

FRAMEWORK PARA LEVANTAMENTO DE REQUISITOS DE PROJETOS DE INOVAÇÃO E IOT

FRAMEWORK FOR GATHERING REQUIREMENTS FOR INNOVATION AND IOT PROJECTS

Eduardo Marchesini*  E-mail: emarchesini@gmail.com
João Paulo Nascimento da Silva*  E-mail: jpsilvas@gmail.com

*Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Resumo: Desenvolvimento de projetos inovadores que envolvem IoT possuem características muito peculiares, dentre elas a necessidade de flexibilidade de requisitos para permitir ajustes ao longo do projeto. Porém ao alterarmos requisitos de projeto durante sua execução naturalmente se faz necessário readequações e isso traz uma exposição aos riscos inerentes as mudanças de requisitos. O objetivo desta pesquisa é propor um framework que permita a coleta dos requisitos de projetos afim de que os envolvidos em sua gestão, desenvolvimento e manutenção saibam de forma atualizada quais são os requisitos do projeto. Para o desenvolvimento desse Framework foi utilizado o método Design Science Research (DSR) o qual permite de forma simplificada readequar esta ferramenta para outras classes de problemas e contextos. O framework após seu desenvolvimento foi avaliado e ajustado, até produzir a versão final que permitiu trazer diversos benefícios dentre eles diminuição de retrabalho, melhor documentação de projeto e maior qualidade de solução final. Estimativas iniciais apontam para uma diminuição de ao menos 30% de retrabalho e 10% de redução de tempo de entrega do produto testado, o qual caso confirmado representará ganhos de tempo e dinheiro expressivos para a companhia.

Palavras-chave: Digital Business, Inovação, Gestão de Projetos, Projeto de TI e Design Science Research.

Abstract: Development of innovative projects involving IoT have very peculiar characteristics, among them the need for flexibility of requirements to allow adjustments throughout the project. However, when we change project requirements during its execution, readjustments are naturally necessary and this brings exposure to the risks inherent in changing requirements. The objective of this research is to propose a framework that allows the collection of project requirements so that those involved in its management, development and maintenance know up-to-date what the project requirements are. For the development of this Framework, the Design Science Research (DSR) method was used, which allows, in a simplified way, to readjust this tool for other classes of problems and contexts. The framework, after its development, was evaluated and adjusted, until producing the final version that allowed to bring several benefits, among them reduction of rework, better project documentation and higher quality of final solution. Initial estimates point to a reduction of at least 30% in rework and a 10% reduction in delivery time for the tested product, which, if confirmed, will represent significant gains in time and money for the company.

Keywords: Digital Business, Innovation, Project Management, IT Design and Design Science Research.

1 INTRODUÇÃO

Conforme dados apresentados em 2018 pela Standish Group, a taxa de sucesso de projetos de software é de 23%, ou seja, projetos executados conforme a necessidade do cliente e no tempo estipulado (Utama; Purwandari, 2020). O processo de digitalização está cada vez mais acelerado afetados por novas tecnologias como computação em nuvem (Banz, 2019). Para Rajan e Santhosh (2021) as empresas tentam se adaptar ao mercado volátil, fusões, aquisições avanços tecnológicos e as constantes mudanças de requisitos. Como observado por Baccarini e Salm (2004) a empresa muitas vezes tenta aproveitar uma janela estreita de mercado e acaba se lançando no desenvolvimento de projetos com mão de obra insuficiente, expectativas irreais e requisitos incompletos. Muitas vezes esses requisitos são coletados de forma pouco útil coletando dados de contratos, normas e documentos diversos e depois de forma complementar ocorre uma análise contextual (Martens e Carvalho, 2017). Esta coleta de requisitos pode ser incorreta, inconsistente e incompleta (Kristantya, *et al.*, 2017).

Um caminho seria adotar algum método tradicional de gestão de projeto como apontado em Kotejoshyer *et al.* (2014), o qual aponta que para a engenharia aeroespacial existe a máxima de se fazer certo na primeira vez, onde se prevê todos os possíveis problemas antes de avançar com o projeto. Porém como apontado por Perrotta *et al.* (2017) este tipo de abordagem requer um contexto muito específico e imutável para o desenvolvimento do projeto.

Como esperar um contexto imutável em um mercado onde de acordo com Sillitti *et al.* (2005) o sucesso das empresas de desenvolvimento está diretamente ligado a flexibilidade e centralização de requisitos vindas do cliente? Para Baruah (2015) a solução desse problema é reconhecer os requisitos individuais de cada cliente, inseri-los em um contexto de desenvolvimento ágil e monitorar esses requisitos ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Para Sakka *et al.* (2023) a seleção do método de gestão de projeto contribui diretamente com o sucesso do projeto, mas sua eficácia requer um monitoramento e ajuste constante baseado nos requisitos.

Projetos de TI são complexos por natureza, pois utilizam hardwares e softwares os quais devem operar de forma estável e confiável (Taylor, 2003). A gestão de projetos de TI tende a ser crítica pois visam em sua grande maioria entregas rápidas (Baccarini; Salm, 2004). Nesse contexto de velocidade de entregas a volatilidade de requisitos pode causar impactos ainda maiores que em projetos tradicionais (Marchewka, 2016). Outro desafio são as constantes mudanças de tecnologia, não permitindo que ao longo do tempo projetos de TI tenham uma padronização (El-Sofany, *et al.*, 2014). Naturalmente projetos de TI são divididos em vários tipos de especialidades as quais estão em constante mudança, fazer essas especialidades se conectarem é sempre um desafio (Martens e Carvalho, 2017).

Pensando no ciclo de vida dos projetos de TI, é importante entender que estes podem ganhar complexidade com o passar do tempo pela simples integração de novos componentes (Zhao e Chen, 2015). Outro ponto levantado por Morcov e Pintelonv (2020) é que diferente de engenharias de requisito mais tradicionais, projetos de Software costumam negligenciar problemas que possam ocorrer no futuro do projeto e após a sua entrega, ou seja, no manutenção do produto.

No contexto de projetos de IoT temos agravantes como a necessidade de profissionais com expertises mais heterogênicas, pois teremos além do software o desenvolvimento ou utilização de hardwares (Ferreira *et al.*, 2022). Outro ponto que muitas vezes é negligenciado em projetos de software se torna ainda mais complexo em projetos de IoT são os DevOps, pois de acordo com Hernández *et al.* (2023) estes profissionais apesar de essenciais para o manutenção e evolução dos projetos muitas vezes não estão cientes das constantes mudanças de requisitos.

Se descuidar dos requisitos ao longo do projeto pode causar graves problemas no projeto (Gürses *et al.*, 2013). Para Ong e Ameen (2020) adequar métodos de engenharia de requisitos é fator crítico entre sucesso e fracasso de um projeto envolvendo TI. Para Medeiros *et al.* (2020) requisitos de projeto mal geridos catalisam diversos problemas como falta de produtividade e dificuldade de manutenção do software, sendo este um ponto crítico em metodologias ágeis devido a sua natureza orientada ao cliente.

No contexto atual, para UI-Haq *et al.* (2022) sem um gerenciamento que permita flexibilidade de mudança de requisitos, porém com limitações e após a

mudança de requisitos a compreensão de todos os envolvidos o projeto tende ao fracasso. O principal objetivo da gestão dos requisitos é que todos os envolvidos no projeto saibam os problemas e as necessidades para sucesso do projeto (El-Hassan; AlHajahjeh, 2021). Marcelino-Jesus *et al.* (2014) aponta que a gestão efetiva de requisitos de projeto é um dos principais motores para inovação tecnológica.

Considerando os pontos apresentados pelos autores, podemos dizer que de um lado existe uma demanda de mercado para que o projeto seja flexível o suficiente para se adequar as necessidades voláteis do cliente e por outro lado temos aspectos que precisam ser respeitados dentro de um projeto. Desta forma chegamos a seguinte pergunta da pesquisa:

Como definir que pontos são esses, quais devem ser flexíveis e quais devem ser fixos?

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um artefato capaz de determinar os pontos de rigidez e flexibilidade em projetos de inovação e IoT, permitindo a flexibilidade desejada pelo cliente sem comprometer o desenvolvimento do projeto.

2 DESENVOLVIMENTO

Foi utilizado como Método de Pesquisa Design Science Research (DSR) (Dresch *et al.*, 2015). Para tal foi desenvolvido um fluxo de trabalho representado pela (Figura 1). Neste fluxo de trabalho foram considerados o método DSR e as particularidades da pesquisa desenvolvida. Conforme proposto pelo DSR, o desenvolvimento da pesquisa não tem apenas o objetivo de gerar um artefato de uso prático viável, como também demonstrar o método de obtenção dele, sendo o objetivo desta proposição do método garantir que pesquisas com o mesmo objetivo sejam replicadas para outras classes de problemas. Portanto se faz necessário demonstrar todo o caminho percorrido para obtenção do artefato final.

2.1 Método da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em um departamento de inovação em uma empresa tradicional que conta com mais de 100.000 funcionários diretos e indiretos, atende

mais de 110 Milhões de Clientes, atuando em mais de 4.200 municípios em todos os estados do Brasil. Por motivos de confidencialidade não foi permitido divulgar o ramo de atuação da empresa, pois foram expostos na pesquisa dados potencialmente sensíveis se informado o ramo de atuação da empresa. Além de integrantes do departamento de inovação, foram consultados profissionais de diversos setores de dentro da empresa e especialistas de outras empresas com o objetivo de garantir que o artefato final seja o mais aderente possível as necessidades da empresa e que permitam um maior volume de negócios. Para que chegássemos ao artefato final foram ouvidos de forma direta 33 pessoas, foram necessários alguns ciclos de desenvolvimento e testes, estes ciclos serão detalhados ao longo desta sessão.

Importante salientar que o DSR não busca a melhor solução possível e sim a mais viável para a classe de problema estudada dentro do contexto da pesquisa (Dresch *et al.*, 2015). Desta forma é importante dizer que aspectos internos da empresa podem sim determinar algumas condutas e escolhas feitas para se chegar ao artefato final. Para aplicar este mesmo artefato em outras empresas ou contextos, recomenda-se que seja refeito todos os passos descritos a seguir a fim de garantir a adequação e viabilidade do artefato.

Figura 1 – Fluxograma com etapas da pesquisa e saídas



Fonte: Dados originais da Pesquisa.

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 24, n. 4, e-5264, 2024.

2.1.1 Desenvolvimento do artefato

Identificação do problema: conforme proposta inicial da pesquisa, foi considerado um problema prático da empresa. Este problema foi trabalhado e apresentado para integrantes da empresa os quais confirmaram que se tratava de um problema real da empresa. O problema da pesquisa deu origem à pergunta da pesquisa: “É possível criar um método para definir requisitos de projetos de inovação ou IoT?”.

Foram considerados dois artigos para como referência metodológica e não de conteúdo. O primeiro sendo uma proposta de Framework Teórico de Avaliação de Maturidade (Carvalho; Araujo, 2023). O Segundo uma proposta de Framework para avaliação de Propostas de Valor em produtos e serviços baseados em IoT (Molling; Klein, 2022).

Conscientização do problema e revisão sistemática da literatura: nesta etapa da pesquisa foi necessário definir as faces do problema pesquisado, compreender os requisitos do artefato. Para tal foi necessário realizar revisões sistemáticas de literatura até que fosse possível encontrar substrato necessário na literatura acadêmica que respondessem sobre as fases do problema o qual a pesquisa visava responder e os requisitos necessários do artefato. Foram necessários três ciclos entre as etapas. Destes ciclos foi obtido as seguintes definições:

Faces do problema: foi identificado que não basta definir quais requisitos precisam ser coletados, mas também o momento de coleta, pois muitos desses requisitos requerem um mínimo de avanço no projeto para sua definição.

Requisitos do Artefato: foi identificado que o artefato não poderia considerar apenas requisitos técnicos, pois muitas vezes estes requisitos técnicos são apenas uma resposta a definições de outras esferas da solução.

Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas: nessa etapa foram avaliados os possíveis tipos de artefato. Foram consideradas as faces do problema e os requisitos dos artefatos levantados na etapa anterior. Foi definido que seria criado um framework dividido em duas etapas:

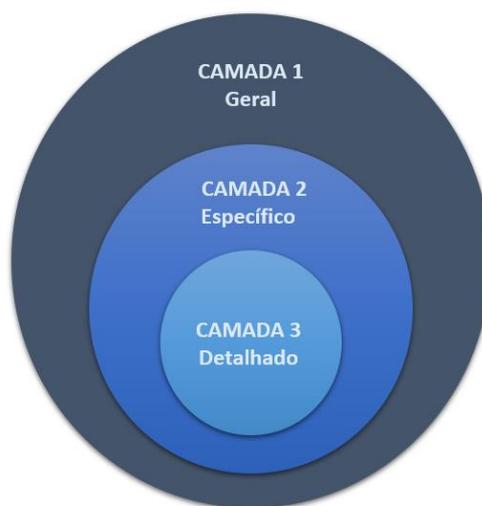
1 - Levantar todos os requisitos necessários para aquela classe de problemas considerando aspectos técnicos, aspectos de negócio e aspectos estratégicos;

2 – Definir etapas de coleta de requisitos e definir onde cada requisito deveria ser coletado, permitindo desta forma atender a face do problema detectada.

Uma vez feito os passos acima citados foi possível aplicar na prática o framework e coletar os resultados.

Projeto do artefato selecionado: nesta fase foi definido que as fases de coleta de requisitos seriam divididas em três camadas, conforme representado (Figura 2).

Figura 2 – Diagrama das fases do framework



Fonte: Dados originais da Pesquisa.

Esta divisão tem como objetivo garantir que a coleta de requisitos ocorra no melhor momento, considerando a face do problema que apontou que alguns requisitos requerem um nível mínimo de maturidade do projeto para serem coletados. Um exemplo prático foi que seria necessário definir qual fornecedor de Cloud seria utilizado antes de definir as ferramentas que seriam adotadas no projeto.

Foram definidos os requisitos que seriam levantados considerando os aspectos técnicos, de negócio e estratégicos. Por razão de confidencialidade não é possível apresentar exatamente qual o requisito coletado, porém é possível apresentar as 28 classes de requisitos divididas em 3 grupos conforme (Figura 3).

Figura 3 – Requisitos do artefato

ASPECTOS TÉCNICOS	ASPECTOS DO NEGÓCIO
Sensores e atuadores	Integrações via API
Pré-processamentos	Integração com usuário
Hardware: chipset, grau de proteção, alimentação e etc	Interface com usuário
Métodos de comunicação da cadeia	Geração de dados de Valor
Arquitetura da Solução	Capacidade de tomada de decisão
Integrações via API	Aderência aos padrões de comunicação
Armazenamento dos dados em toda cadeia	Certificações, homologações e patentes
Análise de Dados	Integração Vertical e Horizontal
IA e Regras de negócio	Jornada do usuário
Gestão de Metadados	Jornada de setup
Interface com Admin do sistema	Jornadas necessárias
Disponibilidade do sistema	ASPECTOS ESTRATÉGICOS
Confidencialidade dos dados	Nível de Confiabilidade
Integridades dos dados	Capacidade de evolução
	Flexibilidade

Fonte: Dados originais da Pesquisa.

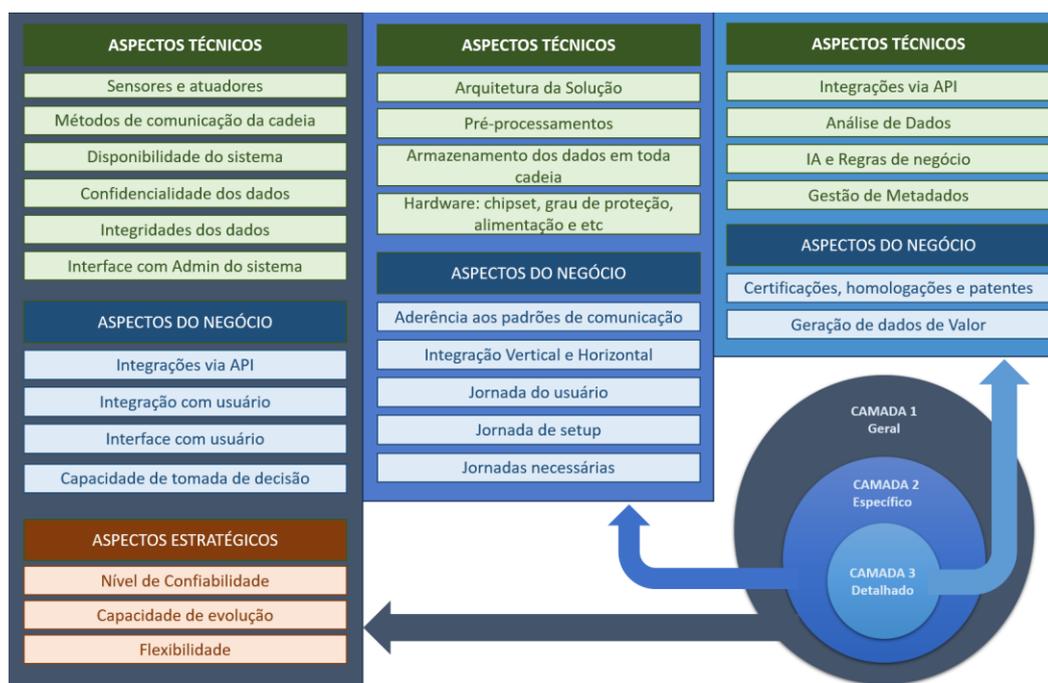
O levantamento desses requisitos foi realizado somando as informações obtidas na revisão de literatura e através de braistorming com a equipe. Importante observar que o número de classes inicial era de 33, porém após três ciclos de testes e projeto do artefato foi possível otimizá-lo e chegar até as 28 classes de requisitos finais.

Desenvolvimento do artefato: nesta fase foram reunidas todas as informações coletadas nas fases anteriores e desenvolvida a versão final do artefato. Em termos práticos foram apresentados todos os requisitos de projeto necessários e dispostos em uma mesa, a equipe discutiu um a um até definir qual seria o melhor momento de coletar aquele requisito.

Neste ponto específico foi considerado o método de categorização e subcategorias presentes em Carvalho e Araujo (2023). No aspecto gráfico de como o artefato final foi apresentado, foi utilizado Molling e Klein (2022) como referência.

Esta operação foi refeita em todos os ciclos de projeto e posterior avaliação e o objetivo foi trazer a experiência prática das avaliações realizadas com o artefato para definir qual a versão mais viável do artefato final. O artefato final pode ser observado na (Figura 4).

Figura 4 – Diagrama principal da versão final do artefato



Fonte: Dados originais da Pesquisa.

Importante observar que a versão final do artefato contempla as fases do problema através da divisão de momentos de coleta divididos em 3 camadas: geral, específico e detalhado. Outro ponto contemplado pelo artefato final é a coleta e divisão dos requisitos do projeto não apenas considerando aspectos técnicos, mas também aspectos de negócio e estratégico.

Avaliação do artefato: o artefato foi submetido a três ciclos de avaliação pois a primeira versão precisou ser modificada duas vezes até o artefato atingir sua versão final. Os critérios adotados para avaliação foram apenas 2:

- 1 – O artefato deveria coletar todas as informações dos requisitos de forma adequada;
- 2 – O processo de coleta de informações deveria ser ágil para não onerar as horas de projeto.

Foi definido que o Product Owner (PO) do projeto seria o responsável pela coleta dos requisitos, pois sendo este o envolvido no projeto com maior contato entre as partes, poderia ao longo do projeto abastecer o framework com as informações necessárias sem onerar as horas de projeto com reuniões para coleta de dados.

De forma prática os POs fizeram as coletas ao longo do projeto e abasteceram o framework. Na primeira avaliação foram identificados que algumas classes poderiam ser removidas e que outras poderiam ser reordenadas.

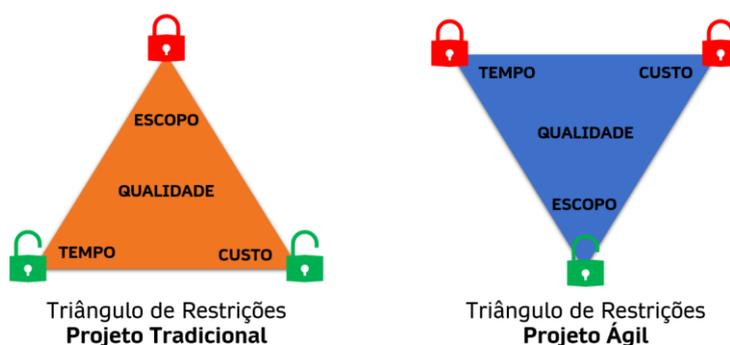
Na segunda avaliação foi basicamente identificado dois pontos que deveriam ser coletados mais adiante.

Na terceira e última avaliação a equipe entendeu que o framework estava adequado para a função desenvolvida.

Entre as fases de Identificação do problema e última aplicação da fase de Avaliação do artefato foram necessários aproximadamente 6 meses.

Para facilitar o preenchimento do Framework e posterior utilização, foi pensado um método que fosse de fácil identificação se o requisito é Rígido ou Flexível e para tal utilizamos o conceito dos Triângulos de Restrições, conforme pode ser observado na (Figura 5). Esta adoção foi feita por se tratar de um conceito já adotado por todos os utilizadores do Framework.

Figura 5 – Diagrama dos Triângulos de Restrições



Fonte: Dados originais da Pesquisa.

No Anexo 2 é possível observar a utilização prática do Framework, onde os requisitos do projeto estão identificados com os triângulos que representam se o requisito é rígido ou flexível.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O framework foi aplicado duas vezes para avaliação e ajustes, após isso foi aplicado uma terceira vez e foi considerado adequado pela equipe.

Após essas três aplicações nas quais o framework estava sob avaliação, foram aplicadas até a data de fechamento desta pesquisa mais 4 vezes, desta forma pode-se considerar que a versão final do framework foi aplicada 5 vezes.

Por se tratar de uma ferramenta a qual não existia predecessor torna-se difícil fazer comparações em termos quantitativos, porém em termos qualitativos a equipe de trabalho avaliou o framework aderente a necessidade existente, foram coletadas as opiniões isoladas dos envolvidos na utilização do framework e os pontos principais elencados foram:

- Permitiu uma documentação dinâmica dos requisitos;
- Possibilitou padronização dos requisitos;
- Facilitou a comunicação entre os envolvidos no projeto;
- Está evitando retrabalhos por melhor alinhamento;
- Está evitando retrabalho por funcionalidades futuras;
- Acelerou o processo de coleta de requisitos;
- Trouxe visibilidade para requisitos complexos;
- Melhora do produto final, pois todos estão alinhados com os requisitos;
- Permitiu alinhar aspectos estratégicos e de negócio ao desenvolvimento;
- Está facilitando a busca de requisitos pelos desenvolvedores;
- Entende-se que o desenvolvimento dos documentos do projeto será facilitado;
- Requisitos que são dependentes de outros requisitos estão sendo coletados

em fases futuras, evitando desta forma atritos.

A equipe apontou uma série de pontos que precisam ser validados e caso necessário alterados:

- O framework pode gerar problemas caso não seja atualizado após alguma alteração importante de requisitos. Desta forma se faz necessário manutenção;
- Algumas informações de cunho estratégico ainda estão sendo apontadas em outro local, por se tratar de informações sensíveis. Está sendo avaliada a possibilidade de utilizar uma ferramenta com controle de acesso mais adequada;

• Os participantes entendem que o framework tem contribuído, porém projeto para quantificar essa contribuição ainda estão em andamento.

Duas empresas de desenvolvimento parceiras também estão utilizando o framework, o retorno também foi positivo. As empresas indicaram maior agilidade no processo e informaram que estão avaliando se parte do framework pode ser incorporado ao seu processo interno. Foi sugerido por uma dessas empresas a criação de um caderno de requisitos para facilitar esse levantamento, ou seja, antes do projeto se iniciar os responsáveis técnicos, de negócio e estratégia de ambas as empresas preencherem juntos os requisitos do projeto.

O DSR requer que seja formalizado os aprendizados realizados ao longo da pesquisa, o objetivo é auxiliar a adaptação deste artefato em outras classes de problemas e contextos. Segue os principais aprendizados:

1. Importante a participação de todos os envolvidos para coleta de classes de requisitos e distribuição destes nas camadas;
2. O número de classes de requisitos deve ser otimizado, muitas classes torna o framework extenso e poucas classes torna confuso;
3. As camadas de coleta dos requisitos devem seguir marcos de desenvolvimento do projeto, pois desta forma fica mais claro para todos os envolvidos em quais momentos as coletas devem ser feitas;
4. Foi verificado que para alguns projetos mais dinâmicos a mudança de requisitos é ainda mais constante, isso torna o framework ainda mais útil, porém requer maior atualização. Nestes casos se faz necessário comprometimento do PO para atualizar o framework;
5. Para considerar o framework validado é importante garantir que todos os requisitos foram coletados adequadamente e nos momentos definidos.

Um aspecto não pensado inicialmente foi apontado por um dos POs. Uma parte importante dos requisitos podem ser coletadas ao longo das reuniões estratégicas, de negócio e técnicas, permitindo desta forma que o método não onere o projeto com a coleta de requisitos em reuniões específicas para esse fim. Neste caso o PO foi abastecendo as informações diretamente no repositório de informações Confluence.

Importante considerar que em alguns casos o projeto possui fases de implementação, na prática para alguns projetos entendeu-se a necessidade de levantar os requisitos considerando três cenários: projeto atual, projeto desejado e projeto futuro. Desta forma foi possível estruturar o projeto com melhorias que seriam feitas no futuro, evitando potenciais retrabalhos. Outro ponto verificado que conforme levantado ao longo da revisão de literatura, projetos desta natureza possuem um nível elevado de dinamismo e, portanto, dependendo do nível de precisão desejado, se faz necessário reavaliar os requisitos após mudanças significativas no projeto.

Como dito anteriormente, ainda não foi possível consolidar os dados finais e quantificar os benefícios da utilização do framework, porém o time já adotou como procedimento interno, sendo inclusive um dos habilitadores para entregas parciais e final do projeto.

Importante salientar que o artefato foi submetido em processos internos e de parceiros da empresa, não tendo ainda sido aplicado em ambiente externo. Outro aspecto importante foi a busca de literatura capaz de confrontar ou contribuir com os resultados obtidos, porém não foi encontrado materiais além dos já citados e utilizados para a construção inicial e ajustes do artefato.

Apesar de não ser ainda possível consolidar os dados finais quantitativos de melhoria, os integrantes dos times de qualidade os quais o framework foi utilizado, apontam uma estimativa de redução de retrabalho de pelo menos 30% e uma redução de tempo de entrega da versão final do produto de pelo menos 10%. Para projetos de médio e grande porte se trata de uma economia de tempo e dinheiro significativa.

Na seção Anexo se encontra a versão final do artefato. Existe a intenção de continuar a aplicar o artefato em outros contextos, realizando os ajustes e validações necessárias para que seja produzida uma versão final não aderente apenas ao cenário da empresa e seus parceiros. Outra intenção é buscar novas referências capazes de contribuir com a pesquisa.

4 CONCLUSÕES

Pode-se dizer que os resultados encontrados na pesquisa corroboram com a revisão de literatura realizada.

O objetivo da pesquisa era desenvolver um artefato capaz de determinar os pontos de rigidez e flexibilidade em projetos de inovação e IoT, permitindo a flexibilidade desejada pelo cliente sem comprometer o desenvolvimento do projeto.

Considerando o objetivo da pesquisa, é possível dizer que o framework cumpre a função a qual foi desenvolvido, que é permitir o levantamento de requisitos de projetos inovadores e de IoT, considerando pontos de rigidez e flexibilidade. É importante observar que DSR não busca a melhor solução e sim a mais viável para atender uma determinada classe de problemas.

Até a conclusão desta pesquisa não foi possível consolidar os dados finais e quantificar os benefícios trazidos pela adoção do framework, principalmente por se tratar de um aspecto do projeto o qual não possuía nenhuma ferramenta, dificultando desta forma a comparação. Caso as estimativas de redução de retrabalho de pelo menos 30% e uma redução de tempo de entrega da versão final do produto de pelo menos 10% se confirmem, é possível afirmar que este Framework pode trazer ganhos significativos de tempo e dinheiro quando aplicado em projetos de Inovação e IoT.

Além dos aspectos quantitativos apresentadas, se destacam outros aspectos qualitativos como padronização dos requisitos, melhoria de documentação, visibilidade dos requisitos, alinhamento de requisitos de negócio, estratégicos e técnicos, melhoria da documentação do projeto, maior fluidez do projeto e principalmente melhoria da solução final, pois todos os envolvidos têm acesso aos requisitos do projeto.

Por mais evidente que fosse a necessidade de melhorar o processo de coleta e documentação dos requisitos de projeto, a equipe não tinha dimensão dos ganhos que poderiam ser alcançados, prova disso foi a adoção do framework como habilitador de etapas intermediárias e final na entrega do projeto. Foi entendido que no desenvolvimento e manutenção em projetos de inovação e IoT é primordial ter visibilidade atualizada dos requisitos de negócio, estratégicos e técnicos, sendo este framework de grande ajuda.

Este framework foi validado para utilização na empresa a qual foi desenvolvido o artefato. Entende-se que o artefato pode atender outras classes de problema e contextos, porém conforme esperado em uma DSR se faz necessário readequar o artefato passando pelas etapas da pesquisa conforme apresentado na sessão materiais e métodos.

Se faz necessário apontar a importância deste tipo de artefato dentro da Engenharia de Produção, mais especificamente dentro da Engenharia de produto, com especial destaque para Gestão do Desenvolvimento de Produto, Processo de Desenvolvimento de Produto e Planejamento e Projeto do produto.

Para estudos futuros é possível revalidar o framework após mais aplicações. Apresentar os benefícios da adoção do framework de forma quantitativa. Tentar aplicar este framework em outras classes de problemas e contextos, bem como confrontar com novas referências.

REFERÊNCIAS

BACCARINI, D.; SALM, G. Gestão de riscos em projetos de tecnologia da informação. **Gestão Industrial e Dados**, p. 286-295, 2004.

BANZ, A. Método de engenharia de requisitos para automação de infraestrutura e projetos de nuvem. *In: IEEE 27th INTERNATIONAL REQUIREMENTS ENGINEERING CONFERENCE*, 2019.

BARUAH, N. Gerenciamento de requisitos em ambiente de software ágil. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE COMPUTAÇÃO SOFT E ENGENHARIA DE SOFTWARE*, 2015. p. 81-83.

CARVALHO, LGR; ARAUJO, FO Uma proposta de quadro teórico de avaliação de maturidade de gerenciamento de projetos: foco em aspectos técnicos-gerenciais e comportamentais. **Revista Produção Online**, 2023.

DRESCH, A.; LACERDA, DP; JÚNIOR, JAVA **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EL-HASSAN, AAO; ALHAJAHJEH, TIK Um modelo para entender os requisitos do projeto com base nas especificações CMMI. *In: 7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS EMERGENTES*, 2021.

EL-SOFANY, H.; ALWADANI, H.; ALWADANI, A. Gerenciando trabalho de equipe virtual em projetos de TI: pesquisa. **International Journal of Advanced Corporate Learning**, v. 7, p. 28-33, 2014.

FERREIRA, LCB *et al.* A metodologia trifásica para desenvolvimento de projetos de IoT. **Internet of Things**, v. 20, 5 out., p. 1-15, 2022.

GÜRSES, S.; SEGURAN, M.; ZANNONE, N. Engenharia de requisitos dentro de um projeto de pesquisa de larga escala orientado à segurança: lições aprendidas. **Requirements Engineering**, p. 43-66, 2013.

HERNÁNDEZ, R.; MOROS, B.; NICOLÁS, J. Gestão de requisitos em ambientes DevOps: um estudo de mapeamento multivocal. **Requirements Engineering**, 5 jan. 2023.

KOTEJOSHYER, B.; TITTIBHA, S. Metodologia de gerenciamento de requisitos baseada em regras. **Journal of Software: Evolution and Process**, p. 321-328, 2014.

KRISTANTYA, PAW; KUSUMO, SD; SELVIANDRO, N.; FACHRIANNOOR. A implementação do processo de engenharia de requisitos adaptativos com base no raciocínio baseado em casos. *In: QUINTA CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO*, 2017.

LACERDA, DP; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, JAVA Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, pág. 741-761, 2013.

MARCELINO-JESUS, E.; SARRAIPA, J.; AGOSTINHO, C.; JARDIM-GONCALVES, R. Uma metodologia de engenharia de requisitos para avaliação de inovações tecnológicas. *In: MOVING INTEGRATED PRODUCT DEVELOPMENT TO SERVICE CLOUDS IN THE GLOBAL ECONOMY*, 2014. p. 577-586.

MARCHEWKA, ML **Gerenciamento de projetos de tecnologia da informação: fornecendo valor organizacional mensurável. Gerenciamento de Projetos de Tecnologia da Informação**, 2016.

MARTENS, ML; CARVALHO, MM Fatores-chave da sustentabilidade no contexto de gerenciamento de projetos: uma pesquisa explorando. **International Journal of Project Management**, v. 35, p. 1084-1102, 2017.

MEDEIROS, J.; VASCONCELOS, A.; SILVA, C.; GOULÃO, M. Especificação de requisitos para desenvolvedores em projetos ágeis: avaliação por dois estudos de caso industriais. **Information and Software Technology**, v. 117, 2020.

MOLLING, G.; KLEIN, AZ Proposta de valor de produtos e serviços baseados em IoT: um framework. **Electronic Markets**, 16 maio 2022, p. 889-926.

MORCOV, M.; PINTELONV, L. Definições, características e medidas de complexidade de projetos de TI: uma revisão sistemática da literatura. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 8, 2020.

ONG, MU; AMEEDEN, MA Validação de requisitos do usuário: exploração de desafios na execução do pré-projeto. *In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING*, v. 769, 2020.

PERROTTA, D. *et al.* Rumo ao desenvolvimento de uma metodologia para gerenciamento de projetos de industrialização. *In: CENTERIS - INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS*, nov. 2017. p. 874-882.

RAJAN, ER; SANTHOSH, AV Adoção de Metodologia Ágil para melhorar o desempenho de projetos de TI. **Serbian Journal of Management**, p. 301-320, 2021.

SAKKA, A.; KOURJIEH, M.; KRAIEM, IB Um modelo conceitual de projetos de TI para facilitar a tomada de decisão upstream: seleção de método de gerenciamento de projetos. **International Transactions in Operational Research**, p. 1-32, 2023.

SILLITTI, A.; CESCHI, M.; RUSSO, B.; SUCCI, G. Gerenciando incertezas em requisitos: uma pesquisa em empresas ágeis e orientadas por documentação. *In: 11th IEEE INTERNATIONAL SOFTWARE METRICS SYMPOSIUM*, 2005.

TAYLOR, J. **Gerenciando Projetos de Tecnologia da Informação: Aplicando Estratégias de Gerenciamento de Projetos a Iniciativas de Software, Hardware e Integração**. AMACOM, 2003.

UL-HAQ, I.; BUTT, WH Revisão sistemática da literatura sobre ferramentas de gerenciamento de requisitos. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE TENDÊNCIAS EMERGENTES EM TECNOLOGIAS INTELIGENTES*, 2022.

LACERDA, DP; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, JAVA Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, p. 741-761, 2013.

MARCELINO-JESUS, E.; SARRAIPA, J.; AGOSTINHO, C.; JARDIM-GONCALVES, R. Uma metodologia de engenharia de requisitos para avaliação de inovações tecnológicas. *In: MOVING INTEGRATED PRODUCT DEVELOPMENT TO SERVICE CLOUDS IN THE GLOBAL ECONOMY*, 2014. p. 577-586.

MARCHEWKA, M. L **Gerenciamento de projetos de tecnologia da informação: fornecendo valor organizacional mensurável**. Gerenciamento de Projetos de Tecnologia da Informação, 2016.

MARTENS, M. L; CARVALHO, MM Fatores-chave da sustentabilidade no contexto de gerenciamento de projetos: uma pesquisa explorando. **International Journal of Project Management**, v. 35, p. 1084-1102, 2017.

MEDEIROS, J.; VASCONCELOS, A.; SILVA, C.; GOULÃO, M. Especificação de requisitos para desenvolvedores em projetos ágeis: avaliação por dois estudos de caso industriais. **Information and Software Technology**, v. 117, 2020.

MOLLING, G.; KLEIN, AZ Proposta de valor de produtos e serviços baseados em IoT: um framework. **Electronic Markets**, 16 maio 2022, p. 889-926.

MORCOV, M.; PINTELONV, L. Definições, características e medidas de complexidade de projetos de TI: uma revisão sistemática da literatura. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 8, 2020.

ONG, MU; AMEEDEN, MA Validação de requisitos do usuário: exploração de desafios na execução do pré-projeto. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 769, 2020.

PERROTTA, D. *et al.* Rumo ao desenvolvimento de uma metodologia para gerenciamento de projetos de industrialização. *In: CENTERIS - INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS*, 2017. p. 874-882.

RAJAN, ER; SANTHOSH, AV Adoção de Metodologia Ágil para melhorar o desempenho de projetos de TI. **Serbian Journal of Management**, p. 301-320, 2021.

SAKKA, A.; KOURJIEH, M.; KRAIEM, IB Um modelo conceitual de projetos de TI para facilitar a tomada de decisão upstream: seleção de método de gerenciamento de projetos. **International Transactions in Operational Research**, p. 1-32, 2023.

SILLITTI, A.; CESCHI, M.; RUSSO, B.; SUCCI, G. Gerenciando incertezas em requisitos: uma pesquisa em empresas ágeis e orientadas por documentação. *In: 11th IEEE INTERNATIONAL SOFTWARE METRICS SYMPOSIUM*, 2005.

TAYLOR, J. **Gerenciando Projetos de Tecnologia da Informação: Aplicando Estratégias de Gerenciamento de Projetos a Iniciativas de Software, Hardware e Integração**. AMACOM, 2003.

UL-HAQ, I.; BUTT, WH Revisão sistemática da literatura sobre ferramentas de gerenciamento de requisitos. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE TENDÊNCIAS EMERGENTES EM TECNOLOGIAS INTELIGENTES*, 2022.

UTAMA, D.; PURWANDARI, B. Fatores críticos de sucesso de projetos de software: a perspectiva de uma empresa de software da Indonésia. *In: 6ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENGENHARIA E DESIGN DE COMPUTAÇÃO*, 2020.

ZHAO, H.; CHEN, X. O método e sua aplicação de modelagem de gerenciamento de projetos em todo o ciclo de vida. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENGENHARIA LOGÍSTICA, GESTÃO E CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO*, 2015. p. 1706-1709.

Autores

Eduardo Marchesini

Doutorando em Engenharia de Produção (EESC USP), Mestre em Engenharia de Produção (UNIMEP, 2020), Engenheiro de Controle e Automação (UNIMEP, 2017), MBA Executiva em Gestão com Ênfase em Liderança e Inovação (FGV, 2022), MBA em Digital Business (ESALQ USP, 2024). Consultor de Inovação no beOn Claro/Embratel, com mais de 20 anos de atuação na Indústria, Vice-presidente de Ecossistema de Inovação e Empreendedorismo no Campinas Tech e Professor de IoT no IMFE (México).

João Paulo Nascimento da Silva

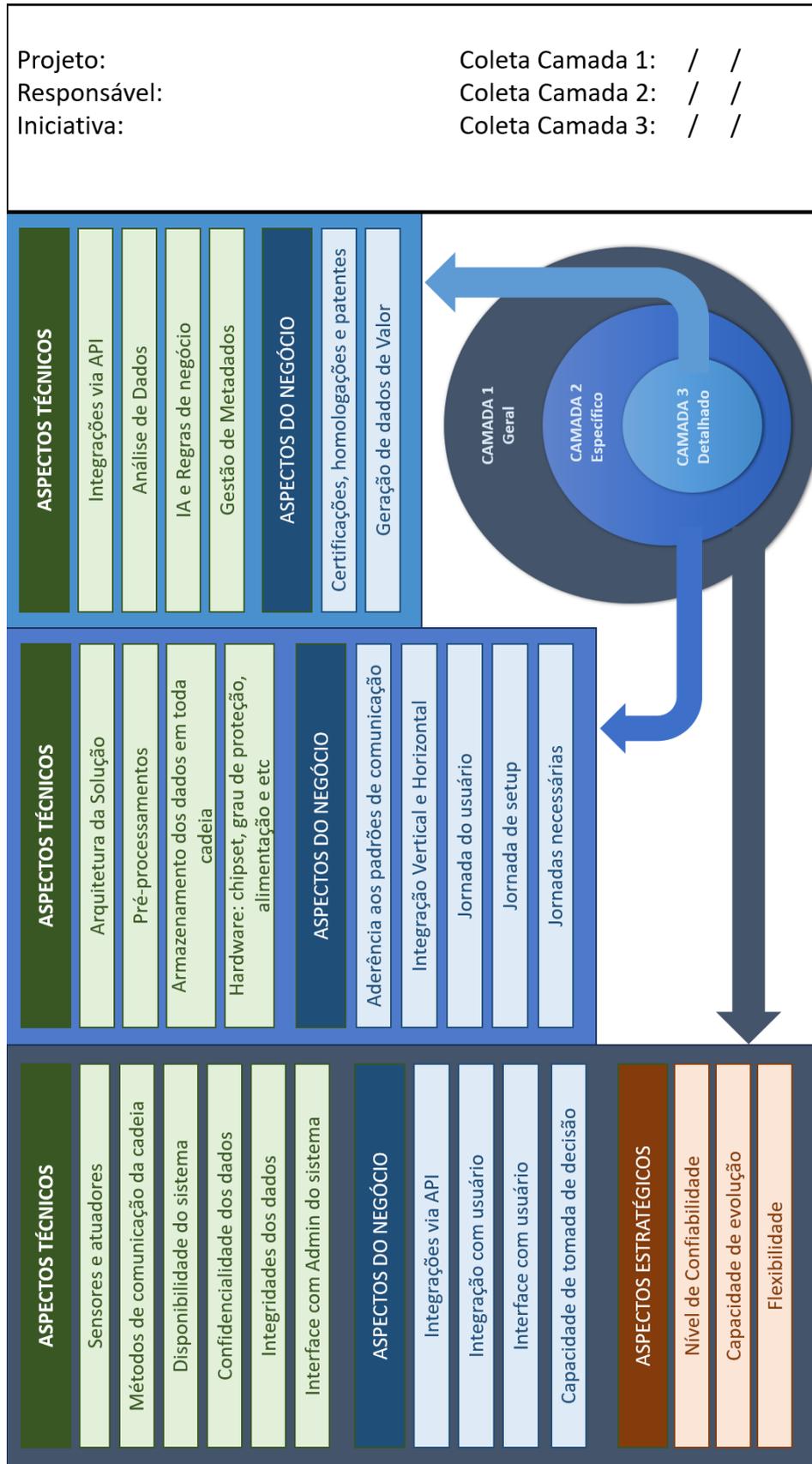
Pós-Doutorado na Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo (FEA USP, 2024). Doutor em Administração pelo Universidade Federal de Lavras (2023) com ênfase em Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação. Professor de Inovação, Estratégia e Marketing e Coordenador do Observatório de Inovação da Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein (FICSAE - São Paulo/SP).



Artigo recebido em: 01/05/2024 e aceito para publicação em: 16/08/2024

DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i4.5264>

ANEXO 1



ANEXO 2

