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever todos os interesses por meio de um quadro em uma seção denominada “Interessados/Interesses” e associá-los aos seus interessados. Exemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Interessados</th> <th>Interesses</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Interessado 1</td> <td>Interesse 1, Interesse 2</td> </tr> <tr> <td>Interessado 2</td> <td>Interesse 3</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Gráfica:</b> Utilizar o Diagrama de Casos de Uso da UML e apresentar todos os interessados como atores e os interesses como casos de uso; e associar os autores aos respectivos casos de uso de interesse.</p>	Interessados	Interesses	Interessado 1	Interesse 1, Interesse 2	Interessado 2	Interesse 3	...	...
Interessados	Interesses								
Interessado 1	Interesse 1, Interesse 2								
Interessado 2	Interesse 3								
...	...								
<b>Como fazer</b>	<b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE e executar operações de interesse: Remoção ou Modificação.</b>								
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-intdo-1</b>								
	<b>Remoção: R-Remoção</b>								
	<b>Modificação: R-intdo-3</b>								
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural								

<b>Diretriz</b>	<b>D_Interesse_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Interesse</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-3; 3-4; 3-6
<b>O que fazer</b>	Apresentar todos os interesses de todos os interessados na AR em Pontos de Vistas, inclusive de potenciais interessados na AR instanciada e que esses interesses sejam exclusivamente das partes interessadas específicas do domínio.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Consultar Diretriz “D_Ponto_de_Vista_1” para adicionar novos Pontos de Vistas ou Modificar os existentes representando todos os interesses e remover os não convenientes.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-ponvi-1</b>
	<b>Remoção: R-ponvi-3</b>
	<b>Modificação: R-ponvi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

## Modelo

<b>Diretriz</b>	<b>D_Modelo_1</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Modelo</b>		
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-25; 1-26		
<b>O que fazer</b>	Apresentar a versão de cada modelo que representa uma visão.		
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever, antes de cada modelo, um quadro identificando a versão atual do modelo. Exemplo:</p> <table border="1" data-bbox="432 1621 1010 1680"> <tr> <td>Modelo X</td> <td>Versão 1.0</td> </tr> </table>	Modelo X	Versão 1.0
Modelo X	Versão 1.0		
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação.</b>		
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-mod-1</b>		
	<b>Remoção: -</b>		

	<b>Modificação: R-mod-2</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-mod-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Versão do Modelo.
<b>Condição</b>	Existe(m) modelo(s) não versionado(s).
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada Modelo sem descrição de versão <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inserir quadro de versão em seu cabeçalho.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-mod-2</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Versionamento do Modelo.
<b>Condição</b>	Existe modelo versionado, cuja versão foi atualizada.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar versão do modelo no quadro de versão.</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Modelo_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Modelo</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-7
<b>O que fazer</b>	Apresentar informações detalhadas nos modelos para que os interesses atendidos por seu ponto de vista sejam garantidos. Para isso, consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratados por esta diretriz para saber quais informações devem ser descritas e o nível de detalhe desejável.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> <b>Gráfica:</b>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: -</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-mod-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-mod-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar informação, relacionada ao interesse atendido, dos componentes de cada modelo do ponto de vista.
<b>Condição</b>	Existe pelo menos um modelo para o ponto de vista.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar as modificações necessárias no modelo (ex: detalhar as informações no modelo para representar os interesses do ponto de vista a ele correspondente).</li> </ul>

## Módulo

<b>Diretriz</b>	<b>D_Módulo_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Módulo</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-30; 2-31; 2-32
<b>O que fazer</b>	Apresentar de maneira modular as funcionalidades da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Gráfica:</b> Nakagawa <i>et al.</i> (2014) propõem uma Visão de Módulo associada ao Ponto de Vista Transversal. Adicionalmente, para representar as dependências em tempo de execução, recomenda-se utilizar a Visão de Tempo de Execução como apresentado em Osshiro <i>et al</i> (2017). Ambas visões mencionadas são representadas por meio do Diagrama de Componentes da UML.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-vi-1</b>
	<b>Remoção: R-vi-3</b>
	<b>Modificação: R-vi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural, Matriz de Rastreabilidade

## Ponto de Vista

<b>Diretriz</b>	<b>D_Ponto_de_Vista_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Ponto de Vista</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-15;1-17; 1-16;1-18;1-19;1-20; 2-7
<b>O que fazer</b>	Apresentar informações para identificar e documentar os Pontos de Vista, indicando o que eles pretendem representar e como essa representação pode ser realizada (Tipo de Modelo). Consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber qual Ponto de Vista contém inconsistência ou não é apresentado.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever em uma seção denominada “Pontos de Vista” todos os pontos de vista considerados na AR. Inserir um texto introdutório, como exemplificado a seguir, para cada Ponto de

	<p>Vista da AR, descrevendo informações gerais e informações adicionais relacionadas aos tipos de modelos utilizados, os interesses, os interessados e as visões utilizadas pelo ponto de vista. Os Pontos de Vista devem apresentar um identificador único no formato “Ponto de Vista” + “Nome_do_Ponto_de_vista”.</p> <p>Exemplo (adaptado de Nakagawa <i>et al.</i>, 2014):</p> <p>Ponto de Vista Implantação: Para representar esse ponto de vista, foi criada a Visão de Implantação do SiMuS (FEITOSA, 2013).<sup>4</sup> Essa visão mostra o hardware e o software no ambiente de implantação, assim como o relacionamento entre eles. Esta visão representa os interesses C2, C3, C4 e C5, cujos interessados estão descritos conforme a diretriz D_Interessado_1.</p> <p>Alternativamente, apresentar os tipos de modelo que cada ponto de vista pode utilizar. Sugere-se apresentar um quadro que faça o mapeamento entre os pontos de vista, as visões de cada ponto de vista e os tipos de modelos utilizados para representar cada visão, como apresentado por Nakagawa <i>et al</i> (2014).</p>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-ponvi-1; R-ponvi-2</b>
	<b>Remoção: R-ponvi-3</b>
	<b>Modificação: R-ponvi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma seção denominada “Pontos de Vista” na descrição geral da AR.</li> <li>• Para cada componente de “Pontos de Vista” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-ponvi-2.</li> </ul> </li> <li>• Executar R-Adição.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	Existe seção “Pontos de Vista”.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar na seção “Pontos de Vista” um identificador único no formato “Ponto de Vista” + “Nome_do_Ponto_de_vista”.</li> <li>• Definir e descrever os Tipos de Modelo que podem ser utilizados para representar os modelos arquiteturais de cada visão do Ponto de Vista.</li> <li>• Definir e descrever os interesses e interessados no Ponto de Vista.</li> </ul>

<sup>4</sup> D. Feitosa, Simus - reference architecture for service multirobotics systems. Master’s thesis — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, 2013.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Definir e descrever as visões que representam o Ponto de Vista.</li> <li>● Caso utilize um quadro para representar <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Atualizar o quadro de mapeamento dos Pontos de Vista para incorporar a descrição do componente (ver <b>Como representar</b>).</li> </ul> </li> </ul>
--	---

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-3</b>
<b>Evento</b>	Remover componente de Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	Existe seção “Ponto de Vista” para remover o componente do Ponto de Vista.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● R-Remoção.</li> <li>● Atualizar Matriz de Rastreabilidade.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-ponvi-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Ponto de Vista
<b>Condição</b>	Existe seção “Ponto de Vista” para atualizar componente do Ponto de Vista.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicar as modificações necessárias nos componentes (ex: modificação dos interesses e interessados no Ponto de Vista, adicionar novos componentes no Ponto de Vista (Executar R-ponvi-2) .</li> <li>● Refletir as mudanças na Matriz de Rastreabilidade.</li> </ul>

#### Qualidade

<b>Diretriz</b>	<b>D_Qualidade_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Qualidade</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-6; 2-12 até 2-24
<b>O que fazer</b>	Apresentar ou refinar informações relacionadas às características de qualidade.
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever cada característica de qualidade considerada pela AR em uma seção denominada “Características de Qualidade” na descrição geral da AR.</p> <p><b>Gráfica:</b> Apresentar as características de qualidade, consideradas pela AR, nas representações gráficas pertinentes, de maneira transversal.</p>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação ou analisar fontes de informação relacionadas a qualidade. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-q-1; R-q-2</b>
	<b>Remoção: R-q-4</b>

	<b>Modificação: R-q-2; R-q-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Qualidade.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso representação Textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma seção denominada “Qualidade” na descrição geral da AR. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Executar R-q-2.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Caso representação Gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-q-3</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Característica de Qualidade na representação textual.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma subseção denominada “Características de Qualidade” na seção “Qualidade” na descrição geral da AR.</li> <li>• Para cada componente de qualidade <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever os componentes de qualidade na seção “Características de Qualidade” criada.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-3</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componentes de Característica de Qualidade na representação gráfica.
<b>Condição</b>	Existem visões em que o componente de Qualidade deve ser representado.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada componente de qualidade <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-4.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-4</b>
<b>Evento</b>	Remover componente de Característica de Qualidade na representação gráfica.
<b>Condição</b>	Existem visões em que o componente de Qualidade está representado e deve ser removido.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada componente de qualidade que deve ser removido <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-3.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-5</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Característica de Qualidade na representação textual.
<b>Condição</b>	Existe seção na descrição geral da AR denominada “Características de Qualidade”

<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar as modificações necessárias na representação textual (ex: modificação de nomes de componentes; adicionar, remover ou descrever novos componentes de característica de qualidade)</li> </ul>
-------------	--

<b>Diretriz</b>	<b>D_Qualidade_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Qualidade</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-9
<b>O que fazer</b>	Apresentar requisitos, restrições, padrões e políticas de garantia de qualidade do domínio na representação da AR.
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever cada item de garantia de qualidade considerado na construção da AR em uma subseção denominada “Item de Garantia de Qualidade” da seção “Qualidade” na descrição geral da AR.</p> <p><b>Gráfica:</b> -</p>
<b>Como fazer</b>	<p>Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação ou é necessário analisar fontes de informação relacionadas a requisitos, restrições, padrões e políticas de garantia de qualidade do domínio.</p> <p>Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b></p>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-q-6;</b>
	<b>Remoção: R-Remoção</b>
	<b>Modificação: R-q-7</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-6</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente “Item de Garantia da Qualidade” na descrição textual.
<b>Condição</b>	Existe seção denominada “Qualidade” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caso não exista subseção “Item de Garantia da Qualidade” <ul style="list-style-type: none"> <li>Criar uma subseção denominada “Item de Garantia da Qualidade” na seção “Qualidade” da descrição geral da AR. <ul style="list-style-type: none"> <li>Para cada item <ul style="list-style-type: none"> <li>Descrever o item</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Caso exista subseção “Item de Garantia da Qualidade” <ul style="list-style-type: none"> <li>Para cada item <ul style="list-style-type: none"> <li>Descrever o item</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Executar R-Adição.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-7</b>
--------------------------	--------------

<b>Evento</b>	Modificar componente de Item de Garantia da Qualidade
<b>Condição</b>	Existe subseção “Item de Garantia da Qualidade”
<b>Ação</b>	Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos componentes Item de Garantia da Qualidade (Executar R-q-6)).

<b>Diretriz</b>	<b>D_Qualidade_3</b>
<b>Elemento</b>	<b>Qualidade</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-10
<b>O que fazer</b>	Apresentar os componentes que fazem parte da AR e seu relacionamento em tempo de execução.
<b>Como representar</b>	<b>Gráfica:</b> Utilizar uma Visão de Tempo de Execução, com base na notação do Diagrama de Componentes da UML, como apresentado em Osshiro <i>et al</i> (2017).
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-vi-1</b>
	<b>Remoção: R-vi-3</b>
	<b>Modificação: R-vi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Qualidade_4</b>								
<b>Elemento</b>	<b>Qualidade</b>								
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-17								
<b>O que fazer</b>	Apresentar as características ou subcaracterísticas dos atributos de qualidade mapeados com cada requisito arquitetural da AR.								
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever no quadro de requisitos arquiteturais, os dados supracitados, na subseção “Requisitos Arquiteturais” da seção “Dados do Domínio” da descrição geral da AR. Exemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Requisitos Arquiteturais</th> <th>Conceitos</th> <th>Característica/ Subcaracterística de Qualidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X[1]</td> <td>A AR deve possibilitar ...</td> <td>ConceitoA</td> <td>Manutibilidade/Modularização</td> </tr> </tbody> </table>	ID	Requisitos Arquiteturais	Conceitos	Característica/ Subcaracterística de Qualidade	X[1]	A AR deve possibilitar ...	ConceitoA	Manutibilidade/Modularização
ID	Requisitos Arquiteturais	Conceitos	Característica/ Subcaracterística de Qualidade						
X[1]	A AR deve possibilitar ...	ConceitoA	Manutibilidade/Modularização						

<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> quando não existem fontes de informação relacionadas a características e subcaracterísticas dos atributos de qualidade. Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> -
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-dd-3
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Diretriz</b>	<b>D_Qualidade_5</b>
<b>Elemento</b>	<b>Qualidade</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-50
<b>O que fazer</b>	Apresentar, caso exista, o processo para garantir a conformidade da arquitetura de referência com os requisitos de atributo de qualidade.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever em uma subseção denominada “Processo Garantia de Conformidade” da seção “Qualidade” o processo utilizado para garantir a conformidade da AR com os requisitos de atributos de qualidade definidos no momento da representação dos requisitos arquiteturais. <b>Gráfica:</b>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Analisar Fontes de Informação do ProSA-RA-DE</b> para analisar as fontes de informação: ISO/IEC 25010 (2011). Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> R-q-8
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-q-9
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-8</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente do Processo para Garantir a Conformidade com Requisitos de Atributos de Qualidade.
<b>Condição</b>	Existe seção denominada “Qualidade”.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não exista subseção “Processo Garantia de Conformidade” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Processo Garantia de Conformidade” na seção “Qualidade” na descrição geral da AR. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descrever o processo baseado nas fontes de informação.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso exista subseção “Processo Garantia de Conformidade” <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Descrever o processo baseado nas fontes de informação.</li> </ul> </li> <li>• Executar R-Adição.</li> </ul>
--	--

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-q-9</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente do Processo para Garantir a Conformidade com Requisitos de Atributos de Qualidade.
<b>Condição</b>	Existe subseção “Processo Garantia de Conformidade” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias (ex: atualização da descrição do processo para garantir a conformidade com requisitos de atributos de qualidade).</li> </ul>

Regra de Correspondência

<b>Diretriz</b>	<b>D_Regra_de_Correspondência_1</b>																																			
<b>Elemento</b>	<b>Regra de Correspondência</b>																																			
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-26, 2-27																																			
<b>O que fazer</b>	Apresentar regras de correspondência, que expressam uma restrição, às correspondências.																																			
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever em uma subseção “Regra de Correspondência” da seção “Correspondência” apresentando um identificador e a descrição da regra de correspondência, por exemplo:</p> <p><b>R1:</b> Cada elemento de software, <i>ei</i>, definido por um componente de Software precisa ser executado em uma ou mais plataformas, <i>pj</i>, conforme definido pelo Hardware (ISO/IEC 42010, 2011)<sup>5</sup></p> <p>Na planilha ou quadro onde são apresentadas as Correspondências, inserir uma coluna <b>R(regra)</b> para cada elemento e inserir o identificador da regra de correspondência relacionada.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Elemento1</th> <th>R</th> <th>Elemento2</th> <th>R</th> <th>Elemento3</th> <th>R</th> <th>Elemento4</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Requisito1</td> <td>X</td> <td>R1</td> <td>X</td> <td>R1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Requisito2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>R2</td> <td>X</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pode-se utilizar um quadro que apresenta um identificador único para a correspondência e a regra de correspondência relacionada e também o relacionamento entre os elementos, por exemplo:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">(requisito) possui correspondência com (elemento)</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Ver Regra: R1</b></td> </tr> <tr> <td>Requisito1</td> <td>Elemento1, Elemento2</td> </tr> <tr> <td>Requisito2</td> <td>Elemento3, Elemento4</td> </tr> </table> <p>Alternativamente, utilizando a notação de conjuntos, identificar na correspondência a regra de correspondência, por exemplo:</p>		Elemento1	R	Elemento2	R	Elemento3	R	Elemento4	R	Requisito1	X	R1	X	R1					Requisito2					X	R2	X	-	(requisito) possui correspondência com (elemento)		<b>Ver Regra: R1</b>		Requisito1	Elemento1, Elemento2	Requisito2	Elemento3, Elemento4
	Elemento1	R	Elemento2	R	Elemento3	R	Elemento4	R																												
Requisito1	X	R1	X	R1																																
Requisito2					X	R2	X	-																												
(requisito) possui correspondência com (elemento)																																				
<b>Ver Regra: R1</b>																																				
Requisito1	Elemento1, Elemento2																																			
Requisito2	Elemento3, Elemento4																																			

<sup>5</sup> ISO. ISO/IEC/IEEE Systems and software engineering { Architecture description. ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E) (Revision of ISO/IEC 42010:2007 and IEEE Std 1471-2000) pp. 1-46} (2011).

	<p>Correspondência (<b>R1</b>) = { (requisito1, elemento1), (requisito1, elemento2), (requisito2, elemento3), (elemento2, requisito4).</p> <p><b>Gráfica:</b> Alternativamente, utilizar um Diagrama de Componentes da UML para apresentar as correspondências e suas regras de correspondência.</p>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-regcor-1; R-regcor-2</b>
	<b>Remoção: R-Remoção</b>
	<b>Modificação: R-regcor-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Matriz de Rastreabilidade, Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-regcor-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente Regra de Correspondência.
<b>Condição</b>	Existe seção “Correspondência” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não exista subseção “Regra de Correspondência” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma subseção denominada “Regra de Correspondência” na seção “Correspondência”.</li> </ul> </li> <li>● Para cada regra de correspondência <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever regra de correspondência. (ver <b>Como representar</b>)</li> </ul> </li> <li>● Escolher o tipo de representação (textual ou gráfica) para mostrar as Regras de Correspondência da AR.</li> <li>● Criar a representação, conforme escolhido no passo anterior.</li> <li>● Para cada Regra de Correspondência <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-regcor-2</li> </ul> </li> <li>● Executar R_Adição</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-regcor-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente Regra de Correspondência.
<b>Condição</b>	Existe representação (textual ou gráfica) para as Regras de Correspondência entre os componentes da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso o componente Regra de correspondência deva ser inserido na representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ No quadro da seção “Correspondência”, identificar qual regra de correspondência governa os componentes de correspondência e preencher com o identificador ( ver <b>Como representar</b>).</li> <li>○ Na notação de conjuntos, identificar a regra de correspondência relacionada e preencher com o identificador (<b>ver Como representar</b>).</li> </ul> </li> <li>● Caso o componente regra de correspondência deva ser inserido na representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escolher Tipo de Modelo (Diagrama de Componentes da UML).</li> <li>○ Executar R-vi-1 ou Executar R-vi-4.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-regcor-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente Regra de Correspondência
<b>Condição</b>	Existe representação (textual ou gráfica) para a(s) Regra(s) de Correspondência entre os elementos da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso o componente Regra de correspondência deva ser modificado na representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ No quadro da seção “Correspondência”, identificar qual regra de correspondência será modificada e aplicar modificações necessárias.</li> <li>○ Na notação de conjuntos, identificar a regra de correspondência relacionada será modificada e aplicar modificações necessárias.</li> </ul> </li> <li>• Caso o componente regra de correspondência deva ser modificado na representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-4.</li> </ul> </li> </ul>

### Risco ou Ameaça

<b>Diretriz</b>	<b>D_Risco_Ameaça_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Risco ou Ameaça</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-14; 3-25
<b>O que fazer</b>	Apresentar de forma clara as ameaças ao utilizar a AR, bem como os riscos ao longo do ciclo de vida da AR para as partes interessadas.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever as ameaças ao se utilizar a AR em uma seção “Riscos e Ameaças” da descrição geral da AR. Caso haja muitos riscos para os interessados, um quadro (Interessado x Risco) pode ser apresentado, facilitando a identificação desses riscos.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-roa-1</b>
	<b>Remoção: R-Remoção</b>
	<b>Modificação: R-roa-2</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-roa-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Riscos ou Ameaças.
<b>Condição</b>	Existe risco ou ameaça ao se utilizar a AR para ser descrito.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma seção denominada “Riscos e Ameaças” na descrição geral da AR.</li> <li>• Para cada risco ou ameaça identificada <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever, de maneira clara, os riscos ou ameaças na seção “Riscos e</li> </ul> </li> </ul>

	Ameaças”.
--	-----------

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-roa-2</b>
<b>Evento</b>	Modificar elemento Riscos ou Ameaças.
<b>Condição</b>	Existe seção “Riscos e Ameaças” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar as modificações necessárias na seção “Riscos e Ameaças” (ex: adicionar novos riscos ou ameaças, modificar riscos ou ameaças existentes).</li> </ul>

#### Solução Técnica

<b>Diretriz</b>	<b>D_Solução_Técnica_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Solução Técnica</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	2-33
<b>O que fazer</b>	Apresentar os elementos de hardware necessários para a instanciação da AR.
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever os elementos de Hardware necessários para a instanciação da AR, bem como suas configurações em uma seção denominada “Solução Técnica”.</p> <p><b>Gráfica:</b> Caso seja necessário um maior nível de detalhe, apresentar uma visão de Implantação que mostre os elementos de Hardware e os relacionamentos desses com os elementos da AR, além das possíveis tecnologias a serem utilizadas.</p>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-st-1; R-st-2; R-st-3</b>
	<b>Remoção: R-Remoção</b>
	<b>Modificação: R-st-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-st-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Solução Técnica.
<b>Condição</b>	Existe descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar uma seção denominada “Solução Técnica” na descrição geral da AR.</li> <li>• Escolher o tipo de representação (textual ou gráfica) para mostrar as soluções técnicas da AR.</li> <li>• Criar a representação, conforme escolhido no passo anterior.</li> <li>• Caso o componente deva ser inserido na representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-st-3.</li> </ul> </li> <li>• Caso o componente deva ser inserido na representação gráfica</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-st-4.</li> <li>● Executar R_Adição.</li> </ul>
--	--

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-st-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Solução Técnica na representação textual.
<b>Condição</b>	Existe seção “Solução técnica” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Para cada componente de solução técnica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever os componentes de solução técnica na seção “Solução técnica”.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-st-3</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componentes de Solução Técnica na representação gráfica.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escolher Tipo de Modelo</li> <li>● Executar R-vi-1.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-st-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Solução Técnica
<b>Condição</b>	Existe representação (textual ou gráfica) para componentes de Solução Técnica
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso exista representação textual <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, adicionar novos componentes de solução técnica).</li> </ul> </li> <li>● Caso exista representação gráfica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-4.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Solução_Técnica_2</b>					
<b>Elemento</b>	<b>Solução Técnica</b>					
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-28					
<b>O que fazer</b>	Apresentar os componentes de prateleira (OTS) ou Open Source (OSS) necessários para implementar partes da AR, caso seja possível utilizá-los.					
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever em um quadro, na seção “Solução técnica”, cada parte da AR que pode ser implementada utilizando componentes de prateleira ou open source, sendo que várias partes podem ser implementadas por um componente.</p> <p>Exemplo:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Parte da AR</b></td> <td style="width: 50%;"><b>É implementada por Componente(s) OTS ou OSS</b></td> </tr> <tr> <td>Parte X</td> <td>Componente A</td> </tr> </table>		<b>Parte da AR</b>	<b>É implementada por Componente(s) OTS ou OSS</b>	Parte X	Componente A
<b>Parte da AR</b>	<b>É implementada por Componente(s) OTS ou OSS</b>					
Parte X	Componente A					

	<table border="1"> <tr> <td>Parte Y</td> <td>Componente B, Componente C</td> </tr> </table>	Parte Y	Componente B, Componente C
Parte Y	Componente B, Componente C		
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição ou Modificação.</b>		
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-st-5</b>		
	<b>Remoção: -</b>		
	<b>Modificação: R-st-6</b>		
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural		

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-st-5</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente no quadro de Solução Técnica.
<b>Condição</b>	Existe componente de prateleira ou open source que pode ser utilizado para implementar a AR e existe seção “Solução Técnica” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preencher quadro na seção “Solução Técnica” conforme apresentado em <b>Como representar.</b></li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-st-6</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente no quadro de Solução Técnica
<b>Condição</b>	Existe componente de prateleira ou open source representado.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar modificações necessárias no quadro da seção “Solução Técnica” relacionado a componentes de prateleira e open source.</li> </ul>

### Teste

<b>Diretriz</b>	<b>D_Teste_1</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Teste</b>	
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-39;	3-40
<b>O que fazer</b>	Apresentar de maneira clara os componentes nas visões, possibilitando que os interessados em testes analisem o que é necessário para testar cada uma dessas partições e os critérios de sucesso de teste para a AR.	
<b>Como representar</b>	<b>Gráfica:</b> Cada visão da AR deve ser representada de forma clara, coesa e consistente.	

<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> -
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-t-1
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-t-1</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Visão.
<b>Condição</b>	Existe visão para ser refatorada.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada visão existente <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analisar se há necessidade de refatorar componentes da Visão.</li> <li>○ Caso seja necessário refatoração <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Executar R-vi-4</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Testes_2</b>
<b>Elemento</b>	<b>Teste</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-41
<b>O que fazer</b>	Apresentar na descrição geral da AR, na seção relacionada ao domínio, os principais desafios relacionados ao domínio, de maneira que seja possível analisar como esses desafios afetam os testes da AR.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever na seção “Dados do Domínio” na descrição geral da AR os desafios que o domínio traz e que refletirão nos testes realizados na AR.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> -
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> R-t-2
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-t-2</b>
<b>Evento</b>	Modificar componentes da descrição do domínio.
<b>Condição</b>	Existe seção “Dados do Domínio” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicionar ou modificar informações relacionadas aos desafios do domínio na seção “Dados do Domínio” na descrição geral da AR.</li> </ul>

<b>Diretriz</b>	<b>D_Teste_3</b>
<b>Elemento</b>	<b>Teste</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	3-44
<b>O que fazer</b>	Apresentar as abordagens e os artefatos de teste selecionados como os mais adequados para testar a AR, de forma que sejam consistentes com a descrição da AR.
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever as abordagens e artefatos de teste em uma seção denominada “Abordagem de Teste” na descrição geral da AR.</p> <p><b>Gráfica:</b></p>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-t-3</b>
	<b>Remoção: -</b>
	<b>Modificação: R-t-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-t-3</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento de Abordagens de Teste.
<b>Condição</b>	Existe abordagens e artefatos de teste para serem descritos.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar seção “Abordagem de Teste” na descrição geral da AR <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrever as abordagens e artefatos de teste da AR.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-t-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar componentes de Abordagens de Teste
<b>Condição</b>	Existe seção “Abordagem de Teste” na descrição geral da AR.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicionar ou modificar informações relacionadas as abordagens e artefatos de teste na</li> </ul>

	seção “Abordagem de Teste” na descrição geral da AR.
--	--

## Tipo de Modelo

<b>Diretriz</b>	<b>D_Tipo_de_Modelo_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Tipo de Modelo</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-26; 2-11
<b>O que fazer</b>	Apresentar notação bem conhecida para cada tipo de modelo utilizado na descrição de cada ponto de vista da AR, com o intuito de documentar adequadamente a AR quanto o nível de abstração necessário para facilitar o entendimento e o uso da mesma, bem como a representação de todos os interesses.
<b>Como representar</b>	<b>Textual:</b> Descrever, indicando na descrição de cada Ponto de Vista, a notação bem conhecida escolhida para cada Tipo de modelo utilizado para representar o Ponto de Vista.
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Modificação</b> .
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição:</b> -
	<b>Remoção:</b> -
	<b>Modificação:</b> <b>R-tipmod-1</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-tipmod-1</b>
<b>Evento</b>	Modificar notação do Tipo de Modelo de um Ponto de Vista.
<b>Condição</b>	Existe Ponto de Vista que possui Tipo de Modelo com notação não adequada.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Para cada Modelo da Visão, relacionado ao Ponto de Vista, que possui Tipo de Modelo com notação não adequada <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Remover o Modelo da descrição da AR.</li> <li>○ Escolher notação bem conhecida e adequada para representar o nível de abstração desejado para a AR, bem como os interesses.</li> <li>○ Criar Modelo com base na notação escolhida.</li> <li>○ Adicionar na descrição do Ponto de Vista a notação escolhida para o Tipo de Modelo.</li> </ul> </li> </ul>

## Variabilidade

<b>Diretriz</b>	<b>D_Variabilidade_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Variabilidade</b>
<b>Aplicável às</b>	2-25; 3-11; 3-14; 3-32; 3-38

<b>questões do FERA</b>	
<b>O que fazer</b>	Apresentar o mapeamento dos elementos da AR como obrigatórios ou variáveis, representando respectivamente as comunalidades e as variabilidades do domínio coberto pela AR. Para cada variabilidade, é necessário classificá-la. Além disso, deve-se definir restrições entre comunalidades e variabilidades, caso existam.
<b>Como representar</b>	<b>Gráfica:</b> Nakagawa <i>et al.</i> (2014) propõem uma Visão de variabilidade associada ao Ponto de Vista Transversal. Modelo de features (KANG <i>et al.</i> , 1990) e modelo ortogonal (POHL <i>et al.</i> , 2005) são algumas das notações existentes para representar a Visão de variabilidade. Esses modelos permitem representar variabilidades, comunalidades e restrições entre os elementos. Outra forma de representar variabilidade, apresentada por Guessi <i>et al</i> (2014), é por meio da ADL ( <i>Architectural Description Language</i> ) SysML (OMG, 2015).
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-var-1;</b>
	<b>Remoção: R-var-2</b>
	<b>Modificação: R-var-3</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural, Matriz de Rastreabilidade

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-var-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Variabilidade
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Definir o Tipo de Modelo para a representar a Visão de variabilidade e indicar seu Ponto de Vista.</li> <li>● Executar R-vi-1.</li> <li>● Executar R_Adição.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-var-2</b>
<b>Evento</b>	Remover componente de Variabilidade.
<b>Condição</b>	Existe representação de Variabilidade.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Executar R-Remoção.</li> <li>● Atualizar Matriz de Rastreabilidade.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-var-3</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Variabilidade.
<b>Condição</b>	Existe Visão de Variabilidade.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes, a</li> </ul>

	<p>variabilidade do componente, adicionar novos componentes (Executar R-vi-2) em todas as visões de variabilidade existentes).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refletir as mudanças na Matriz de Rastreabilidade</li> </ul>
--	--

## Visão

<b>Diretriz</b>	<b>D_Visão_1</b>
<b>Elemento</b>	<b>Visão</b>
<b>Aplicável às questões do FERA</b>	1-21;1-22;1-23;1-24;2-10
<b>O que fazer</b>	<p>Apresentar informações ou complementar as existentes para identificar e apresentar as Visões, informando o que elas pretendem representar, como essa representação é realizada (Modelo) e se representa corretamente o que seu Ponto de Vista propõe. Para isso, consultar os comentários da avaliação da AR referentes às questões do FERA tratadas por esta diretriz para saber quais Visões estão com inconsistência ou não são apresentadas.</p> <p>Salienta-se que o Quadro 1 de Nakagawa <i>et al</i> (2014), os resultados do mapeamento sistemático (Capítulo 3 de Palma, 2016) e o <i>framework</i> arquitetural utilizado para criar a AR, se for o caso, podem auxiliar na escolha das visões mais adequadas.</p>
<b>Como representar</b>	<p><b>Textual:</b> Descrever um texto introdutório, para cada Visão, informações gerais e informações adicionais que não estão representadas nos modelos da Visão, como incompatibilidades conhecidas relacionadas ao Ponto de Vista ao qual a Visão pertence. As Visões devem apresentar um identificador único no formato “Visão + <i>Nome_da_Visão</i>” ou “Visão de + <i>Nome_da_Visão</i>”.</p> <p>Sugere-se apresentar um quadro que faça o mapeamento entre os Pontos de Vista, Visões e seus Modelos de representação, como apresentado por Nakagawa <i>et al</i> (2014), que auxiliará na identificação dos modelos utilizados em cada visão.</p> <p><b>Gráfica:</b> É necessário representar cada visão utilizando pelo menos um modelo arquitetural.</p>
<b>Como fazer</b>	Executar <b>Passo Efetuar Síntese Arquitetural do ProSA-RA-DE</b> com base nas tarefas de evolução de interesse: <b>Adição, Remoção ou Modificação.</b>
<b>Tarefas e regras de evolução</b>	<b>Adição: R-vi-1; R-vi-2</b>
	<b>Remoção: R-vi-3</b>
	<b>Modificação: R-vi-4</b>
<b>Artefatos envolvidos</b>	Descrição Arquitetural, Quadro de Modelos de Representação

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-vi-1</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento Visão.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir o(s) Modelo(s) para representar a Visão e o seu respectivo Ponto de Vista.</li> <li>• Criar a visão.</li> <li>• Para cada componente da Visão</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Executar R-vi-2.</li> <li>● Executar R_Adição.</li> </ul>
--	--

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-vi-2</b>
<b>Evento</b>	Adicionar componente de Visão.
<b>Condição</b>	Existe Visão.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Representar o componente na visão, de acordo com a notação do Tipo de Modelo que está sendo utilizada para representar a visão.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-vi-3</b>
<b>Evento</b>	Remover componente de Visão.
<b>Condição</b>	Existe visão.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso a remoção do componente afeta outros componentes da Visão <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Remover, em cascata, os relacionamentos existentes do componentes que está sendo retirado com os componentes dependentes deste.</li> </ul> </li> <li>● Remover o componente.</li> <li>● Atualizar Matriz de Rastreabilidade.</li> <li>● Refletir a mudança em todas os Modelos que representam a Visão.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-vi-4</b>
<b>Evento</b>	Modificar componente de Visão.
<b>Condição</b>	Existe Visão para ser modificada.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicar as modificações necessárias (ex: modificação de nomes de componentes da visão, relacionamento entre componentes da visão, adicionar novos componentes na visão (Executar R-vi-2) em todos os modelos de representação existentes para a visão).</li> <li>● Refletir as mudanças na Matriz de Rastreabilidade.</li> </ul>

#### Regras Gerais

<b>Regra de evolução</b>	<b>R-Adição</b>
<b>Evento</b>	Adicionar elemento.
<b>Condição</b>	-
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar os interesses e os interessados no elemento (Visão, Ponto de Vista, Correspondência e etc) da AR.</li> <li>● Adicionar o elemento na Matriz de Rastreabilidade e apresentar o seu relacionamento com os requisitos arquiteturais.</li> </ul>

<b>Regra de evolução</b>	<b>R- Remoção</b>
--------------------------	-------------------

<b>Evento</b>	Remover componente.
<b>Condição</b>	O componente a ser removido está representado em uma visão textual ou gráfica.
<b>Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Caso a remoção do componente afeta outros componentes<ul style="list-style-type: none"><li>○ Remover, em cascata, os relacionamentos existentes do componente que está sendo retirado com os componentes dependentes deste.</li></ul></li><li>● Remover componente.</li><li>● Refletir a mudança em todas as visões.</li><li>● Atualizar a Matriz de Rastreabilidade.</li></ul>

## Apêndice C - Exemplos de Artefatos

### 1. Exemplo de *Backlog* de evolução

Backlog de Evolução									
FERA									
ID	Elemento	Questão	Prioridade	Impacto	Complexidade	Esforço	Custo	Justificativa	Comentário
1	Qualidade	1 1	2	1	4				
2	Variabilidade	2 25	4	2	3				
3									
4									

Prioridade	Impacto	Complexidade
4-Muito Alta	4-Muito Alto	4-Altíssima
3-Alta	3-Alto	3-Alta
2-Média	2-Médio	2-Média
1-Baixa	1-Baixo	1-Baixa
0-Muito baixa	0-Muito baixo	0-Muito baixa

## 2. Exemplo de Matriz de Rastreabilidade

VISÃO											
GERAL				MODULO/TEMPO DE EXECUÇÃO/VARIABILIDADE							
CAMADAS				PACOTES/FEATURES							
Requisitos	Persistência	Aplicação	Apresentação	Serviços Primários Repositório Ativo Software	Serviços Ortogonais Suporte	Serviços Ortogonais Organizacionais	Serviços Ortogonais Gerais	Mediador Serviço	Apresentação	Qualidade De Serviço	Cliente
RA[1]	X						X				
RA-AS[1]		X		X							
RA-AS[2]		X		X							
RA-AS[3]		X		X							



## 4. Exemplo Resultado Geral da Avaliação

FERA		Avaliação						Comentário	Status	Peso da Questão	Especialista	Avaliadores
Elemento	Grupo	Questão	Sim	Não	Parcial	Não foi possível responder						
Ambiente Externo	2	34	4	4	2		...	Backlog		2	10	
	3	29	5	5				Backlog			5	
	3	36		10				Backlog			10	
	3	37	5	5			...	Backlog			10	
Aquisição	3	51	6					Descartar			6	
...	...	...	...	...	...	...	...	Descartar	...	...	...	

5. Exemplo *Template* para Análise

FERA		Avaliação						Peso da Questão	Especialista	Avaliadores
Elemento	Grupo	Questão	Sim	Não	Parcial	Não foi possível responder	Comentário			
Ambiente Externo	2	34						Descartar		
	3	29						Descartar		
	3	36						Descartar		
	3	37						Descartar		
Aquisição	3	51						Descartar		
...	...	...	...	...	...	...	...	Descartar	...	...

## Anexo A – Checklist FERA

Parte 1 - Informação Geral	
1	A AR apresenta informações gerais?
2	A AR apresenta sua data de lançamento?
3	A AR apresenta suas versões?
4	A AR apresenta seus proprietários (ex: organização ou consórcio)?
5	A AR apresenta histórico de alterações?
6	A AR apresenta uma breve descrição introdutória?
7	A AR apresenta seu escopo?
8	A AR apresenta a terminologia do/de domínio? (ex: glossário)
9	A AR apresenta decisões abertas?
10	A AR apresenta material de apoio adicional?
11	Os conceitos subjacentes ao documento da arquitetura de referência são explicados (por exemplo, eles usam consistentemente uma terminologia de domínio, rótulos para diagramas)?
12	São identificadas todas as partes interessadas selecionadas?
13	São identificados todos os interesses das partes interessadas selecionadas?
14	A arquitetura de referência apresenta o risco potencial para suas partes interessadas ao longo de seu ciclo de vida?
15	Todos os pontos de vista selecionados para a arquitetura de referência foram considerados?
16	Se sim na Questão 15, existe uma descrição de cada ponto de vista usado no documento da arquitetura de referência?
17	Cada descrição de ponto de vista inclui o nome do ponto de vista?
18	Cada descrição de ponto de vista inclui a identificação das partes interessadas abordadas por esse ponto de vista?
19	Cada descrição de ponto de vista inclui os interesses arquiteturais abordadas por esse ponto de vista?
20	Cada descrição de ponto de vista inclui as visões arquiteturais usadas pelo ponto de vista?
21	Cada visão contém um identificador?
22	Cada visão contém informações introdutórias e adicionais?
23	Cada visão contém incompatibilidades conhecidas relacionadas ao seu ponto de vista?
24	Cada visão contém um ou mais modelos arquiteturais
25	Cada modelo contém a identificação da versão?
26	Cada modelo usa notação bem conhecida (por exemplo, SysML e UML)?
Parte 2 - Construção e Conteúdo	
1	A AR satisfaz a regulamentação legal?
2	A AR satisfaz os padrões internacionais?
3	A AR satisfaz as políticas e regras da empresa?
4	A AR satisfaz as melhores práticas e diretrizes?
5	A AR apresenta viabilidade para derivá-la em instâncias?
6	A AR apresenta questões relacionadas à manutenibilidade?
7	Cada descrição de ponto de vista contém apenas a informação requerida (isto é, não há informações inúteis na definição do ponto de vista)?
8	O nível de detalhe favorece a compreensão da AR?
9	O nível de abstração é consistente com os objetivos da AR?
10	Cada visão representa corretamente seu ponto de vista?
11	Os diagramas abordam todos os interesses tratados pelo ponto de vista?
12	A adequação funcional foi considerada?
13	A confiabilidade foi considerada?
14	A eficiência de desempenho foi considerada?
15	A operacionalidade foi considerada?
16	A segurança foi considerada?

17	A compatibilidade foi considerada?
18	A manutenção foi considerada?
19	A transferibilidade foi considerada?
20	A eficácia foi considerada?
21	A eficiência foi considerada?
22	A satisfação foi considerada?
23	"Freedom from risk" foi considerada?
24	A cobertura de contexto foi considerada?
25	A AR especifica quais são os mecanismos de variabilidade (Por exemplo, elementos alternativos e obrigatórios)?
26	Existem regras de correspondência?
27	Para cada regra, existe pelo menos uma correspondência que satisfaça cada regra?
28	Todas as correspondências são identificadas e documentadas?
29	Todas as correspondências são identificadas nos seus elementos participantes?
30	Você pode identificar o conjunto completo de módulos funcionais?
31	Você pode determinar relações de desenvolvimento entre esses módulos?
32	Você pode identificar dependências em tempo de execução entre esses módulos?
33	Você pode identificar os elementos de hardware necessários?
34	A arquitetura de referência específica como a comunicação com o ambiente externo será tratada?
35	A arquitetura de referência está em conformidade com o documento de requisitos?
36	Os dados de domínio usados foram definidos?
<b>Parte 3 - Adequação da Descrição Arquitetural (Suficiência)</b>	
1	A AR declara suas partes interessadas (incluindo partes interessadas específicas do domínio) e seus interesses?
2	A AR indica possíveis interessados de uma arquitetura instanciada?
3	Os pontos de vista selecionados tratam os interesses de todas as partes interessadas (incluindo as partes interessadas específicas do domínio)?
4	Os pontos de vista selecionados levam em consideração as preocupações de potenciais interessados para uma arquitetura instanciada?
5	A AR é consistente com as práticas do domínio e os padrões obrigatórios?
6	Os pontos de vista incluem interesses que não são interesses das partes interessadas específicas do domínio?
7	Para cada ponto de vista, seus modelos são claros e bem definidos? Os modelos fornecem informação suficiente para determinar se os interesses atendidos pelo ponto de vista foram satisfeitos?
8	Você pode identificar como a lista de interessados da arquitetura de referência e seus interesses foi elaborada?
9	Foram definidos os requisitos, restrições, padrões e políticas de garantia de qualidade do domínio?
10	Há consciência de diferentes recursos de tempo de execução que podem afetar os padrões de qualidade usados na arquitetura de referência?
11	Existe uma descrição clara de quais partes da arquitetura de referência são fixas e quais partes estão sujeitas à instanciação em uma organização / contexto concreto?
12	Existe uma descrição clara dos contextos em potencial em que a arquitetura de referência é instanciada?
13	Existem diretrizes de como instanciar a arquitetura de referência?
14	Existe uma descrição de como partes variáveis da arquitetura de referência afetam partes não variáveis quando instanciadas em uma organização / contexto concreto?
15	A AR suporta evolução? Se sim, como? Se não, por que não?
16	É possível introduzir a arquitetura de referência nas organizações?
17	Existem claras dependências entre os atributos de qualidade e o comportamento da arquitetura de referência instanciada?
18	São identificados requisitos significativos e arquiteturalmente específicos (isto é, o subconjunto de funcionalidade, atributo de qualidade e requisitos de negócio que compõem a arquitetura de referência)?
19	Existem requisitos adicionais arquiteturalmente significativos que ocorrem ao instanciar a AR?
20	As metas de domínio que o sistema deve satisfazer são articuladas e priorizadas?
21	Existe rastreabilidade entre os objetivos do domínio e os requisitos?
22	Existe uma rastreabilidade entre os objetivos do domínio e a solução técnica

	(ou seja, é possível navegar de metas de domínio para requisitos arquiteturalmente significativos, para decisões técnicas e, finalmente, de volta às implicações na obtenção dos objetivos do domínio)?
23	Quais critérios são usados para determinar se a arquitetura de referência está atendendo os objetivos do domínio?
24	Existe um esboço claro de como as instâncias da arquitetura de referência poderiam parecer?
25	As ameaças de introdução da arquitetura de referência estão documentadas?
26	A descrição da arquitetura de referência fornece uma estimativa do esforço para implementá-la?
27	Existe uma maneira de mostrar o benefício de usar a arquitetura de referência?
28	A descrição da arquitetura de referência mostra quais partes podem ser implementadas usando componentes OTS (Prateleira) Ou OSS ( <i>Open Source</i> )?
29	Você pode determinar dependências de desenvolvimento entre diferentes partes da arquitetura de referência e o contexto de TI existente?
30	É possível estabelecer um cronograma para a instanciação e implementação da arquitetura de referência?
31	É possível prever os recursos de desenvolvimento necessários para os sistemas resultantes da arquitetura de referência?
32	Você pode identificar as dependências permitidas e proibidas entre as partes da arquitetura de referência?
33	Você pode identificar as restrições, regras, princípios, estilos, padrões, etc. arquiteturais aplicáveis que podem ser usados na implementação da arquitetura de referência?
34	Você pode identificar abordagens para tratamento de erros, gerenciamento de recursos, interação humano-computador, gerenciamento e persistência de dados, variação e variabilidade para a implementação da arquitetura?
35	Você pode determinar o que é provável que mude e como isso afeta o projeto da arquitetura de referência?
36	Você entende o que precisa ser feito para integrar a arquitetura de referência em um cenário de TI existente?
37	Você entende as dependências de uma arquitetura de referência em um cenário de TI existente?
38	Você entende os pontos de adaptação da arquitetura de referência?
39	Para cada partição da arquitetura de referência, você pode determinar o que é necessário (por exemplo, dados, hardware especial, outras unidades) para testá-la?
40	Para cada partição da arquitetura de referência, você pode determinar o que constitui um critério de sucesso de teste?
41	É possível identificar desafios "representativos" que ocorrem em um domínio para testar a arquitetura de referência?
42	A descrição da arquitetura de referência articula "decisões em aberto"?
43	As possíveis inconsistências na descrição da arquitetura de referência (e para instâncias) são conhecidas e documentadas?
44	As abordagens de teste e os artefatos são consistentes com a descrição da arquitetura de referência?
45	A AR é compreensível por todas as partes envolvidas?
46	A AR aborda os principais problemas do domínio?
47	A AR é aplicável ao problema que pretende tratar?
48	A AR é completa em relação aos requisitos de domínio?
49	A arquitetura de referência é instanciável ( <i>buildable</i> ) em relação às restrições do domínio e a contextos de instanciação?
50	Existe um processo para garantir a conformidade com os requisitos de atributo de qualidade?
51	Se uma arquitetura de referência é parte de um ciclo de vida ou de um processo que inclui uma decisão de aquisição, a arquitetura de referência contém as informações apropriadas para apoiar o processo de aquisição?
52	Os clientes/adquirentes têm as informações corretas para compreender as decisões chaves e como tais decisões estão em conformidade com os requisitos e restrições de design e implementação do sistema?
<b>Parte 4 - Análise Geral e Conclusão</b>	
1	Você pode determinar o que é provável que mude?
2	Você pode determinar como isso afeta seu projeto?
3	O documento atual está completo no sentido de que toda a informação é documentada? Se não, existem marcadores (espaços reversados) para o que ainda tem de ser documentado, juntamente com descrições do que ainda precisa ser elaborado?
4	É viável que as visões que se baseiam em pontos de vista possam ser instanciadas em arquiteturas concretas, dentro do tempo e do orçamento disponíveis?