

An Industry View about Legacy Systems

Andréa Sabedra Bordin¹, Luiza Carolina Miranda Garcia¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Campus Araranguá – Santa Catarina, Brasil.

andrea.bordin@ufsc.br, luizacmg@gmail.com

Abstract. *Systems considered legacy are often associated with several management challenges. The objective of this article is to present the perception of professionals in the Brazilian software development industry about what is understood as a legacy system, the difficulties arising from its maintenance, as well as the criteria used to help decide the best evolution strategy. Through a survey, the perceptions of 33 professionals were collected. The results show that professionals understand legacy systems as systems developed some time ago, with technology that is now obsolete, but which are still useful for organizations. The main challenges when dealing with this type of system are the difficulty in understanding the code and the scarcity of human resources. The main criterion taken into account when evaluating what to do with the system is the cost involved in maintenance. Possible decisions that can be made after the assessment include continuing maintenance, replacing and modernizing the software.*

Resumo. *Sistemas considerados legados costumam estar associados à vários desafios de gerenciamento. O objetivo deste artigo é apresentar a percepção de profissionais da indústria de desenvolvimento de software brasileira acerca do que é entendido como sistema legado, quais as dificuldades decorrentes da sua manutenção, assim como os critérios utilizados para ajudar a decidir qual a melhor estratégia de evolução. Por meio de um survey, foram coletadas as percepções de 33 profissionais. Os resultados mostram que os profissionais entendem sistemas legados como sistemas desenvolvidos há algum tempo, com tecnologia hoje obsoleta, mas que ainda são úteis para as organizações. Como principais desafios ao lidar com esse tipo de sistema são apontados a dificuldade de entendimento do código e a escassez de recursos humanos. O principal critério levado em conta no momento de avaliar o que fazer com o sistema é o custo envolvido nas manutenções. Dentre as possíveis decisões que podem ser tomadas após a avaliação estão continuar com a manutenção, substituir e modernizar o software.*

1. Introdução

Para continuar atendendo o negócio, sistemas de software costumam passar, ao longo da sua existência, por muitas manutenções. As constantes modificações no código-fonte de um software vão degradando esse código, tornando cada vez mais difícil entendê-lo e implementar as alterações [Bianchi et al. 2003, Rajlich 2014]. Além disso, é bastante comum que após um certo tempo as dificuldades de manutenção sejam agravadas pelo desconhecimento das tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento.

Sistemas desenvolvidos há algum tempo, com tecnologias consideradas antigas, que apresentam dificuldades de manutenção, mas que ainda são úteis para a organização são comumente definidos na literatura como sistemas legados [Bennett 1995, Johann 2016]. No entanto, alguns trabalhos de revisão de literatura mostram que existem outros aspectos, como a ausência de documentação e o número de linhas de código, indicando não haver um consenso [Martins et al. 2017, Chervenski and Bordin 2020].

Entender o que caracteriza um sistema legado é importante para determinar se um sistema está se tornando ou já pode ser considerado um sistema legado. Byrne e Wu [O’Byrne and Wu 2000] afirmam que é desafiador determinar isso com precisão, sendo mais importante tentar identificar o quanto um sistema está próximo de se tornar um legado. Essa necessidade de identificação se justifica pelo alto custo de manutenção que esse tipo de sistema acarreta. De acordo com Crotty e Horrocks [Crotty and Horrocks 2017], definir e implementar soluções apropriadas para conter os custos de manutenção de sistemas legados é vital para as organizações.

Na sequência desse processo, é importante tomar alguma decisão em relação à melhor estratégia de evolução do sistema considerado legado. Algumas estratégias de evolução possíveis vão desde descartar o sistema completamente; “reengenhar” ou modernizar o sistema; substituir todo ou parte do sistema até continuar com a manutenção regular [Ransom et al. 1998, Bennett et al. 1999].

Segundo De Lucia et al. [De Lucia et al. 2001] a tomada de decisão sobre como evoluir um sistema legado não pode ser feita espontaneamente; em vez disso, requer uma estrutura de decisão que leve em conta alguns fatores como o valor do software, a análise de riscos e a estimativa de custos, dentre outros. Alguns estudos secundários identificaram proposições de *frameworks* para avaliação de sistemas legados, que em geral levam em conta aspectos de negócio e de qualidade técnica desses sistemas, assim como propõem alternativas de evolução a partir da combinação desses dois aspectos [Lopes et al. 2018, Agilar et al. 2016].

Para além da perspectiva acadêmica, este estudo objetiva analisar qual é a percepção dos profissionais de atuação na indústria de desenvolvimento de software brasileira, acerca do que caracteriza um sistema legado, quais os desafios encontrados na sua manutenção, se esses sistemas passam por um processo de avaliação que direciona para a melhor estratégia de evolução e quais os critérios que embasam tal avaliação. Para isso foi conduzido um *survey* exploratório com profissionais da área de desenvolvimento de software. Foram obtidas 33 respostas, que foram analisadas por meio do procedimento de codificação aberta.

As principais contribuições desta pesquisa residem na análise das percepções de profissionais experientes da indústria de software em relação a diversos aspectos relacionados ao gerenciamento de sistemas legados e de como essas percepções estão alinhadas ao que está reportado na literatura. O conhecimento extraído a partir da realidade vivenciada pelos profissionais, pode suscitar oportunidades de pesquisa para a academia, bem como auxiliar os profissionais da indústria de software na gestão de seus sistemas legados.

2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados trabalhos que investigaram a temática de Sistemas Legados (SL), a partir da perspectiva de profissionais da indústria de software

[Khadka et al. 2014], e da consolidação dos conhecimentos disponíveis na literatura [Chervenski and Bordin 2020].

O trabalho de Khadka et al. [Khadka et al. 2014] analisou as percepções de profissionais da indústria em relação ao entendimento de SL, aos principais fatores que conduzem à modernização de SL e os desafios encontrados em atividades de modernização de SL. Os autores definem modernização de software como o processo de evolução dos sistemas de software existentes substituindo, redesenvolvendo, reutilizando ou migrando plataformas e componentes de software. Foram entrevistados em profundidade 26 profissionais, cujas respostas foram validadas posteriormente por meio de um *survey* enviado a 198 profissionais. Os resultados mostram que os profissionais percebem SL como sistemas antigos, fundamentais para a organização pois funcionam corretamente há décadas e dão suporte para o negócio. Em relação aos fatores que impulsionam a modernização, os respondentes mencionaram que SL precisavam ser modernizados para serem mais flexíveis ao atendimento das mudanças demandadas pelo mercado (*time-to-market*). Outros fatores foram o alto custo de manutenção desse tipo de sistema; a falta de recursos humanos especialistas; a falta ou desatualização da documentação, a alta propensão à falhas. Sobre os desafios enfrentados pelos profissionais ao modernizar sistemas legados, foram apontados as restrições de tempo, o processo de migração dos dados, a complexidade da arquitetura do sistema, a falta de especialistas nas tecnologias do SL, a dificuldade de extrair e priorizar a lógica de negócio, e por fim, a resistência da organização.

No trabalho de Chervenski e Bordin [Chervenski and Bordin 2020] os autores apresentam um entendimento conciso sobre SL por meio da Teoria Fundamentada em Dados, estabelecida a partir de definições encontradas na literatura. Foram selecionados 87 estudos por meio de um mapeamento sistemático, a partir dos quais foram extraídos 111 trechos textuais relacionados às definições de SL, problemas de SL e estratégias de evolução de SL. Os resultados mostram que sistemas desenvolvidos com tecnologias obsoletas, há algumas décadas atrás, que possuem documentação incompleta ou ausente, entre outras, são características definidoras para um sistema ser considerado legado. Essas características causam problemas financeiros e dificuldades na manutenção do código. Ainda, existem diversas estratégias de evolução como migração, substituição, conversão, reengenharia.

O trabalho de Khadka et al. [Khadka et al. 2014] possui objetivos similares ao trabalho apresentado neste artigo, na medida em que busca investigar percepções de profissionais da indústria de software em relação à SL. Contudo, no presente trabalho também são investigadas as estratégias possíveis de evolução, diferenciando-se, portanto, do trabalho de Khadka et al. que foca nos desafios gerais do processo de modernização. Ainda, os resultados apresentados por Khadka et al. refletem as percepções de profissionais da indústria holandesa, o que é apontado pelos autores como uma das possíveis ameaças à validade. O trabalho de Chervenski e Bordin [Chervenski and Bordin 2020] também possui objetivos similares, no entanto, os resultados foram extraídos a partir da literatura acadêmica disponível.

3. Metodologia

A pesquisa foi realizada por meio de um *survey* exploratório. Trata-se de um pré-estudo para explorar questões que serão aprofundadas em uma investigação posterior

Tabela 1. Instrumento de Coleta de Dados

Pergunta	Tipo
P1. Qual seu cargo na empresa?	A
P2. Quanto tempo você atua no mercado de desenvolvimento de software?	A
P3. Você participa da tomada de decisão técnica da empresa?	F
P4. Cidade e estado onde a empresa está localizada	A
P5. Segmento de desenvolvimento	A
P6. Quantos colaboradores a empresa possui?	A
P7. Explique brevemente o que você entende por 'sistema legado'	A
P8. A empresa onde você trabalha atua na manutenção de algum sistema legado?	F
P9. Quais são os principais desafios enfrentados hoje na manutenção de sistemas legados? a) Encontrar desenvolvedor com experiência na tecnologia do SL; b) Tempo despendido na manutenção; c) Falta de documentação; d) Dificuldade de entendimento do código; e) Outros	F
P10. Existe algum momento onde o sistema legado é avaliado com o objetivo de se decidir o que fazer com esse sistema?	F
P11. Quais os critérios que são ou devem ser levados em conta nesse tipo de avaliação de um sistema legado?	A
P12. Quais as possíveis decisões que podem ser tomadas a partir de uma possível avaliação de um sistema legado? a) Continuar com a manutenção; b) Aposentar/retirar de circulação; c) Substituir o software; d) Modernizar (reengenhar/reestruturar) o software; e) Outros	F

[Wohlin et al. 2012]. O *survey* seguiu as diretrizes propostas por [Moller et al. 2016]: a) definição dos objetivos e da questão de pesquisa; b) estabelecimento da amostra populacional; c) planejamento do instrumento de coleta de dados; d) avaliação do instrumento; e) análise dos dados; f) comunicação dos resultados.

Partindo dos objetivos da pesquisa, chegou-se à seguinte Questão de Pesquisa (QP): **Como os profissionais da indústria de software percebem sistemas legados em relação às suas características, desafios, avaliação e estratégias de evolução?** Profissionais com atuação na indústria de software foram definidos como população da pesquisa, a partir da qual a amostra foi definida. Optou-se por uma amostra não-probabilística por conveniência, onde os participantes são selecionados com base na acessibilidade. Os profissionais foram identificados a partir de pesquisas por empresas do segmento de desenvolvimento de software realizadas no LinkedIn. Foram selecionados 40 profissionais.

O instrumento de coleta de dados foi planejado para responder à QP. Foi elaborado um questionário com 12 perguntas do tipo Aberta (A) e Fechada (F), como apresentado na Tabela 1. O questionário foi dividido em três seções com objetivos diferentes. Na primeira seção buscou-se identificar o perfil do respondente, por meio das perguntas P1, P2 e P3. Na segunda seção foi abordado o perfil da empresa que os respondentes trabalham, por meio das perguntas P4, P5 e P6. Na terceira seção, as perguntas abordaram o entendimento de que os profissionais têm sobre sistemas legados (P7), se a empresa atua na manutenção de algum sistema legado (P8), quais os principais desafios dessa manutenção (P9), se há algum momento em que a empresa avalia o sistema com vistas a tomar alguma decisão em relação a ele (P10), quais os critérios que orientam essa avaliação (P11) e, por fim, quais as possíveis tomadas de decisão (estratégias de evolução) em relação ao sistema (P12).

A validação do instrumento de coleta de dados foi realizada com a aplicação de um questionário piloto com um dos profissionais da amostra. Após a análise das respostas e contato com o profissional, percebeu-se não haver necessidade de alteração na versão inicial do instrumento. Procedeu-se com o envio, por e-mail e pelo LinkedIn, do convite de participação na pesquisa para os demais profissionais selecionados, onde constaram o

objetivo da pesquisa e um link para o formulário de perguntas (desenvolvido no Google Forms). No formulário, foi incluído o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os dados foram analisados de acordo com os passos sugeridos por Kitchenham e Pfleeger [Kitchenham and Pfleeger 2002], primeiramente verificando-se a consistência e a completude das respostas e, na sequência, particionando as respostas de acordo com alguns dados demográficos. As 12 perguntas do instrumento de coleta de dados foram analisadas por duas pesquisadoras levando em consideração a natureza de cada questão.

Os dados das questões fechadas foram contabilizados e apresentados de acordo com a frequência de cada resposta, ainda foram consideradas as combinações feitas nas respostas com mais de uma alternativa selecionada. Os dados provenientes das questões abertas na terceira seção do questionário (P7 e P11), passaram pelos procedimentos de codificação aberta e axial da Teoria Fundamentada em Dados (*Grounded Theory*) [Strauss and Corbin 2008]. Na codificação aberta os códigos relevantes foram extraídos das respostas de cada pergunta. Na codificação axial foram estabelecidas relações entre os códigos extraídos, tais como relações de oposição e relações de causa e efeito. O artefato com as respostas e os dados extraídos está disponível em repositório público¹.

4. Resultados

A pesquisa foi respondida por 33 profissionais da indústria, obtendo assim uma taxa de resposta de 82%. As respostas permitiram definir o perfil dos respondentes, o perfil das empresas e a percepção dos profissionais acerca de sistemas legados.

4.1. Perfil dos Respondentes

O perfil dos respondentes foi definido pelas perguntas sobre o cargo ocupado pelo profissional (P1), o tempo de atuação no mercado (P2) e se o profissional participa do processo de tomada de decisão técnica na empresa (P3).

As respostas coletadas a respeito da atividade profissional dos respondentes (P1) foram categorizadas em três grupos correspondentes ao nível hierárquico da posição ocupada: lideranças executivas, lideranças técnicas e profissionais técnicos. A análise identificou que a maioria das respostas foram de profissionais do grupo líderes executivos ou do grupo líderes técnicos, representando juntos 75% do total de respondentes. O grupo dos profissionais técnicos, por sua vez, corresponde aos 25% restantes.

Sobre o tempo de experiência dos profissionais no mercado de desenvolvimento de software (P2), as respostas indicaram que o grupo de lideranças executivas possui em média 18 anos de experiência, enquanto o grupo de lideranças técnicas acumula 15 anos e o grupo de profissionais técnicos apresenta 9 anos de experiência em média. Considerando todos os grupos profissionais, a média do tempo de atuação é de 14 anos.

Quanto à participação na tomada de decisão técnica na empresa (P3), 30 profissionais (90% dos respondentes) afirmaram que participam desse processo. Apenas três entrevistados alegaram não participar da tomada de decisão na empresa em que atuam. A média de tempo de trabalho no mercado de desenvolvimento de software desses profissionais que não participam de tomada de decisão é de 6 anos, abaixo da média geral entre todos os profissionais (14 anos).

¹Zenodo: <https://zenodo.org/records/12765611>

4.2. Perfil das Empresas

Sobre o perfil das empresas foram coletadas informações referentes à localização geográfica (P4), o segmento de atuação (P5) e o porte em termos de número de colaboradores (P6). Das 33 respostas recebidas, 19 empresas estão no estado de Santa Catarina e as demais estão distribuídas entre Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

Foi identificada uma variedade de segmentos de empresas de desenvolvimento de software, os quais foram organizados em 10 grupos: Vendas, Administrativo, Financeiro; Empresas Multissetoriais, Prestação de Serviços, Assistência Técnica, Govtech, Saúde, Telecomunicações e Engenharia. A maior parte das empresas onde os respondentes trabalham são classificadas como grandes empresas (15 respostas), porque possuem 100 ou mais funcionários. A segunda maior fatia (9 respostas), no entanto, representa as micro-empresas que são organizações que possuem até 9 funcionários.

4.3. Sobre os Sistemas Legados

Foram levantadas as percepções acerca do que é um sistema legado (P7) e sobre as dificuldades em lidar com esse tipo de sistema (P9), assim como os critérios (P11) e as possíveis decisões envolvidas no gerenciamento de tais sistemas (P12). A seguir são detalhados os resultados de cada pergunta.

4.3.1. O que é um sistema legado?

A análise das respostas da P7 resultou num conjunto com cerca de 83 códigos. Os códigos gerados foram classificados em dois grupos: o primeiro, apresentado na Tabela 2, corresponde aos códigos que fazem referências à características de um SL; já o segundo, apresentado na Tabela 3, contempla códigos mais relacionados a problemas que ocorrem com o uso ou a manutenção de tais sistemas.

Na Tabela 2 constam códigos que denotam a obsolescência da tecnologia utilizada no desenvolvimento de SL e o período de tempo que o sistema foi desenvolvido, sendo esses os aspectos mencionados com maior frequência nas respostas. A importância de SL para o negócio da empresa também foi mencionado com expressiva frequência; seguido pelo aspecto da documentação do sistema.

Na Tabela 3 aparecem códigos explicitamente relacionados à problemas ocasionados por SL. Foram classificados códigos referentes à falta de documentação, à dificuldades de manutenção ou modernização, à falta de recursos humanos, à custos financeiros, dentre outros.

Durante a análise das definições fornecidas sobre o que constitui um SL, foi possível perceber que várias respostas apresentavam relações entre os argumentos expostos. As relações foram classificadas em dois tipos: relações de oposição e relações de causa e consequência. Por exemplo, na resposta “sistemas com tecnologia ultrapassada, mas que ainda atendem a necessidade do cliente” observa-se que o respondente expõe que os sistemas não estão atualizados em termos de tecnologia MAS que apesar disso ainda satisfazem às necessidades do cliente. Em outro exemplo, a resposta “são sistemas desenvolvidos com tecnologias antigas, e que pela sua idade se tornam incompatíveis com as novas tecnologias do mercado”, entende-se que, a incompatibilidade seja consequência

Tabela 2. Características de SL (Grupo 1)

Código	Freq.
Tecnologia e arquitetura antiga / ultrapassada	23
Desenvolvidos há algum tempo	17
Importante para o negócio / empresa	10
Pouca ou nenhuma documentação	2
Outros	9

Tabela 3. Problemas de SL (Grupo 2)

Código	Freq.
Dificuldades de manutenção / modernização	7
Falta de recursos humanos especializados	4
Alto custo financeiro para manter/atualizar	3
Incompatibilidade com tecnologias atuais	2
Outros problemas	6

do tempo transcorrido e do desenvolvimento com tecnologias antigas, expressando uma relação de causa e efeito. As relações de oposição e causa e consequência encontradas são exibidas na Figura 1 e na Figura 2, respectivamente.

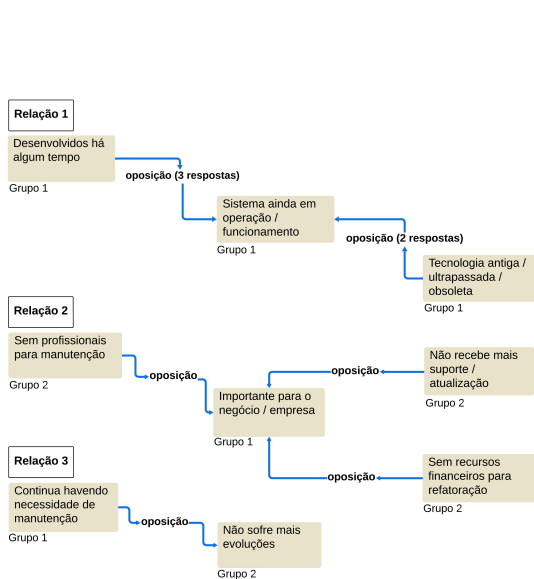


Figura 1. Relações de oposição entre os códigos

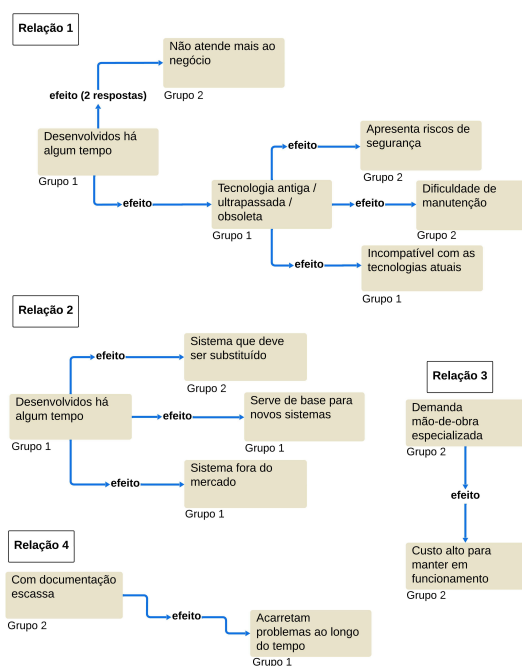


Figura 2. Relações de causa e efeito entre os códigos

4.3.2. Quais as desafios, critérios e decisões envolvidos na avaliação de sistemas legados?

Dos 33 respondentes, 31 informaram que a organização onde atuam está envolvida na manutenção de algum SL (P8). Na resposta sobre os principais desafios enfrentados nesse processo (P9), os profissionais destacaram a falta de documentação (22 respostas) e a dificuldade em encontrar desenvolvedores com experiência na tecnologia “específica” do

sistema legado (21 respostas). Outros desafios mencionados foram o tempo despendido na manutenção (18 respostas) e a dificuldade de entendimento do código (15 respostas).

Quando questionados sobre haver um momento específico para avaliar o que deve ser feito em relação a um determinado SL da organização (P10), a maioria dos participantes (31 respostas) respondeu afirmativamente. Os critérios que orientam essa avaliação foram coletados numa pergunta aberta (P11), cujas respostas passaram pelo procedimento de codificação aberta, que culminou na criação de 34 códigos, que foram agrupados em conjuntos de critérios.

Na Tabela 4 estão os códigos que representam critérios de avaliação relacionados aos **custos** para realizar diversas operações de manutenções possíveis em um SL. Na Tabela 5 constam os códigos que expressam **desafios de manutenção** que são levados em consideração na avaliação de SL. Neste grupo, os códigos mais frequentes indicam a escassez de mão de obra, o tempo e a complexidade das tarefas de manutenção. Os códigos de ambos os grupos foram mencionados 19 vezes.

Tabela 4. Critérios relacionados a custos

Códigos	Freq.
Custos para manter	11
Custos para reescrever	2
Custos para refatorar	2
Custo para desenvolver nova solução	2
Custo para substituir	2

Tabela 5. Critérios relacionados a desafios de manutenção

Códigos	Freq.
Mão de obra para desenvolvimento	6
Tempo para manutenção	5
Complexidade da manutenção	3
Manutenibilidade	1
Grau de débito técnico	1
Falta de documentação	1
Tamanho do projeto	1
Tempo para refatorar	1

Na Tabela 6 são apresentados os códigos que correspondem a critérios relacionados ao **negócio** para o qual o sistema foi desenvolvido. O quanto o sistema é relevante para os clientes, o quanto ele contempla os processos de negócio da empresa e do mercado foram os critérios mais mencionados. Os códigos da Tabela 7 representam alguns **riscos** que devem ser levados em consideração frente às possíveis decisões relacionadas ao SL.

Tabela 6. Critérios relacionados ao negócio

Códigos	Freq.
Relevância para os clientes	4
Aderência ao processo da empresa	3
Adequação ao mercado	3
Adequação às novas tecnologias	1
Necessidade iminente do negócio	1
Conformidade com as regulamentações	1
Necessidade iminente de segurança	1

Tabela 7. Critérios relacionados a riscos de decisões

Códigos	Freq.
Riscos de substituição	1
Riscos por deixar o sistema ativo	1
Riscos de down-time	1
Riscos do funcionamento em médio/longo prazo	1
Riscos das possibilidades de evolução	1

Códigos representando critérios de avaliação como o nível de desempenho, usabilidade e escalabilidade do SL foram mencionados cinco vezes. Já códigos relacionados

aos benefícios que o sistema legado ou a operação de manutenção pretendida pode trazer foram mencionados quatro vezes.

Por fim, dentre as possíveis decisões que podem ser tomadas após a avaliação de sistemas legados (P12), os respondentes mencionaram: a modernização (reengenharia/reestruturação) do software (25 respostas); a substituição do software (24 respostas); continuar com a manutenção (22 respostas); Aposentar/retirar de circulação (15 respostas).

5. Discussão

Os resultados apresentados expressam as percepções de um grupo de profissionais da indústria de software brasileira, onde a maioria atua em cargos de liderança (75%) há, em média, 17 anos e a maior parte já participou de alguma tomada de decisão técnica onde trabalha. Quase metade desses profissionais trabalham em empresas de grande porte (45% dos casos), desenvolvendo software para diferentes segmentos de mercado. Este cenário evidencia a competência técnica e a experiência dos respondentes em identificar desafios relacionados à manutenção de sistemas legados, assim como a capacidade de definir critérios de avaliação e encontrar alternativas para lidar com esses sistemas.

Para esses profissionais, sistemas legados são aqueles desenvolvidos com tecnologia antiga e há algum tempo e que, entretanto, ainda são importantes para a empresa. Esses pontos estão alinhados às percepções mencionadas no trabalho de [Khadka et al. 2014], no qual os profissionais mencionam aspectos como sistema antigo e crítico para o negócio da empresa. Diferentemente das percepções dos profissionais consultados na presente pesquisa, na qual a maioria menciona aspectos de tecnologia antiga, mais da metade dos profissionais participantes na pesquisa de Khadka et al. [Khadka et al. 2014] não acreditam que linguagens de programação (tecnologia antiga) seja um aspecto que caracteriza um sistema legado. Nessa pesquisa os participantes também mencionam a confiabilidade e a alta performance dos SL, características que não aparecem nas respostas do presente trabalho.

É interessante destacar que os profissionais que participaram da presente pesquisa associaram diversos problemas ao expressar o entendimento do que é um sistema legado, tais como a dificuldade de manutenção, a falta de profissionais, o alto custo para manter, dentre outros. Ao contrário, o único aspecto problemático mencionado pelos respondentes do trabalho citado foi o fato de SL não se encaixarem nas estratégias futuras de TI da organização.

A maioria dos respondentes (94%) atua em empresas que realizam manutenções em algum SL, o que denota uma demanda constante por esse tipo de atividade. Dentre os principais desafios dessa atividade estão a falta de documentação e a escassez de profissionais para realizá-la. Esses mesmos desafios também são apontados como critérios levados em conta na avaliação de SL e são mencionados na pesquisa de [Khadka et al. 2014]. Ainda em relação aos critérios de avaliação, fica evidente o expressivo número de critérios diferentes mencionados (34) e como os critérios relacionados aos custos são diretamente impactados pelos critérios aos desafios da manutenção, uma vez que por exemplo, tempo despendido na manutenção implica diretamente no custo final.

A avaliação de SL é fundamental para subsidiar decisões acerca das estratégias de evolução desse tipo de sistema. Entre os critérios mais citados estão os custos envolvidos,

a falta de mão de obra e o quanto o sistema é relevante para o negócio da organização. Os dois primeiros pontos também são mencionados na pesquisa de [Khadka et al. 2014], que não aborda o valor do SL para o negócio da empresa como critério de avaliação.

Diferentemente da pesquisa de [Khadka et al. 2014], que não contemplou as estratégias de evolução possíveis de serem escolhidas, nesta presente pesquisa a maioria dos profissionais informou a reengenharia (modernização), a substituição do software e a continuação da manutenção como possíveis decisões de evolução de um SL.

Vários aspectos mencionados pelos profissionais que participaram desta pesquisa foram anteriormente identificados no trabalho de consolidação da literatura de [Chervenski and Bordin 2020]. Algumas exceções, encontradas na literatura, mas não mencionadas pelos profissionais são: das características de SL, somente a característica de serem "sistemas grandes" (em termos de linhas de código) não foi mencionado; dos desafios ou problemas, a característica "hardware antigo" também não foi mencionado pelos participantes; das estratégias de evolução somente a estratégia de migração para *cloud* não foi mencionada.

6. Ameaças à validade

Os critérios de qualidade para *surveys* com questões abertas e análise qualitativa dos dados, como é o caso desta pesquisa, não estão definidos no ACM Empirical Standards [Ralph et al. 2021]. Entende-se que os resultados desta pesquisa são fortalecidos por meio dos procedimentos de codificação da *Grounded Theory* [Strauss and Corbin 2008].

Ainda que o critério de generalização não deva ser considerado em pesquisas dessa natureza, entende-se que a amostra possa ser limitada em número de respondentes e localização geográfica, uma vez que metade dos respondentes trabalham na região sul do país. No entanto, os resultados mostraram-se bastante alinhados às percepções de profissionais de outro país, assim como ao conhecimento disponível na academia.

7. Considerações Finais

Entende-se que os objetivos desse estudo exploratório foram atingidos por meio de um processo que seguiu orientações bem estabelecidas na literatura. Os resultados obtidos nesta que é a primeira pesquisa empírica a investigar sistemas legados no contexto brasileiro, tem potencial para orientar outros profissionais da indústria de software a estabelecer processos de gestão de sistemas legados. O mesmo acontece para a academia, com os resultados oferecendo oportunidades de aprofundamento de pesquisas na área de evolução de software.

Como trabalho futuro pretende-se validar junto a mais profissionais da indústria um conjunto de critérios utilizados no processo de avaliação de sistemas legados e como eles podem ser utilizados em combinação de forma a indicar qual a melhor estratégia de evolução para o sistema legado avaliado.

Referências

- Agilar, E., Almeida, R., and Canedo, E. (2016). A systematic mapping study on legacy system modernization. In *SEKE*, pages 345–350.
- Bennett, K. (1995). Legacy systems: coping with success. *IEEE Software*, 12(1):19–23.

- Bennett, K. H., Ramage, M., and Munro, M. (1999). Decision model for legacy systems. *IEEE Software*, 146(3):153–159.
- Bianchi, A., Caivano, D., Marengo, V., and Visaggio, G. (2003). Iterative reengineering of legacy systems. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, 29(3):225–241.
- Chervenski, A. S. and Bordin, A. S. (2020). Understanding legacy systems in the light of grounded theory. In *Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on Software Engineering, SBES '20*, page 344–353, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Crotty, J. and Horrocks, I. (2017). Managing legacy system costs: A case study of a meta-assessment model to identify solutions in a large financial services company. *Applied Computing and Informatics*, 13(2):175–183.
- De Lucia, A., Fasolino, A. R., and Pompella, E. (2001). A decisional framework for legacy system management. *IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM*, pages 642–653.
- Johann, S. (2016). Dave thomas on innovating legacy systems. *IEEE Software*, (2):105–108.
- Khadka, R., Batlajery, B. V., Saeidi, A. M., Jansen, S., and Hage, J. (2014). How do professionals perceive legacy systems and software modernization? *ICSE 2014 Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*, pages 36–47.
- Kitchenham, B. and Pfleeger, S. L. (2002). Principles of survey research: part 5: populations and samples. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 27(5):17–20.
- Lopes, J., Gaedicke, L., and Bordin, A. (2018). Um mapeamento sistemático preliminar sobre frameworks de avaliação de sistemas legados. In *Anais da II Escola Regional de Engenharia de Software*, pages 65–72, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Martins, D., Chervenski, A., and Bordin, A. (2017). Identificação de características de sistemas legados a partir da análise de conteúdo da literatura. In *Anais da I Escola Regional de Engenharia de Software*, pages 81–88, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Moller, J. S., Petersen, K., and Mendes, E. (2016). Survey guidelines in software engineering: An annotated review. In *Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM '16*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- O’Byrne, P. and Wu, B. (2000). Lace frameworks and technique-identifying the legacy status of a business information system from the perspectives of its causes and effects. In *Proceedings International Symposium on Principles of Software Evolution*, pages 170–174.
- Rajlich, V. (2014). Software evolution and maintenance. In *Future of Software Engineering Proceedings, FOSE 2014*, page 133–144, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Ralph, P., bin Ali, N., Baltés, S., Bianculli, D., and et al., J. D. (2021). Empirical standards for software engineering research.
- Ransom, J., Sommerville, I., and Warren, I. (1998). *A Method for Assessing Legacy Systems for Evolution*. IEEE.

Strauss, A. and Corbin, J. (2008). *Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada*. Porto Alegre: Artmed.

Wohlin, C., Runeson, P., Hst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., and Wessln, A. (2012). *Experimentation in Software Engineering*. Springer Publishing Company, Incorporated.