

Avaliação Experimental de um Catálogo de Padrões de Requisitos para Sistemas de Registro Eletrônico de Saúde

Mariana Crisostomo Martins, Taciana Novo Kudo, and Renato F. Bulcão-Neto

Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil
maricrisostomo.martins@gmail.com, {taciana,rbulcao}@ufg.br

Resumo Este artigo apresenta uma experimentação de um catálogo de padrões de requisitos (CPR) para Sistemas de Registro Eletrônico de Saúde (S-RES). A avaliação do CPR inclui um estudo de caso e uma *survey* aplicados a duas turmas de graduação de disciplinas de Engenharia de Requisitos. Após elaborarem documentos de especificação de requisitos com e sem o auxílio do catálogo, os estudantes responderam a um questionário para identificar a utilidade e facilidade de uso do CPR para elicitación e especificación de S-RES. Ao analisar a completude, o escopo e a consistência dos documentos elaborados pelos estudantes, constatou-se que o CPR para S-RES melhorou a qualidade das especificações. Além disso, há evidências de que o CPR para S-RES é útil, fácil de usar e tornou a elicitación e a especificación mais rápidas.

Keywords: Padrão de requisitos · S-RES · Experimentación · Estudo de caso · *Survey* · Métrica.

1 Introdução

Um catálogo de padrões de requisitos (CPR) é uma coleção de abstrações que agregam comportamentos e serviços que podem ser comuns a diversos sistemas. A literatura demonstra benefícios com o uso de padrões de requisitos, como o aumento da consistência e qualidade das especificações, melhor gerenciamento de requisitos e menor tempo de elicitación e especificación [12,10].

Apesar dessas vantagens, Martins et al. [9] apontam que é necessário que haja mais evidências empíricas com o uso de CPR para que essa prática de reúso chegue a projetos na indústria. Apenas oito dos 25 estudos encontrados por Martins et al. [9] envolvem experimentación de CPR, enquanto que a maioria dos restantes envolve pesquisa do tipo proposta de solução.

Sendo assim, este trabalho descreve uma avaliação experimental do uso de um CPR elaborado para Sistemas de Registro Eletrônico de Saúde (S-RES) [8], um domínio de aplicação em que há grande número de requisitos similares entre diferentes modalidades de S-RES (p.ex. entre sistemas de consultório individual, teleconsulta e prescrição eletrônica). Essa sobreposição de requisitos é observada no Manual de Certificação de S-RES [7] elaborado pela Sociedade Brasileira de Informática em Saúde e o Conselho Federal de Medicina (SBIS/CFM).

A avaliação do CPR para S-RES inclui um estudo de caso e a aplicação de *survey* com estudantes de duas disciplinas de Engenharia de Requisitos (ER). Em suma, as contribuições desta pesquisa incluem a avaliação de CPR para um domínio de aplicação ainda não explorado na literatura, a definição de três métricas (i.e., completude, consistência e escopo) para avaliação de especificações produzidas a partir do reúso de padrões de requisitos e evidências quantitativas quanto ao uso de CPR na elicitação e especificação de requisitos.

Este artigo está assim organizado: a Seção 2 descreve materiais e métodos aplicados à avaliação experimental; a Seção 3 relata e discute os resultados da avaliação; e a Seção 4 aponta as considerações finais e trabalhos futuros.

2 Materiais e Métodos

Esta seção descreve materiais e métodos usados na avaliação do CPR para S-RES. São reportados o planejamento, a caracterização, métricas e a dinâmica da aplicação do estudo de caso e da *survey* com estudantes de graduação.

2.1 Planejamento

Elaborou-se um protocolo para o planejamento da avaliação, cujo texto completo está disponível para consulta¹. O plano de avaliação foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética CAAE 51957221.5.0000.5083.

O **objetivo** da avaliação é analisar o uso de CPR para S-RES no apoio às atividades de elicitação e especificação de requisitos quanto à: (i) percepção de tempo de elicitação e especificação de requisitos; (ii) qualidade do documento de especificação de requisitos (DER) gerado com o uso do CPR; e (iii) percepção de utilidade e facilidade uso do CPR.

O planejamento iniciou com a definição de **conceitos** e **variáveis de interesse** [3] para guiarem o estudo de caso e a *survey*. Os conceitos de completude, escopo e consistência significam, respectivamente, os requisitos que representam uma definição completa do produto, os requisitos definidos dentro do escopo do produto, e a ausência de conflitos entre um conjunto de requisitos [6]. Dentre as variáveis de interesse da avaliação que auxiliaram na elaboração do questionário estão: percepção, tempo, escrita, organização, facilidade de uso e utilidade. Seguem as questões de pesquisa que guiam esta avaliação:

- QP1.** O tempo de elicitação de requisitos é menor com o uso de CPR?
- QP2.** O tempo de especificação de requisitos é menor com o uso de CPR?
- QP3.** A completude, corretude, escrita e organização dos requisitos elicitados são melhores com o uso de CPR?
- QP4.** A usabilidade do CPR é boa?
- QP5.** A utilidade do CPR é boa?
- QP6.** O CPR auxilia no entendimento do domínio?
- QP7.** Usaria o CPR na prática profissional?

¹ Link do protocolo de avaliação: <https://bit.ly/363ckLF>.

Em seguida, definiu-se o plano de coleta, onde para cada métrica especificou-se como coletar os dados e quem deveria fornecer os dados (i.e. os participantes do estudo de caso). Para a construção do questionário da *survey*, foram usados como materiais o Modelo de Aceitação de Tecnologia (ou *Technology Acceptance Model* - TAM) [5] e dois estudos de avaliação de CPR [2,4].

2.2 Caracterização

Devido à pandemia de COVID-19, o estudo de caso ocorreu remotamente, em 2021/1, com metodologia de ensino e avaliação única para duas turmas: Engenharia de Requisitos do Bacharelado em Ciência da Computação (BCC) e Requisitos de Software do Bacharelado em Engenharia de Software (BES).

A **seleção dos participantes** foi realizada de forma não aleatória. Foram 39 estudantes do BCC e 30 do BES organizados em equipes de quatro a cinco membros. Porém, apenas 55 estudantes (34 do BCC e 21 do BES) participaram de todas as etapas do estudo de caso e responderam o questionário de percepção.

A **estratégia** adotada para a pesquisa foi quantitativa. A coleta de dados sobre os itens avaliados do CPR para S-RES e a análise das respostas objetivas dos participantes foram usadas para obtenção de evidências para as hipóteses de pesquisa do estudo de caso. A **realização** da avaliação foi feita *in-vitro* com estudantes de graduação. Por fim, esta avaliação tem **natureza** descritiva.

2.3 Plano de Análise

O estudo de caso envolve a criação de um DER, inicialmente sem o uso do CPR para S-RES, e posteriormente com o uso desse artefato. Usando a ferramenta DREAM [11], foi gerado um DER com todos os requisitos funcionais e não funcionais instanciados dos padrões de requisitos do CPR para S-RES. Esse DER serviu como modelo de referência para a avaliação dos DERs elaborados pelos estudantes. O CPR para S-RES usado possui 669 requisitos únicos modelados em padrões de requisitos funcionais (170) e não funcionais (19).

Segue um passo a passo de como as características de qualidade dos DERs (com/sem CPR), elaborados pelos grupos de estudantes, deveriam ser avaliadas:

- **completude** (contar quantos requisitos existem em relação ao DER-modelo)
 1. contar quantos requisitos existem no modelo;
 2. verificar quantos requisitos do modelo encontram-se no DER de cada grupo gerado SEM uso de CPR e dividir pelo número de (1);
 3. verificar quantos requisitos do modelo encontram-se no DER de cada grupo gerado COM uso de CPR e dividir pelo número de (1);
 4. comparar os resultados dos passos (2) e (3).
- **consistência** (contar conflitos existentes em um conjunto de requisitos)
 1. no DER de cada grupo gerado SEM uso de CPR, contar quantos conflitos existem entre todos os pares de requisitos possíveis e dividir pela quantidade de pares de requisitos;

2. no DER de cada grupo gerado COM uso de CPR, contar quantos conflitos existem entre todos os pares de requisitos possíveis e dividir pela quantidade de pares de requisitos;
 3. comparar os resultados dos passos (1) e (2).
- **escopo** (contar requisitos definidos dentro do escopo do DER-modelo)
1. contar quantos requisitos existem no modelo;
 2. contar quantos requisitos no DER de cada grupo gerado SEM uso de CPR estão DENTRO do escopo do modelo e dividir pelo número de (1);
 3. contar quantos requisitos no DER de cada grupo gerado COM uso de CPR estão DENTRO do escopo do modelo e dividir pelo número de (1);
 4. comparar os resultados dos passos (2) e (3).

Inicialmente, foi aplicado aos estudantes um questionário de perfil² para traçar o perfil de cada turma participante e caracterizar o estudo de caso. Também aplicou-se o questionário de percepção do estudante³ quanto ao uso do CPR, para medir a percepção de tempo de elicitação e especificação, a qualidade do DER elaborado com o catálogo e a facilidade de uso e a utilidade desse artefato. As cinco questões objetivas usam uma escala *Likert* de 5 níveis, variando de concordo totalmente a discordo totalmente.

2.4 Aplicação do Estudo de Caso

Os estudantes organizaram-se para a elaboração de um DER, por grupo, em que os requisitos deveriam ser especificados e validados por meio de histórias de usuário e cenários de sucesso e falha, respectivamente. Os alunos tiveram de considerar como escopo um S-RES com as funcionalidades integradas de consultório individual, teleconsulta e prescrição eletrônica. Todos os participantes tiveram de assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após elaborarem DERs com supervisão da professora da disciplina, porém sem auxílio do CPR para S-RES, os estudantes conheceram conceitos de reúso e padrões de requisitos de software. Em seguida, foi-lhes entregue a mesma atividade de elaboração de DER, com o mesmo escopo, porém com o auxílio do CPR para S-RES, que não lhes foi explicado em detalhes.

3 Resultados e Discussão

Aproximadamente 75% dos estudantes declararam ter alguma experiência profissional, porém menos de 20% deles possuem mais de dois anos de experiência. Além disso, apenas 4% deles atuam como engenheiros ou analistas de requisitos.

Quanto à experiência em atividades de elicitação e especificação de requisitos, 35% dos estudantes afirmaram não realizar essas atividades em projetos acadêmicos ou profissionais. Apenas 2 alunos afirmaram ter experiência nessas atividades em projetos na indústria, neste caso, ambos do BES. Ainda que o curso de BES seja noturno, não se observa grandes diferenças entre os perfis dos alunos dos cursos analisados, i.e., trata-se de uma população homogênea.

² Disponível para acesso em <https://bit.ly/3KVRhK6>.

³ Disponível para acesso em <https://bit.ly/3In3CVR>.

3.1 Análise Quantitativa do DER

Os DERs elaborados pelos grupos foram analisados quanto à completude, consistência e escopo dos requisitos, em comparação ao DER de referência gerado automaticamente pela ferramenta DREAM com o conteúdo do CPR para S-RES. Portanto, cada grupo possui um quantitativo de requisitos completos, inconsistentes e dentro do escopo para cada DER construído (com e sem o uso do CPR).

A quantidade de requisitos especificados sem o uso do CPR para S-RES foi, em média, de 30 requisitos entre os grupos do BCC, e de 40 requisitos entre os grupos do BES. Já com o uso do catálogo, o número médio de requisitos declarados subiu consideravelmente para 171 (BCC) e 100 (BES). Porém, esse aumento não é distribuído igualmente para requisitos funcionais (RF) e não funcionais (RNF); considerando o DER-modelo, a completude dos RNF é quase 20% menor em comparação à de RF.

Números similares foram percebidos quanto ao escopo dos requisitos com e sem uso do CPR. Em geral, houve acréscimo de 50% de requisitos dentro do escopo de S-RES, de consultório individual, teleconsulta e prescrição eletrônica, com o uso do CPR. Contudo, considerando o DER-modelo, o aumento de escopo de RNF foi 20% menor se comparado ao de RF.

Tratando de inconsistências, foi possível observar que as inconsistências foram zeradas quando os grupos passaram a utilizar o CPR. Vale ressaltar que poucos grupos decidiram modificar os requisitos reusados do CPR face às fontes de requisitos que usaram na abordagem *ad hoc*, i.e., sem o CPR.

3.2 Análise Quantitativa de Percepção

Os resultados a seguir consideram os valores médios das somas das percepções dos estudantes nas escalas de concordância total e parcial⁴.

Da percepção de tempo de elicitación e especificación, os estudantes tiveram uma percepção positiva sobre o ganho de tempo de elicitación e especificación proporcionado pelo CPR (78% concordam totalmente, e 20% parcialmente).

Quanto à percepção de qualidade do DER, em média, 89%, 71%, 83% e 83% dos respondentes da *survey* consideraram que o CPR para S-RES tornou o DER mais completo, melhor escrito, mais bem organizado e mais correto, respectivamente. Ressalta-se que os estudantes do BES foram mais críticos quanto à escrita e correteude ao manifestarem mais concordância parcial.

Em relação à facilidade de uso, 76% e 83% dos estudantes declararam, respectivamente, que o CPR para S-RES é fácil de aprender a usar e de ganhar habilidade no uso. Além disso, 93% dos respondentes afirmaram que é fácil lembrar como usar o CPR, e 80% manifestaram que ele foi fácil de usar. Neste pontos, os estudantes do BES apresentaram concordância parcial maior que a total nos itens de facilidade de aprendizado e de uso do CPR.

Sobre a utilidade do CPR para S-RES, 91% e 98% dos estudantes declararam, respectivamente, que o CPR facilitou elicitar novos requisitos e que foi

⁴ Detalhes podem ser extraídos em <https://bit.ly/3irtF3C>.

útil para a elicitação. Em relação à especificação, 96% concordaram total ou parcialmente que o CPR facilitou e foi útil para realizar essa atividade. Além disso, 89% informaram que o CPR auxiliou no entendimento do domínio, e 94% concordaram que o catálogo pode ser útil na prática profissional.

3.3 Discussão

Dentre as evidências apontadas pelos participantes da pesquisa, destaca-se que o CPR para S-RES:

- contribuiu com o aumento da completude, do escopo e da consistência dos requisitos especificados pelos estudantes; i.e., o CPR permitiu a construção de um DER, em geral, 50% mais completo, bem como mais consistente e que atendeu melhor o escopo do domínio;
- é percebido como fator que permite construir um DER com maior qualidade (71% dos respondentes), mais completo, correto e organizado e melhor escrito;
- é percebido como útil (quase uma unanimidade entre os respondentes) e fácil de usar (80% dos respondentes);
- é percebido como fator que torna as atividades de elicitação e especificação de requisitos mais rápidas.

4 Considerações Finais

O domínio de S-RES é uma novidade quando se fala de reúso de requisitos por meio de padrões. As métricas de completude, consistência e escopo são contribuições desta pesquisa para a avaliação de qualidade de especificações baseadas em padrões de requisitos. Foram também confirmados os benefícios de padrões de requisitos, com destaque para o aumento da qualidade das especificações e a economia de tempo na elicitação e especificação de requisitos [12,10].

Quanto às ameaças à validade da pesquisa, o perfil dos estudantes utilizados permite concluir que a população é homogênea, formada em sua grande maioria por pessoas com pouca experiência profissional, principalmente em ER. Durante a fase de produção do DER em formato *ad hoc*, não foi discutida a existência de um Manual de Certificação para S-RES [7]. De modo similar, ao longo da fase de produção do DER com reúso, buscou-se não detalhar como o artefato do CPR foi construído e nem apresentar os benefícios do seu uso.

Ainda quanto à validade dos resultados, o suporte metodológico para coleta e análise de dados coletados dos estudantes foi apoiado na ISO/IEC 29148 [6] e no modelo TAM [5]. A primeira é uma norma internacional que auxiliou na definição de métricas associadas a requisitos de software que poderiam ser analisadas com e sem uso do CPR. Já o TAM fornece um conjunto padronizado e customizável de questões para coletar a percepção de usuários sobre o uso de uma tecnologia. Embora seja passível de críticas e sugestões de melhorias, o TAM é um dos modelos mais usados no contexto educacional [1].

Dadas as evidências obtidas e as considerações dos participantes da pesquisa com o uso do CPR para S-RES, pode-se apontar como trabalhos futuros, dentre outros: (i) a validação do CPR junto a especialistas do domínio de S-RES (p.ex., representantes de empresas com S-RES certificados pela SBIS/CFM); (ii) a realização de novas experimentações com o CPR para S-RES, porém, com o uso da ferramenta DREAM [11] no apoio automatizado da elicitação e especificação de requisitos; e (iii) a evolução do CPR para S-RES no modo como RNF são especificados.

Referências

1. Al-Emran, M., Mezhyuev, V., Kamaludin, A.: Technology acceptance model in m-learning context: A systematic review. *Computers & Education* **125**, 389–412 (2018)
2. Barcelos, L.V., Penteado, R.: Especificação de requisitos no domínio de sistemas de informação com o uso de padrões. In: *Proceedings of XIX Ibero-American Conference on Software Engineering, CibSE 2016, Quito, Ecuador, April 27-29, 2016*. pp. 338–351. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (2016)
3. Basili, V.R.: *Software modeling and measurement: The goal/question/metric paradigm*. Tech. rep., University of Maryland at College Park, USA (1992)
4. Da Silva, R., Benitti, F.: Evaluation of a systematic approach to requirements reuse. *Journal of Universal Computer Science* **19**(2), 254–280 (2013)
5. Davis, F.D.: Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly* **13**(3), 319–340 (1989), <http://www.jstor.org/stable/249008>
6. ISO/IEC/IEEE: *Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering*. Standard, International Organization for Standardization, Geneva, CH (Dec 2018)
7. Kiatake, L.G.G., Junior, L.A.V., da Silva, M.L., Sanzovo, O.A.C.: *Manual de certificação de sistemas de registro eletrônico em saúde*, <http://sbis.org.br/documentos-e-manuais/>, sociedade Brasileira de Informática em Saúde. Versão 5.1. Março de 2021. Instituído e regido pela Resolução CFM nº 1821/2007.
8. Martins, M.C., Kudo, T.N., Bulcão-Neto, R.F.: Padrões de requisitos para sistemas de registro eletrônico de saúde. In: *24th Workshop on Requirements Engineering*. pp. 1–7. Brasília-DF, Brazil (2021)
9. Martins, M.C., Kudo, T.N., Bulcão-Neto, R.F.: Estado da arte e da prática sobre catálogos de padrões de requisitos. In: *Ibero-American Conference on Software Engineering*. pp. 1–14. San José, Costa Rica (2021)
10. Palomares, C., Quer, C., Franch, X.: Requirements reuse with the pabre framework. *Requirements engineering magazine* **2014**, 1–10 (Jan 2014)
11. Ribeiro, P.Q., Veiga, E.F., Martins, M.C., Vincenzi, A.M.R., Kudo, T.N., Bulcão-Neto, R.F.: Tool support to aligning requirements and testing through behaviour-driven requirements patterns. In: *Proceedings of XXV Ibero-American Conference on Software Engineering, CibSE 2022, Córdoba, Argentina*. pp. 1–8 (2022)
12. Withall, S.: *Software Requirement Patterns. Best practices*, Microsoft Press, Redmond, Washington (2007)