

Tomada de decisões arquiteturais em projetos de software: um estudo exploratório com profissionais

Lucas de O. Carvalho¹, Tayana U. Conte²

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos – SP – Brasil

²Instituto de Computação – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Manaus – AM – Brasil

Abstract. *During the software development cycle, architecture is fundamental for the success of the solution and, beyond structural and behavioral aspects, architecture comprises several critical decisions made about the software. In this context, some studies in the literature have been conducted about software architecture decision-making, but they are restricted to a specific business context and conducted with professionals out of the Brazilian perspective. For this reason, this study aims to present a preliminary perspective and understand the decision-making process from the view of Brazilian software practitioners who work in the software industry. The results, collected by nine semi-structured interviews with software practitioners from different companies and with a varied range of skills, bring findings related to the decision-making process, including how decisions are taken and how architecture design is made.*

Resumo. *Durante o ciclo de desenvolvimento de software, a arquitetura é fundamental para o sucesso da solução e, além de aspectos estruturais e comportamentais, a arquitetura contempla várias decisões críticas tomadas sobre o software. Nesse contexto, alguns estudos da literatura foram conduzidos sobre o processo de tomada de decisões de arquitetura, porém eles estão restritos a um domínio de negócio específico e foram conduzidos com profissionais fora do panorama brasileiro. Por esse motivo, esse estudo tem como objetivo apresentar uma perspectiva preliminar e entender sobre o processo de tomada de decisões de arquitetura de software na visão de profissionais brasileiros atuantes na indústria de software. Os resultados, obtidos a partir de entrevistas semiestruturadas com nove profissionais atuando em empresas diferentes e com variadas habilidades, trazem achados sobre o processo de tomada de decisão, incluindo como as decisões são tomadas e a definição da arquitetura é feita.*

1. Introdução

A arquitetura de um software é tradicionalmente vista como organização de alto nível de como os componentes e subsistemas estão dispostos e interagem entre si, mas nos últimos anos, a arquitetura tem sido vista como o “porquê” da solução, como o conjunto de decisões de projeto, a motivação para as decisões e o conhecimento capturado por elas [van Vliet and Tang 2016]. Essas decisões são o cerne da arquitetura de um sistema e são vitais para que o sistema atinja seus principais objetivos [Tofan et al. 2013]. Quando comparadas a outros tipos de decisões tomadas durante o desenvolvimento, sejam elas

ligadas a processos ou ferramentas, decisões arquiteturais têm um peso adicional, visto que são feitas em etapas iniciais do processo de desenvolvimento e têm uma influência significativa no sistema [Shaw 1995].

Além de sua importância no sucesso do software, a tomada de decisões em arquitetura é considerada complexa por envolver aspectos de produto, de negócio e de desenvolvimento. Algumas das dificuldades enfrentadas neste processo são: dependências em outros times, limitações técnicas impostas, requisitos dinâmicos e documentação imprópria [Dasanayake et al. 2016].

Na literatura, alguns trabalhos foram conduzidos relacionados a como as decisões de arquitetura de software são tomadas, porém estes trabalhos estão normalmente restritos ao processo adotado por profissionais de uma empresa específica e foram conduzidos fora do panorama brasileiro. Com o crescimento da indústria de software no Brasil nos últimos anos [Souza 2022], torna-se importante também avaliar como as decisões ligadas à arquitetura são tomadas nesse cenário emergente. Portanto, esse artigo tem o objetivo de apresentar uma perspectiva inicial e entender sobre o processo de tomada de decisões de arquitetura de software na visão de profissionais brasileiros atuantes na indústria. A partir disso, a Questão de Pesquisa (QP) a ser respondida a partir desse estudo é *“Como são tomadas as principais decisões de arquitetura de software?”*.

Esse artigo tem como principais contribuições achados sobre como é o processo de definição da arquitetura e da tomada de decisões arquiteturais por profissionais brasileiros, aspectos sobre colaboração de outros profissionais, os fatores que influenciam o processo, as ferramentas utilizadas para apoiar a tomada de decisão, como as decisões são registradas e se as decisões são revisitadas; por fim, uma comparação com outros trabalhos da literatura é feita a respeito dos principais achados.

2. Trabalhos relacionados

Nos últimos anos, diversos trabalhos relacionados ao processo de tomada de decisão na arquitetura de software foram conduzidos devido à sua crescente importância. Razavian, Paech, and Tang (2019) realizam um mapeamento sistemático de 38 trabalhos relacionados ao processo de tomada de decisões em arquitetura e, dentre os achados, os autores descrevem que poucos trabalhos se relacionam a aspectos humanos e psicológicos ligados ao processo de tomada de decisão e que existem oportunidades de pesquisa em aspectos comportamentais, considerando fatores e impactos do comportamento na tomada de decisões. Os demais trabalhos relacionados foram identificados através deste mapeamento.

Dasanayake et al. (2015) exploram o processo de tomada de decisões em três empresas de software europeias, cada uma com cerca de 60 funcionários. A pesquisa aborda como é o processo de tomada de decisões, os motivos para sua adoção, as dificuldades enfrentadas e possíveis melhorias. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas e análise de documentações usadas/criadas durante o processo. Os resultados indicam que arquitetos preferem abordagens informais, mas estruturadas, com experiência e intuição sendo fatores-chave. Além disso, os aspectos de qualidade considerados incluem manutenibilidade, confiabilidade, testabilidade, desempenho e segurança. As dificuldades mencionadas estão relacionadas à falta de uma abordagem formal e sistemática, atribuída à ausência de gestão de conhecimento.

Dasanayake et al. (2016) investigam sobre a colaboração no processo de projeto

de arquitetura em uma empresa com cerca de mil funcionários distribuídos globalmente. Entrevistas foram conduzidas com 15 arquitetos de software experientes. Os resultados mostraram que a maioria dos times adota uma abordagem colaborativa para a tomada de decisão, com decisões de alto impacto sendo feitas por comitês e decisões de escopo menor sendo tomadas pelos próprios times. Os arquitetos destacaram a importância do trabalho em grupo para gerar ideias criativas, enquanto enfrentam desafios relacionados à organização, processos e aspectos humanos, incluindo problemas com a documentação do *design* e as mudanças organizacionais.

Power and Wirfs-Brock (2018) analisam as abordagens de tomada de decisão e os desafios enfrentados, além do impacto dessas decisões nas empresas. Através de uma pesquisa com 62 profissionais, os autores investigaram os aspectos do dia a dia e realizaram grupos focais com participantes de diferentes contextos. Os resultados mostram que os arquitetos tendem a utilizar abordagens informais e coletivas, e destacam que a persuasão e os relacionamentos influenciam nas decisões. Os arquitetos destacaram que normalmente precisam tomar decisões pressionados e fazer *tradeoffs* entre escolhas imediatas e uma sustentação a longo prazo.

Também com foco em profissionais, Heesch and Avgeriou (2011) buscam entender o raciocínio por trás do processo de arquitetura em um *survey* com 53 arquitetos. Os autores utilizam o modelo de projeto de arquitetura de Hofmeister et al. (2007) como referência e investigam como são feitas as etapas de arquitetura. Os arquitetos citaram que requisitos são fatores importantes para decisões, que buscam várias alternativas durante seu processo, dando prioridade para soluções conhecidas e que consideram prós e contras em cada decisão de arquitetura.

Por fim, Tofan et al. (2013) realizaram um *survey* com 43 arquitetos experientes de países diferentes para entender aspectos não explorados em outros trabalhos, como as características das decisões arquiteturais e quais fatores as tornam difíceis. Os resultados encontrados indicam que, quanto a características, decisões arquiteturais levam em média oito dias de trabalho, envolvem indiretamente três pessoas e consideram um número próximo de cinco atributos de qualidade na decisão. Já quanto aos fatores que tornam as decisões difíceis, os participantes indicaram dependências em outras decisões, impacto grande no negócio e consequências negativas.

Em síntese, a Tabela 1 apresenta os interesses de cada trabalho relacionado mencionado, bem como o método de pesquisa usado. Nota-se que esses trabalhos estão próximos a este por investigarem o processo de tomada de decisões em arquitetura, porém, nenhum dos trabalhos citados realizou a pesquisa com profissionais brasileiros e, além disso, os estudos focaram na perspectiva dos profissionais de uma mesma empresa. Apesar dos conceitos relacionados à arquitetura serem os mesmos, é necessário considerar as diferenças entre profissionais brasileiros e estrangeiros, como comportamentos culturais, experiências profissionais, formação acadêmica, e até disparidades organizacionais, que endossam a necessidade deste estudo.

3. Metodologia

A QP a ser respondida neste estudo é “*Como são tomadas as principais decisões de arquitetura de software?*”, buscando identificar detalhes sobre o processo de tomada de decisões de arquitetura e, por este motivo, optou-se por realizar um estudo qualitativo.

Tabela 1. Interesses de pesquisa e métodos dos trabalhos relacionados.

Trabalho	Interesses da pesquisa	Coleta de dados
[Dasanayake et al. 2015]	Como as decisões são feitas O que leva os arquitetos a fazerem desse jeito Quais os desafios associados Como esse processo pode ser melhorado	Entrevistas semiestruturadas com arquitetos de três empresas e documentações de arquitetura
[Dasanayake et al. 2016]	Como os times tomam decisões Quais os desafios de tomar decisões em grupo	Entrevistas com arquitetos de uma empresa
[Power and Wirfs-Brock 2018]	Quais abordagens são utilizadas Quais os desafios com essas abordagens Como o contexto influencia as decisões Como as decisões impactam os outros	Survey e Grupos Focais com arquitetos de uma empresa de larga escala
[Heesch and Avgeriou 2011]	Como acontece a análise da arquitetura Como acontece a síntese da arquitetura Como acontece a avaliação da arquitetura	Survey com profissionais
[Tofan et al. 2013]	Quais as características das decisões Que fatores dificultam as decisões Diferenças entre arquitetos júnior e sênior Diferenças entre decisões boas e ruins	Survey com arquitetos

Maxwell (2012) cita que pesquisas qualitativas são usadas quando se busca: entender o significado dos eventos, situações e ações em que os participantes estão envolvidos; entender um contexto específico em que os participantes agem e como o contexto influencia suas ações; e entender os processos nos quais eventos e ações acontecem. Para coleta dos dados qualitativos, entrevistas semiestruturadas foram escolhidas como método, uma vez que entrevistas são úteis quando se deseja obter as perspectivas das pessoas sobre determinado tópico, além de opiniões e pensamentos [Seaman 1999].

3.1. Guia da entrevista

Para auxiliar na condução das entrevistas, elaborou-se um guia de entrevista, disponível na Tabela 2, com algumas perguntas que norteiam a entrevista a atingir seus objetivos e que foram elaboradas pelos pesquisadores considerando a QP e algumas QPs mencionadas nos trabalhos relacionados mencionados na Seção 2. O guia possui duas seções: (i) Experiência, que tem como objetivo identificar a experiência profissional da pessoa participante com desenvolvimento e arquitetura; e (ii) Tomada de decisões de arquitetura, que é relativa a QP, e questiona sobre aspectos do processo adotado/usado pela pessoa participante para tomar decisões. Após a elaboração, o guia foi revisado por uma pessoa especialista em pesquisa qualitativa, que possui mais de 10 anos de experiência.

3.2. As pessoas participantes da pesquisa

As pessoas de interesse da pesquisa são profissionais da indústria de software, que estejam trabalhando na indústria há, pelo menos, três anos e que tenham funções relacionadas à arquitetura ou ao processo de tomada de decisões arquiteturas em suas funções atuais. Foram excluídas pessoas que: (i) não possuem o mínimo dos anos de experiência mencionado por desejar-se entender o processo de profissionais com maior senioridade; (ii) não desempenham as funções relacionadas à arquitetura, pois a contribuição ao estudo não seria a esperada.

O recrutamento dos participantes se deu, inicialmente, a partir da rede de contatos das pessoas pesquisadoras, de forma que algumas pessoas foram contatadas para saber do seu interesse em participar da pesquisa. Além disso, a rede social LinkedIn, que possui propósitos profissionais e acadêmicos, serviu para descobrir pessoas que poderiam contribuir com a pesquisa.

Tabela 2. Guia de entrevista elaborado para coleta de dados.

Seção da entrevista	Sugestão de perguntas
Experiência	<ol style="list-style-type: none">1. Fale um pouco da sua experiência com desenvolvimento de software2. Fale um pouco da sua experiência com arquitetura de software
Tomada de decisões de arquitetura	<ol style="list-style-type: none">1. Como vocês costumam fazer o projeto da arquitetura do software?2. Quais são as pessoas envolvidas na etapa de projeto e quais os papéis delas?3. Como as principais decisões são tomadas na etapa de projeto da arquitetura?4. Quais os fatores principais que influenciam a tomada de decisão?5. As decisões são tomadas de forma individual ou coletiva? Por que?6. Quais são as ferramentas usadas para apoiar durante a tomada de decisão?7. Como as decisões tomadas ficam registradas?8. Conforme o projeto avança, as decisões iniciais são revisitadas?

3.3. Coleta dos dados

Para iniciar a coleta dos dados, uma entrevista piloto foi conduzida com uma das pessoas recrutadas para a entrevista. A entrevista piloto é importante para entender o comportamento da entrevista real, sendo usada para avaliar o entendimento das perguntas na visão do participante e também aspectos operacionais, como tempo de duração e ferramenta. Após a entrevista piloto, alguns apontamentos foram feitos na versão inicial do guia, que foi evoluído para uma segunda versão, com perguntas reescritas, ajustadas ou removidas. As versões do guia de entrevista, incluindo a versão final mostrada na Tabela 2, está disponível em um material suplementar ¹.

Com as correções feitas no guia, os pesquisadores conduziram a primeira rodada de entrevistas, com seis participantes, entre Dezembro de 2022 e Janeiro de 2023. A segunda rodada de entrevistas, que incluiu mais três participantes, aconteceu entre Dezembro de 2023 e Janeiro de 2024. Antes de cada entrevista, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi enviado aos participantes para que eles estivessem cientes sobre sua contribuição na pesquisa. As entrevistas, a exemplo do piloto, foram conduzidas de forma remota utilizando o Google Meet e com duração aproximada de 30 minutos. Todos os participantes concordaram com a gravação dos áudios das entrevistas para que a transcrição fosse feita posteriormente.

3.4. Análise dos dados

A partir dos áudios gravados das entrevistas, as transcrições foram feitas e a análise das entrevistas foi feita seguindo os procedimentos da Teoria Fundamentada nos Dados, em inglês *Grounded Theory* - GT, que é um método de pesquisa qualitativa para descoberta de teorias a partir de dados semiestruturados, como as transcrições feitas [Stol et al. 2016]. GT é útil para descoberta de padrões comportamentais que moldam processos sociais

¹<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25150940>

conforme ocorrem interações entre pessoas em grupos [Adolph et al. 2011]. Na GT, a análise é feita a partir de códigos (conceitos) e categorias identificadas durante o processo de codificação, que pode ser dividida em 3 fases: aberta, axial e seletiva [Corbin and Strauss 2008]. Por ser um estudo exploratório, do qual não se pretende gerar uma teoria, foi realizada apenas a primeira etapa de GT (codificação aberta). Os resultados da codificação com as citações de cada um dos participantes está disponível em um material suplementar² e podem ser consultados para mapear os principais achados do trabalho.

4. Resultados

No total, nove pessoas foram entrevistadas durante a coleta de dados. Todos os profissionais entrevistados desempenham funções relacionadas à arquitetura e/ou colaboram no processo de tomada de decisões arquiteturais, apesar de nenhum deles possuir uma função especializada de arquitetura. As principais características desses profissionais foram resumidas na Tabela 3, que identifica cada profissional com um número que será utilizado no restante deste trabalho, que está na coluna “Participante”. Esta tabela ainda exibe outras informações mencionadas pelos participantes, como o número de anos de experiência do participante, o cargo em que o participante atua e em qual empresa e suas habilidades no ciclo de desenvolvimento.

Tabela 3. Dados sobre pessoas entrevistadas.

Participante	Anos de experiência	Cargo atual	Empresa	Habilidades
P1	3-5	Desenvolvedor Sênior	E1	Backend/Infraestrutura
P2	10-15	Desenvolvedor Especialista	E2	Mobile
P3	10-15	Tech Manager	E3	Backend/Cloud
P4	10-15	Tech Leader	E4	Frontend
P5	15-20	Gerente de Sistemas	E5	Frontend/Backend
P6	5-10	Analista de Testes Sênior	E6	QA
P7	5-10	Desenvolvedor Sênior	E3	Backend
P8	3-5	Desenvolvedor Sênior	E7	Frontend/Backend
P9	5-10	Desenvolvedor Sênior	E8	Backend

Na coluna “Empresa” da Tabela 3, há uma referência para a Tabela 4, que mostra detalhes a respeito da empresa atual dos participantes, como domínio do negócio e o número de funcionários. Essa informação é interessante para considerar a relevância dos profissionais entrevistados no mercado e a diversidade das entrevistas.

Tabela 4. Detalhes sobre as empresas das pessoas entrevistadas.

Empresa	Domínio do negócio	Número de funcionários
E1	Pesquisa e Desenvolvimento	500-1000
E2	Financeiro	1000-5000
E3	Financeiro	1000-5000
E4	Financeiro	+10000
E5	Público	500-1000
E6	Pesquisa e Desenvolvimento	50-200
E7	Financeiro	200-500
E8	Imobiliário	1000-5000

²<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24126684>

4.1. QP - Como são tomadas as principais decisões de arquitetura de software?

Para responder a QP, os códigos que surgiram do processo de codificação e que elucidam aspectos relacionados ao objetivo de entender o processo de tomada de decisões de arquitetura são:

- Como a definição da arquitetura é feita
- Quais as pessoas envolvidas nas definições da arquitetura e quais os papéis delas
- Como as principais decisões são tomadas na definição da arquitetura
- Os fatores que influenciam a tomada de decisão
- As ferramentas usadas para apoiar a tomada de decisão
- Como é o processo de documentação das decisões tomadas
- Como e com que frequência as decisões são revistas

4.1.1. Como a definição da arquitetura é feita

Inicialmente, a definição da arquitetura pode ser entendida como todo o processo de planejamento e definição de componentes, tecnologias e padrões que serão utilizados. De maneira resumida, os profissionais afirmaram que a definição da arquitetura é feita:

1. Focando no que o cliente deseja: P1 menciona olhar para as regras de negócio do cliente. P6 declara que o projeto da arquitetura acontece de maneira incremental, em blocos, que são os entregáveis que o cliente deseja em determinado prazo. P7 afirma que os requisitos do negócio são norteadores do que o produto deve e não deve ter.

“Conforme o que o cliente quer como produto final, a gente planeja em etapas, ou seja, entregas de mês tal a mês tal, a gente tem entrega Y, ou seja, a gente tem que entregar o módulo tal e o cliente avalia e gente vai pro próximo módulo.” - P6

2. Fazendo Provas de Conceito (em inglês, *Proof of Concept* - PoC): P3 menciona que, muitas vezes, é necessário desenvolver o conhecimento para fazer algo e PoCs ajudam a levantar prós e contras. P4 fala sobre testar pequenas partes para verificar a viabilidade e depois integrar as partes.

“A gente trabalha com tecnologia que muda todo dia e muitas vezes a gente não tem o conhecimento necessário. Então, eu sempre preferi pedir tempo para eu fazer PoC e testar e levar com prós e contras.” - P3

3. Utilizando o padrão da empresa como referência: P5 informa que a empresa em que trabalha possui um documento que norteia os princípios de arquitetura a serem seguidos pelos desenvolvedores e que, apenas caso algo seja necessário, essas documentações são revisadas. P8 afirma que cada time é independente quanto às decisões, mas a empresa possui algumas convenções e P9 afirma que o padrão definido inicialmente pela empresa é replicado por todos os times.

“A gente tem lá um documento formal, inclusive instituído por portaria. É uma portaria que saiu formalizando essa arquitetura [...] Durante as reuniões de planejamento do sistema, a gente verifica se existe a necessidade de algum componente, algum framework,

alguma biblioteca diferente das que a gente já usa. Se tiver, aí a gente também faz o estudo, se é viável incluir nesse documento ou se é uma biblioteca que só vai ser utilizada para aquele projeto.” - P5

Em resumo, as pessoas entrevistadas definem a arquitetura focando nos requisitos e limitações de cliente, através de PoCs para validar a viabilidade de uma solução e seus prós e contras e também utilizando o padrão da empresa como uma referência. Um aspecto interessante sobre a definição da arquitetura é a relevância do entendimento dos requisitos para que essa etapa tenha sucesso, sendo citada como fundamental por P2.

4.1.2. Quais as pessoas envolvidas nas definições da arquitetura e quais os papéis delas

Na etapa de definição da arquitetura, os profissionais também foram questionados sobre quais as pessoas envolvidas e quais os papéis delas. É consenso entre todos os entrevistados que a discussão é feita em grupo e que discussões são estimuladas entre o time para que todos tenham o mesmo entendimento.

“Então quando vai definir as coisas, a gente faz testes e a gente nunca é uma pessoa isolada, a gente faz um grupo de pesquisa, grupo de trabalho, esse grupo vai avaliar alguns critérios, objetivos e definir se vale a pena ou não o que está pra utilizar.” - P5

P3 cita ainda sobre ter participado de projetos em que seu time tomou decisões e precisaram propor a um grupo especializado em decisões de arquitetura, que faz questionamentos sobre a solução e propõe modificações. Isso também é citado por P4.

“Na consultoria que eu trabalhava quando eu estava focado em um time, eu fazia as propostas de solução e aí eu tinha que levar para um comitê que normalmente era composto de outros arquitetos que estavam em time semelhantes ou no mesmo cliente.” - P3

Sumarizando, as definições de arquitetura normalmente são feitas em conjunto por toda a equipe envolvida no desenvolvimento, incluindo pessoas do negócio e de qualidade. Além disso, como grupos especializados de arquitetura foram citados por profissionais de empresas com risco financeiro (P3 e P4), conclui-se que estas empresas possuem padrões mais rigorosos de aprovação de arquitetura. P1 e P2 citam que, como mais especialistas no time, buscam trazer discussões e requisitos a serem considerados. P8 menciona que, quando a mudança arquitetural afeta a empresa inteira, todos os desenvolvedores participam.

4.1.3. Como as principais decisões são tomadas na definição da arquitetura

Sobre como as principais decisões são tomadas, P1 menciona que as decisões são tomadas a partir de diversas possibilidades e uma posterior validação da melhor alternativa considerando o contexto do time. P3 afirma que muitas vezes tecnologias homologadas são utilizadas ou o padrão que o cliente deseja ser seguido.

“Depois de escolher as ferramentas que tem bastante suporte e verificar se o meu time tem domínio daquelas ferramentas, eu tenho uma base pra começar. A partir disso, conversando com o cliente, vendo as viabilidades e nessas trocas de informações vão surgindo novas ideias.” - P1

P2 e P6 comentam que a escolha das melhores decisões que são tomadas vem do conhecimento que é adquirido de forma empírica pelos arquitetos, ratificando o que foi mencionado anteriormente. P8 comenta que os alinhamentos técnicos são um momento de discussão e troca de conhecimento entre o time.

“Quando você roda o suficiente, então quando você adquire conhecimento suficiente de modelagem, de estruturação, de componentes, de bibliotecas, de linguagens, em que aquela solução pode ser feita, fica mais tranquilo de você fazer esse julgamento.” - P2

P4 fala sobre a sustentação da decisão dado o futuro da empresa e do negócio e isso também é mencionado por P5 falando sobre decisões que precisam ser tomadas pensando a longo prazo. Dessa forma, a tomada de decisões mencionada pelos profissionais pode ser vista como um processo que considera aspectos do negócio, como os requisitos, o que está homologado e o padrão a ser seguido, o conhecimento do time e a viabilidade da solução. Nenhum processo sistemático ou estruturado foi mencionado pelos profissionais.

4.1.4. Os fatores que influenciam a tomada de decisão

A respeito de fatores que influenciam a tomada de decisão, os profissionais mencionaram:

1. Desempenho: P1 cita que, como as entregas são para um cliente, é importante que se encontre um balanço entre uma solução robusta em desempenho, mas que não tenha custo tão elevado para não assustar o cliente. P8 fala que desempenho é o principal fator considerado.

“Qual arquitetura é melhor e mais performática eu identificar, sempre levando em consideração a questão de ser performático e não gerar muito custo.” - P1

2. Custo: P1 menciona que este é um fator primordial considerando que o que faz sentido para o cliente é aquilo que possui o melhor custo. O custo do desenvolvimento é mencionado também por P5 e P9.

“Para a gente fazer isso, a gente já sabe que vai ter que pagar mais caro para a fábrica, então são coisas que a gente nem sempre consegue tudo o que o que quer, então a gente faz o que tem recurso.” - P5

3. Conhecimento do time: citado por P3, que menciona que uma alta curva de aprendizado de algo complica a situação do time.

“Você tem que saber o conhecimento que seu time tem. Porque às vezes, se a curva de aprendizado for muito grande ou se eles forem se deparar com muitos problemas, não vão conseguir resolver.” - P3

4. Segurança: P2 afirma que segurança é um ponto inegociável, considerando a confidencialidade do cliente e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), vigente no Brasil, devendo ser levada em consideração como premissa para as decisões.
“Você não vai encontrar hoje um cliente em potencial que não pense primeiro em segurança. Primeiro em proteger os dados do cliente, então ela é o fator hoje. Então, o meu produto, ele tem que entregar o que ele propõe, tem que entregar aquela solução e eu preciso garantir 100% de segurança dos dados.” - P2
5. Padrão da empresa: P3 reafirma que o padrão da empresa deve ser sempre respeitado para que não seja necessário gastar esforço com algo que já está homologado e nem adicionar mais dependências à empresa.
“Você tem que ter aquelas tecnologias homologadas. E ali dentro que você vai ter que escolher qual que é a melhor para resolver aquele problema.” - P3
6. Profissionais disponíveis no mercado: P4 confirma que um dos fatores levados em consideração é a disponibilidade de profissionais com o domínio de algum aspecto específico da arquitetura. P7 também menciona os profissionais citando o ponto de contratação.
“Acho que é um ponto legal se considerar também como é a adoção do quanto (sic) profissionais que a gente tem que a gente pode contratar? Eu acho que leva um pouco em conta isso também. Não adianta nada eu querer usar um framework que nasceu ontem que ninguém sabe e a empresa não vai conseguir colocar nada no ar.” - P4
7. Requisitos do cliente: o que é desejado pelo cliente é exposto por P6, que diz que o ponto fundamental é atender a todos os critérios definidos pelo cliente.
“A gente tá fazendo o que o cliente quer? Os requisitos que eles solicitaram estão sendo atendidos?” - P6
8. Velocidade da entrega: P9 menciona que entregar rápido é fundamental, considerando as necessidades do mercado.
9. Facilidade para manutenção: P7 e P9 mencionam que a manutenção no sistema deve ser simples de ser executada posteriormente e que esse é um fator primordial nas soluções escolhidas.

Em suma, os fatores citados como aqueles que possuem impacto nas decisões foram: desempenho, custo, conhecimento do time, segurança, padrão da empresa, quantidade de profissionais disponíveis no mercado, requisitos desejados pelo cliente, velocidade da entrega e facilidade para manutenção.

4.1.5. As ferramentas usadas para apoiar a tomada de decisão

Para apoiar a tomada de decisão, nenhuma ferramenta específica foi citada ou lembrada diretamente pelos profissionais. As ferramentas citadas para esta pergunta estão relacionadas a outros aspectos do processo de desenvolvimento, como a etapa de desenho da arquitetura, teste, documentação e codificação. Normalmente, os profissionais não costumam utilizar ferramentas para apoiar a tomada de decisão, o que faz com que o processo se adapte à maneira que o desenvolvedor ou a equipe decidem seguir.

4.1.6. Como é o processo de documentação das decisões tomadas

O processo de documentação das decisões arquiteturais também parece ser um consenso entre os profissionais entrevistados: todos reconhecem a importância da documentação para manutenção e evolução da arquitetura. A documentação é citada como aspecto fundamental da arquitetura por dar visibilidade a todos de todas as decisões e do *design rationale* da solução e permitir a troca de conhecimento entre os membros. P1 cita a importância de criar uma cultura de documentação para a empresa em que trabalha, P2 diz que, sem documentação, não é possível prosseguir com o desenvolvimento. P3 ainda traz o conceito de documentação de arquitetura evolutiva, que dá visibilidade às decisões e ao que está sendo mantido no ambiente de produção.

“Eu costumo fazer documentos de arquitetura evolutiva, então, um documento com a última versão, “Isso aqui é o que está em vigor, é o que está em produção”. E aí o outro documenta com as fases e por que que foi tomada cada decisão. Assim, por exemplo, se eu sair e você assumir aquela solução então, se você ler, você sabe o porquê de cada coisa.” - P3

P5 ainda menciona sobre as documentações formais do órgão como referência. Portanto, os profissionais entendem a importância da documentação e adotam a prática de documentar o que está sendo projetado. Além disto, a prática de documentação também é citada como ponto importante para a revisão das decisões que foram tomadas.

4.1.7. Como e com que frequência as decisões são revistas

No que se trata de visitar as decisões tomadas em momentos anteriores, também é unanimidade que as decisões tomadas na definição da arquitetura precisarão ser revistas.

“As decisões sempre são revisitadas. Não é uma cláusula pétrea que o que eu defini no início do projeto vai ser unanimidade ao longo do projeto porque às vezes o cliente pode mudar algum serviço, algum banco de dados não atendeu o que a gente precisava. Essa pesquisa é feita, mas às vezes entra uma feature nova e vai precisar acrescentar coisas na arquitetura, então ela é sempre revisitada e ela tá sempre sendo atualizada, não tem pra onde fugir.” - P1

P8 cita que, dependendo do momento da empresa, as decisões são revistas, porque o foco pode estar em novas entregas e não na revisão. Assim sendo, os profissionais costumam visitar as decisões tomadas em fases anteriores do fluxo de desenvolvimento para fazer modificações e refatorações e lembrar o que já foi feito. Uma das razões levantadas para essa revisão constante são as mudanças que acontecem nos projetos, como novas ideias que surgem e a necessidade de visualização do que já foi feito.

5. Discussão

A seguir, é apresentada uma discussão sobre os principais achados em comparação aos trabalhos relacionados.

5.1. Discussão sobre como é feita a definição da arquitetura

Na literatura, Dasanayake et al. (2015) mencionam que os arquitetos do estudo dizem que não há um processo padrão ou *guidelines* para definir a arquitetura e isso também é mencionado em algumas entrevistas neste, que dizem não possuir um padrão de definição em sua empresa. Como diferença, uma das pessoas entrevistadas cita que existe um documento oficial de arquitetura com as principais recomendações (P5). Os autores ainda mencionam que a maioria dos times utiliza uma mistura entre o projeto da arquitetura em uma etapa inicial e um projeto contínuo, o que está de acordo principalmente com o que é citado por P5 e P6 que falam de abordagens ágeis.

Os autores ainda citam que os times raramente usam uma abordagem metodológica para definição da arquitetura e que experiência e intuição são as principais fontes de apoio, mas também usam prototipação de soluções, especialistas externos e reuso de soluções já usadas. Isso também é mencionado por Dasanayake et al. (2016), que encontraram processos informais, mas cada time tem sua prática estruturada de tomar decisões. Como concordância, P3 e P6 citam que a experiência é importante e que a partir delas se constrói o projeto da arquitetura e alguns entrevistados afirmam utilizar PoCs, que são soluções prototipadas, para apoiar o projeto da arquitetura.

5.2. Comparação sobre quem participa da definição da arquitetura

Dasanayake et al. (2016) afirmam que a maioria dos times utiliza tomada de decisão em grupo e essa abordagem também é mencionada pelos profissionais entrevistados, que utilizam da equipe para a criação da arquitetura, além de envolverem pessoas também envolvidas no negócio, como citado por P1, P3 e P6. Alguns ainda mencionam a participação de um grupo externo ao time de desenvolvimento que faz uma avaliação da arquitetura e isso é também mencionado por Dasanayake et al. (2016), que cita um grupo especializado em arquitetura.

5.3. Discussão sobre como as decisões são tomadas

Na literatura, Tofan et al. (2013) encontraram que os arquitetos costumam considerar em média 3 alternativas no início da tomada de decisão. Heesch and Avgeriou (2011) mostram que todos os participantes da pesquisa indicaram buscar por mais de uma alternativa de projeto quando tomam decisões. P1 fala sobre considerar possibilidades, mas P3 cita que as tecnologias homologadas na empresa precisam ser utilizadas. P2 e P6 mencionam sobre as decisões terem influência do conhecimento dos arquitetos. Um ponto não encontrado na literatura é mencionado por P4 e P5 que falam sobre a sustentação do negócio dada uma decisão.

Além disso, Dasanayake et al. (2015) dizem que três formas principais foram observadas para tomar decisões: uma escolha que satisfaz critério, uma escolha selecionada através de prós e contras, a primeira escolha que satisfaz o critério estabelecido. Além da seleção através de prós e contras, nenhuma das demais abordagens foi mencionada pelos profissionais entrevistados.

5.4. Discussão sobre fatores que influenciam a tomada de decisões

Heesch and Avgeriou (2011) afirmam que mais de 70% dos participantes da pesquisa afirmaram que os requisitos são considerados fundamentais para decisões quando comparados a outros fatores e que atributos de qualidade foram considerados importantes por

81% dos participantes. Isto está em concordância com o que é mencionado pelas pessoas entrevistadas, que consideram os requisitos como a maior parte do projeto da arquitetura (P2, P4) e tomam como referência as necessidades e limitações do cliente para desenvolver a solução (P1 e P6). Dentre outros fatores mencionados neste estudo, apenas o conhecimento do time, a quantidade de profissionais disponíveis no mercado, a velocidade da entrega e a facilidade para manutenção não foram encontrados referenciados na literatura.

5.5. Discussão sobre uso de ferramentas na tomada de decisão

Não foram feitas menções a ferramentas ou técnicas utilizadas para apoiar a tomada de decisões. As ferramentas mencionadas têm relação ou apoiam o desenho da arquitetura, a documentação, os testes ou o desenvolvimento. Isso é também percebido por todos os trabalhos que avaliam esse aspecto, como Dasanayake et al. (2016) e Dasanayake et al. (2015).

5.6. Discussão sobre processo de documentação das decisões

As pessoas entrevistadas citam que valorizam a documentação e costumam atualizá-la com frequência de forma detalhada sobre o processo, sobre as decisões e com exemplos de como aplicar na prática. Isto é visto e mencionado como ponto importante para revisão das decisões, o que leva a conclusão de que documentar as decisões e o projeto da arquitetura contribuem para que as decisões sejam compreendidas e atualizadas. Esse é um dos pontos que mais difere quando se compara com a literatura. Dasanayake et al. (2016) explicam que as documentações são mínimas ou não existentes e a maioria dos arquitetos tem dificuldades com qualidade e manutenção dos documentos. Dasanayake et al. (2015) citam que as documentações tem problemas de qualidade e manutenção. Por fim, Power and Wirfs-Brock (2018) discorrem que a falta de informação sobre decisões passadas tem impacto significativo no projeto que os arquitetos estão trabalhando.

5.7. Discussão sobre revisar as decisões

Assim como mencionado no tópico anterior, esta é uma diferença grande quando comparado com a literatura, pois as pessoas entrevistadas citam que revisar as decisões são parte do fluxo normal, explicando que o processo de revisão serve para refatorar e relembrar o que foi feito e os principais motivos para isto são as mudanças que acontecem com a evolução do projeto. Heesch and Avgeriou (2011) mostram que 76% dos arquitetos da pesquisa responderam que não refazem as decisões que tomam no início do projeto com indicações de que decisões feitas previamente são dificilmente revisitadas. Os autores mencionam que não há tempo e recursos para refletir em decisões passadas, os arquitetos finalizam e vão para a próxima decisão. Dasanayake et al. (2016) também expõem que revisar o *design rationale* foi um dos problemas mais mencionados.

6. Limitações e ameaças à validade

De acordo com o ACM Empirical Standards [Ralph et al. 2020], esse estudo pode ser classificado como um “*Interview Study*”, que é um estudo composto de entrevistas semi-estruturadas ou de perguntas abertas, então critérios quantitativos como validação interna, validação à construção, generalização e confiabilidade tipicamente não se aplicam. Se

esse estudo fosse quantitativo, uma ameaça à validade seria o baixo número de entrevistados, porém, como é qualitativo, não se pretende alcançar a generalização de resultados. Uma possível ameaça seria entrevistar apenas pessoas semelhantes, criando a ilusão de convergência e saturação (R2Q4 de [Ralph et al. 2020]), que foi mitigada realizando entrevistas com pessoas atuantes em empresas de diferentes segmentos e com diferentes experiências. Em termos de Validade Interpretativa (em inglês, “*Interpretive Validity*”), a validade da pesquisa foi analisada em termos do quanto as conclusões são baseadas nos dados adquiridos nas entrevistas, visto que todos os conceitos apresentados podem ser mapeados para citações de entrevistas.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Esse artigo apresentou um estudo qualitativo com o objetivo de entender e avaliar o processo de tomada de decisões de arquitetura de software por profissionais brasileiros. Para isso, nove entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com pessoas que possuem atribuições de arquitetura e que atuam em diferentes empresas e as transcrições das entrevistas foram analisadas utilizando os procedimentos da GT.

A respeito de como é o processo de tomada de decisões (QP), os principais achados indicam que os desenvolvedores entrevistados costumam utilizar PoCs, o padrão da empresa ou os requisitos para definir a arquitetura. As principais decisões são tomadas em grupo e não seguem um processo sistemático, sendo os principais fatores levados em consideração desempenho, custo, conhecimento do time, segurança, padrão da empresa, quantidade de profissionais disponíveis no mercado e requisitos do cliente, velocidade da entrega e facilidade de manutenção. Normalmente, não se usam ferramentas para apoiar a tomada de decisões, que são documentadas e revisitadas de forma constante.

Como oportunidades futuras de trabalho, aponta-se a continuação no processo de codificação da GT para identificar relacionamentos entre os códigos. Além disso, a condução de entrevistas com profissionais para avaliação da influência do processo de tomada de decisão de arquitetura sobre outros aspectos do processo de desenvolvimento. Por fim, a condução de entrevistas com profissionais de menor experiência para entendimento do processo de tomada de decisões adotado por estes.

Agradecimentos

Agradecemos a todos participantes do estudo pela colaboração e ao grupo de pesquisa USES/UFAM. Também agradecemos o suporte financeiro do CNPq 314797/2023-8 e CAPES - Código de Financiamento 001.

Referências

- Adolph, S., Hall, W., and Kruchten, P. (2011). Using grounded theory to study the experience of software development. *Empirical Software Engineering*, 16:487–513.
- Corbin, J. and Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory (3rd ed.)*. Sage.
- Dasanayake, S., Markkula, J., Aaramaa, S., and Oivo, M. (2015). Software architecture decision-making practices and challenges: An industrial case study. In *2015 24th Australasian Software Engineering Conference*, pages 88–97.

- Dasanayake, S., Markkula, J., Aaramaa, S., and Oivo, M. (2016). An empirical study on collaborative architecture decision making in software teams. In Tekinerdogan, B., Zdun, U., and Babar, A., editors, *Software Architecture*, pages 238–246, Cham. Springer International Publishing.
- Heesch, U. v. and Avgeriou, P. (2011). Mature architecting - a survey about the reasoning process of professional architects. In *2011 Ninth Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture*, pages 260–269.
- Hofmeister, C., Kruchten, P., Nord, R. L., Obbink, H., Ran, A., and America, P. (2007). A general model of software architecture design derived from five industrial approaches. *Journal of Systems and Software*, 80(1):106–126.
- Maxwell, J. (2012). *Qualitative research design : An interactive approach / j.a. maxwell*.
- Power, K. and Wirfs-Brock, R. (2018). Understanding architecture decisions in context - an industry case study of architects' decision-making context. In *ECISA*, volume 11048 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 284–299. Springer.
- Ralph, P., Baltes, S., Bianculli, D., Dittrich, Y., Felderer, M., Feldt, R., Filieri, A., Furia, C. A., Graziotin, D., He, P., Hoda, R., Juristo, N., Kitchenham, B. A., Robbes, R., Méndez, D., Molléri, J. S., Spinellis, D., Staron, M., Stol, K., Tamburri, D. A., Torchiano, M., Treude, C., Turhan, B., and Vegas, S. (2020). ACM SIGSOFT empirical standards. *CoRR*, abs/2010.03525.
- Razavian, M., Paech, B., and Tang, A. (2019). Empirical research for software architecture decision making: An analysis. *Journal of Systems and Software*, 149:360–381.
- Seaman, C. B. (1999). Qualitative methods in empirical studies of software engineering. *IEEE Trans. Software Eng.*, 25:557–572.
- Shaw, M. (1995). Making choices: A comparison of styles for software architecture. *IEEE Software*, 12(06):27–41.
- Souza, L. (2022). Indústria de software e serviços de tic cresceu 6,5% em 2021. Disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-07/industria-de-software-e-servicos-de-tic-cresceram-65-em-2021>. Acesso em 15 de novembro 2022.
- Stol, K.-J., Ralph, P., and Fitzgerald, B. (2016). Grounded theory in software engineering research: A critical review and guidelines. In *2016 IEEE/ACM 38th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, pages 120–131.
- Tofan, D., Galster, M., and Avgeriou, P. (2013). Difficulty of architectural decisions – a survey with professional architects. In Drira, K., editor, *Software Architecture*, pages 192–199, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- van Vliet, H. and Tang, A. (2016). Decision making in software architecture. *Journal of Systems and Software*, 117:638–644.