

REVISITANDO O VALOR ÁGIL “RESPONDER A MUDANÇAS MAIS QUE SEGUIR O PLANO” PELA DINÂMICA DE SISTEMAS NA PERSPECTIVA DE PROFISSIONAIS DE TI

REVISITING THE AGILE VALUE ‘RESPONDING TO CHANGE OVER FOLLOWING A PLAN’ THROUGH SYSTEM DYNAMICS FROM THE PERSPECTIVE OF IT PROFESSIONALS

JOSUÉ VITOR DE MEDEIROS JÚNIOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

RICARDO AUGUSTO NIEDERAUER FLORES SEVERO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

Comunicação:

O XIII SINGEP foi realizado em conjunto com a 13th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

REVISITANDO O VALOR ÁGIL “RESPONDER A MUDANÇAS MAIS QUE SEGUIR O PLANO” PELA DINÂMICA DE SISTEMAS NA PERSPECTIVA DE PROFISSIONAIS DE TI

Objetivo do estudo

Este trabalho busca contribuir com o entendimento sobre o processo envolvido no valor ágil “Responder a mudanças mais que seguir um plano” através da perspectiva da dinâmica de sistemas.

Relevância/originalidade

Explora a lacuna da literatura, que costuma focar em práticas ágeis isoladas, desconsiderando a dinâmica holística do desenvolvimento e suas interdependências. Com base nos resultados obtidos, são propostas reflexões capazes de orientar melhorias na dinâmica de desenvolvimento de software.

Metodologia/abordagem

Estudo de caso qualitativo em projetos de ágeis de desenvolvimento de software. Foram realizadas entrevistas e análise documental que possibilitaram a realização de análise de conteúdo abducativa sob a ótica da dinâmica de sistemas, resultando em um diagrama de loop de feedbacks.

Principais resultados

Foi elaborado um Diagrama de Loops de Feedbacks para representar o valor ágil “Responder a mudanças mais que seguir um plano” vivenciado pelas equipes ágeis, assim como uma matriz que representa cenários experienciados pelas equipes ao seguirem planos e responderem a mudanças.

Contribuições teóricas/metodológicas

Reforça o entendimento de que o planejamento ágil como mecanismo de aprendizado iterativo é essencial no desenvolvimento de software (Cohn, 2005) e contribui teoricamente ao integrar múltiplos níveis de planejamento com variáveis sociotécnicas em um diagrama de Loops e Feedbacks único.

Contribuições sociais/para a gestão

Recomenda-se que equipes ágeis incorporem a capacidade adaptativa ao processo de planejamento, e que esta seja realizada de forma antecipada e proativa, por meio da incorporação de processos adicionais à abordagem ágil adotada, tais como práticas de gestão de produto e UX/UI.

Palavras-chave: Planejamento Ágil, Valor Ágil, Dinâmica de Sistemas, Gestão Ágil de Projetos, Desenvolvimento de Software

REVISITING THE AGILE VALUE ‘RESPONDING TO CHANGE OVER FOLLOWING A PLAN’ THROUGH SYSTEM DYNAMICS FROM THE PERSPECTIVE OF IT PROFESSIONALS

Study purpose

This work seeks to contribute to the understanding of the process involved in the agile value “Responding to change over following a plan” from the perspective of system dynamics.

Relevance / originality

It explores a literature gap, which often focuses on isolated agile practices, disregarding the holistic dynamics of development and its interdependencies. Based on the results obtained, reflections are proposed that can guide improvements in the software development dynamic.

Methodology / approach

Qualitative case study in agile software development projects. Interviews and document analysis were conducted, enabling an abductive content analysis from a system dynamics perspective, resulting in a feedback loop diagram.

Main results

A Feedback Loop Diagram was developed to represent the agile value “Responding to change over following a plan” as experienced by agile teams, along with a matrix that depicts scenarios encountered by teams when following plans and responding to changes.

Theoretical / methodological contributions

It reinforces the understanding that agile planning, as a mechanism for iterative learning, is essential in software development (Cohn, 2005) and offers a theoretical contribution by integrating multiple levels of planning with sociotechnical variables into a single Feedback Loop Diagram.

Social / management contributions

It is recommended that agile teams incorporate adaptive capacity into the planning process, doing so in an anticipatory and proactive manner by integrating additional processes into the adopted agile approach, such as product management and UX/UI practices.

Keywords: Agile Planning, Agile Value, System Dynamics, Agile Project Management, Software Development

REVISITANDO O VALOR ÁGIL "RESPONDER A MUDANÇAS MAIS QUE SEGUIR O PLANO" PELA DINÂMICA DE SISTEMAS NA PERSPECTIVA DE PROFISSIONAIS DE TI

1 Introdução

O valor ágil “*Responder a mudanças mais que seguir um plano*” estabelecido por um grupo de engenheiros de software em meados dos anos 2000 através do Manifesto Ágil (Beck et al., 2001) é tido como sendo essencial na definição de agilidade em gestão de projetos adotada e disseminada em diversos contextos atualmente (Gren & Lenberg, 2020; Conforto et al., 2016; Pinho et al., 2022; Dong et al., 2024). Nesta visão, apesar de reconhecer que seguir planos é necessário, uma ênfase importante é dada a flexibilidade de modo que as equipes se adaptem a novos objetivos baseados em mudanças internas ou externas (Martin, 2020).

Assim, o relacionamento entre os dois processos de *responder a mudanças* e de *seguir planos* enfatiza a necessidade de equilíbrio entre adaptabilidade, recalibrar os objetivos à medida que novas circunstâncias emergem; além de um direcionamento estruturado através de objetivos definidos e seguidos (Lindskog & Netz, 2021; Cohn, 2005), demonstrando o desafio em manter o planejamento adaptável de modo que os objetivos se mantenham relevantes e alinhados às necessidades dos *stakeholders* ao longo de um projeto (Gren & Lenberg, 2020).

Em geral, a literatura tem abordado aspectos deste valor ágil através da investigação de práticas individuais ao invés de abordar o sistema integrado, desconsiderando as interdependências complexas de uma variedade de práticas adotadas no contexto ágil (Suomalainen et al., 2015; Cao et al., 2010; Glaiel et al., 2013). Além disso, há lacunas de entendimento sobre como essa dinâmica ocorre considerando múltiplos níveis de planejamento (Cohn, 2005) bem como os seus impactos em outros aspectos que permeiam as equipes ágeis, tais como os fatores motivacionais e produtividade (Fatema & Sakib, 2017).

Neste sentido, faz-se necessário um modelo integrado dinâmico para capturar a complexidade e interdependências relacionadas a seguir planos e responder a mudanças de modo sistemático.

Considerando estes desafios, entende-se que uma abordagem apoiada na dinâmica de sistemas, área de estudos em que o comportamento dos sistemas sociais é definido por sua estrutura e modelos mentais dos envolvidos, pode contribuir em maior compreensão sobre aspectos dinâmicos e sistêmicos relacionados a este valor ágil, através da modelagem de loops de feedbacks que estruturam o comportamento de projetos ao longo do tempo (Sterman, 2000; Senge, 2006).

Assim, este trabalho busca contribuir com o entendimento sobre o processo envolvido no valor ágil *Responder a mudanças mais que seguir um plano* através da perspectiva da dinâmica de sistemas, resultando em um diagrama de loops causais, representação visual demonstrando as interconexões entre as variáveis envolvidas neste sistema, possibilitando reflexões sobre como decisões podem ser mais efetivas neste contexto.

2 Referencial Teórico

2.1 Planejamento Adaptável enquanto valor Ágil

O movimento ágil surgiu no início dos anos 2000 como uma resposta às limitações dos métodos tradicionais de desenvolvimento de software, em específico o modelo em cascata, o qual frequentemente resultava em baixa adaptabilidade e atrasos na entrega (Martin, 2020). Diante desse cenário, um grupo de dezessete profissionais reuniu-se para

discutir sobre melhores maneiras de desenvolver software, resultando na concepção do Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de *Software* (Beck et al., 2001). Este documento sintetizou valores e princípios voltados à entrega contínua de valor, colaboração próxima com o cliente e capacidade de responder rapidamente a mudanças, promovendo uma ruptura com paradigmas estabelecidos na condução de projetos de software (Conforto et al., 2016). Na Figura 1 a seguir, podem ser observados os valores e princípios expostos no manifesto ágil.



Figura 1: Valores e princípios do Manifesto Ágil. Fonte: Severo e Andrade (2024)

Dentre os valores estabelecidos no manifesto, destaca-se aquele que afirma a capacidade de "*Responder a mudanças mais que seguir um plano*". Esse valor retrata a essência da agilidade: privilegiar a adaptabilidade acima da conformidade permanente a um plano (Gren & Lenberg, 2020). Tal aspecto decorre da constatação de que requisitos e condições de negócio mudam com frequência, seja através de novas necessidades dos clientes, como por evoluções tecnológicas ou alterações mercadológicas (Cao et al., 2010). Dessa forma, estabelece-se como definição central da agilidade, a capacidade de tornar-se mais responsivo às mudanças (Gren & Lenberg, 2020).

Adicionalmente, Gren & Lenberg (2020) distinguem responsividade de reatividade, na qual ser responsivo às mudanças implica em uma posição mais ativa, onde as equipes não apenas reagem, mas também buscam antecipar cenários futuros. Dessa forma, no contexto de projetos ágeis, as mudanças não apenas são esperadas, mas também valorizadas como oportunidades de ampliar a entrega de valor ou adequar o produto às necessidades dos clientes (Berg et al., 2020).

Embora maior ênfase seja dada à capacidade de responder a mudanças, isso não elimina a importância do planejamento em projetos ágeis (Beck et al., 2001). Diferentemente do modelo tradicional, no qual o plano segue uma abordagem mais preditiva, no ágil essa abordagem tende a ser mais adaptativa, no qual o plano evolui ao longo do tempo de forma iterativa e incremental (Project Management Institute (PMI), 2021).

Segundo Cohn (2005), ao planejar, quanto maior o horizonte temporal considerado, menor a acurácia do plano, o que reforça a necessidade de revisões e ajustes ao longo do projeto. Essa prática denominada elaboração progressiva, fundamenta-se na ideia de que o planejamento deve ser realizado de forma incremental a medida que novas informações se tornam disponíveis. Ainda segundo o autor, em projetos ágeis, as equipes operam em três

níveis interdependentes de planejamento: release, iteração, e planejamento diário (Cohn, 2005). Na Figura 2 a seguir, pode-se verificar os níveis de planejamento ágil realizados pelas equipes.

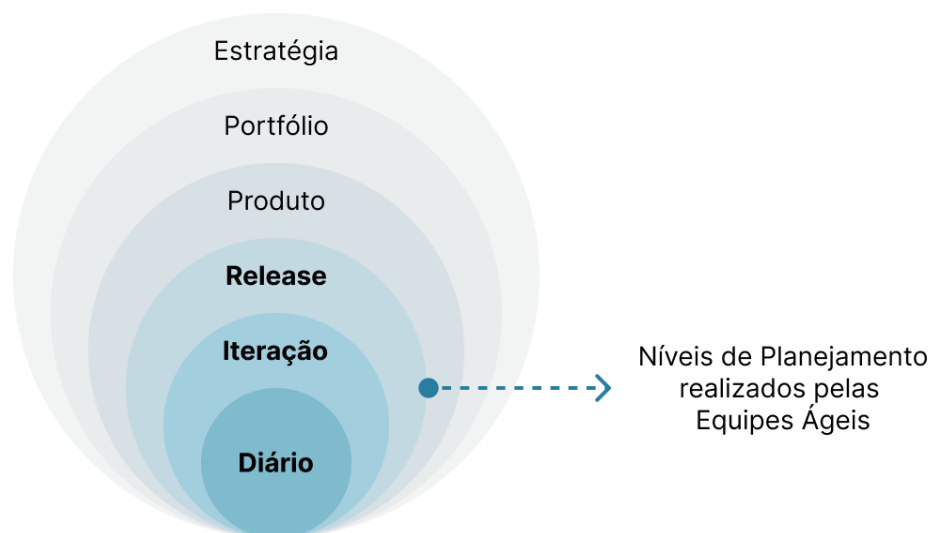


Figura 2: Valores e princípios do Manifesto Ágil. Fonte: Adaptado de Cohn (2005)

O planejamento de *release* fornece uma visão de médio a longo prazo, com horizonte de meses ou anos, geralmente representado através de um *product roadmap*, uma ferramenta utilizada para comunicar a visão de produto, através da representação de marcos temporais que mostram como o produto irá ser desenvolvido e entregue ao longo do tempo (Cohn, 2005; Rubin et al., 2013).

No nível seguinte, o planejamento de iteração (como a *Sprint* no *Scrum*) concentra-se no curto prazo, tipicamente de 1 a 4 semanas. Nesse momento, a equipe monta o *Backlog da Sprint*, que representa o conjunto de atividades a serem desenvolvidas ao longo da iteração. As atividades que compõe o *Backlog da Sprint* são parte do trabalho que compõe o *Backlog do Produto* e que possuem maior relevância e prioridade para desenvolvimento no curto prazo (Cohn, 2005; Rubin et al., 2013).

Por fim, o planejamento diário, materializado nas reuniões diárias (*Daily Stand-up meetings*), garante a coordenação contínua das atividades. É nesse momento que a equipe ajusta tarefas, identifica obstáculos e sincroniza esforços em direção à meta da iteração (*Sprint Goal*) (Cohn, 2005; Rubin et al., 2013).

Assim, o plano ágil pode ser visto como um artefato vivo, continuamente revisado em função de *feedbacks*, mudanças de requisitos, alterações de prioridades e novas informações (Kantola et al., 2022). Revisões no *roadmap*, reordenação do *product backlog* ou inclusão de demandas emergentes em uma *sprint* são exemplos de como o plano se adapta ao contexto e às mudanças (Rubin et al., 2013). Portanto, verifica-se que o planejamento não é uma barreira à agilidade, mas sim um mecanismo de aprendizado iterativo que equilibra direção e flexibilidade (Cohn, 2005).

Desde a publicação do Manifesto Ágil, uma série de metodologias surgiram, tais como o XP (*eXtreme Programming*), FDD (*Feature Driven Development*), ASD (*Adaptative Software Development*), e *Scrum*, sendo este último uma das abordagens mais comumente utilizadas em projetos de desenvolvimento de *software* (Dingsøyr et al., 2012). No *Scrum*, cada *Sprint* constitui um ciclo curto de inspeção e adaptação, com início na cerimônia de *Sprint Planning* e encerramento na *Sprint Review*, momento em que os incrementos produzidos são inspecionados e o *feedback* obtido retroalimenta o *Product Backlog* (Rubin et al., 2013).

Esses mecanismos promovem o realinhamento iterativo do produto e do planejamento à medida que o conhecimento evolui (Beck et al., 2001).

Nesse sentido, a agilidade envolve estabelecer o "*mindset*" para que as mudanças necessárias sejam incorporadas ao processo de desenvolvimento. Neste aspecto, responder a mudanças não significa apenas dizer sim a todas as solicitações, mas criar um processo que suporte essas mudanças de forma sustentável. Boehm & Turner (2004) denominaram esse processo como o equilíbrio entre agilidade e disciplina, no qual é necessário dosar a adaptabilidade com certo nível de ordem e previsão. No contexto do valor *Responder a mudanças mais que seguir um plano*, isso se traduz em adotar um planejamento flexível e contínuo, onde os planos são constantemente revisados mediante novas informações.

2.2 Dinâmica de Sistemas

A área de Dinâmica de Sistemas busca compreender como os sistemas evoluem, com base na estrutura responsável por seu comportamento (Senge, 2006). Em geral, um processo de modelagem é necessário para se representar a estrutura sistêmica relacionada a uma questão chave ou aspecto a ser solucionado, de modo que os decisores possam construir, refletir e tomar decisões mais efetivas (System Dynamics Society, 2025).

Considerando a literatura nesta área, é possível identificar estruturas sistêmicas relacionadas ao processo de *seguir planos* presente no valor ágil. Neste contexto, um dos modos fundamentais de comportamento dinâmico dos sistemas é a "*busca por objetivos*", estrutura composta por um *loop* de *feedback* de balanço, voltado para manter o sistema em equilíbrio, envolvendo um processo para comparar um *gap* entre os estados atual e desejado do sistema de modo que uma ação corretiva é realizada para minimizar este *gap* (Sterman, 2000).

Práticas ágeis do *framework Scrum*, como definir um objetivo da sprint e monitorar sua evolução através de reuniões diárias, exemplificam este modo de comportamento dinâmico (Rubin et al., 2013).

A Figura 3 a seguir demonstra esta estrutura através de um Diagrama de *Loops* Causais, ferramenta adotada para melhor compreensão de fenômenos de complexidade dinâmica, composto por três elementos básicos: variáveis do sistema; as conexões entre elas que representam influências causais tanto positivas (mesmo sentido de mudança) quanto negativas (sentido inverso de mudança); e *loops* de feedback, representando ciclos de reforço ou equilíbrio (balanceamento) (Barbrook-Johnson & Penn, 2022).

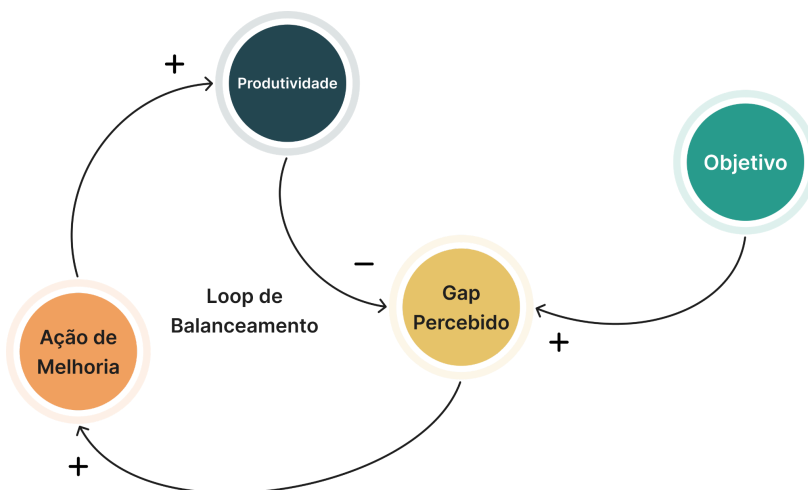


Figura 3: Comportamento Dinâmico "Busca por Objetivo". Fonte: Sterman (2000)

Por outro lado, é possível também identificar estruturas sistêmicas associadas à sentença *responder a mudanças* do valor ágil. Neste sentido, ao invés de buscar diminuir o *gap* através de iniciativas características da estrutura anterior, equipes em projetos se envolvem na revisão e redefinição de objetivos, possibilitando adaptações sistêmicas e mudanças em longo prazo, em uma estrutura similar à lógica do aprendizado em *loop* duplo (Argyris, 2004).

Dessa forma, mudanças internas ou externas podem alterar o estado desejado no sistema e uma nova configuração do *gap* se instala de modo que equipes trabalhem de maneira mais flexível (Barlas & Yasarcan, 2007). No contexto ágil, práticas como *sprint review & retrospective*, em que equipes validam suas entregas com clientes ou refletem sobre o processo de trabalho, exemplificam esta dinâmica (Schwaber & Sutherland, 2020; Rubin et al., 2013).

Um caso especial de estrutura que exemplifica esta situação é o arquétipo “*Erosão de Objetivos*”, quando objetivos são erodidos em decorrência de pressões de curto prazo, levando à deterioração dos objetivos de longo prazo (Senge, 2006). Neste caso, respostas às mudanças podem levar o sistema a comprometer seu desempenho. Apenas ações corretivas que consigam agir em soluções fundamentais e de longo prazo é que podem reverter esta situação.

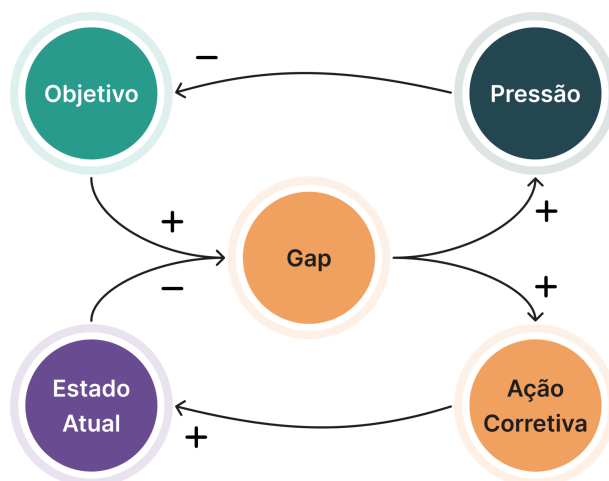


Figura 4: Arquétipo “Erosão de Objetivos”. Fonte: Senge (2006)

Em geral, a abordagem da Dinâmica de Sistemas tem sido adotada em diversas áreas envolvendo sistemas sociais como saúde, meio ambiente, finanças e estratégia e em gestão de projetos, modelos têm sido aplicados para dar suporte a maior compreensão e reflexão sobre ciclos de retrabalhos (Calderon-Téllez et al., 2025), “estouros” de cronograma e custos (Lyneis & Ford, 2007), dentre outros.

2.3 Estudos Relacionados

A literatura sobre desenvolvimento ágil é vasta. Estudos tem explorado os benefícios e os desafios de sua adoção, a dinâmica das equipes e a eficácia de práticas específicas (Glaiel et al., 2013). No entanto, a interações dinâmicas entre as variáveis existentes em contextos ágeis ainda é pouco explorada, com estudos limitando-se a investigar práticas isoladas, desconsiderando a complexidade existente em tais ambientes (Suomalainen et al., 2015).

Nesse sentido, uma série de estudos vem utilizando a dinâmica de sistemas (DS) como forma de explorar a realidade em projetos ágeis sob a ótica de feedbacks, loops causais e variáveis interdependentes (Cao et al, 2010).

Um dos trabalhos pioneiros ao adotarem essa abordagem é o de Cao et al. (2010), que propõe um modelo de simulação de dinâmica de sistemas para representar seis práticas ágeis (planejamento ágil, iterações, envolvimento do cliente, refatorações, testes unitários e *pair-programming*) em quatro sub-modelos (envolvimento do cliente, gestão de mudanças, planejamento e controle ágil, e *refactoring* e qualidade do *design*). Seu trabalho demonstrou como fatores como a pressão do cronograma, a experiência da equipe e a comunicação afetam a produtividade e a qualidade.

Complementarmente, Glaiel et al. (2013) buscaram investigar mais a fundo as práticas ágeis em projetos de grande porte, resultando na criação do *Agile Genome* e do *Agile Project Dynamics* (APD), sendo este primeiro relacionado à caracterização de práticas ágeis, e o segundo relacionado a um modelo de simulação de trabalho, no qual por meio deste, é possível verificar o impacto que práticas ágeis tem sobre prazo, custo e qualidade. Com base nos experimentos, os autores concluíram que o desempenho em projetos depende criticamente da combinação de práticas, ressaltando a importância da compreensão entre as relações sistêmicas e iterativas entre variáveis em contextos ágeis.

Outros estudos também exploraram práticas em projetos ágeis sob a ótica da dinâmica de sistemas, tal como o estudo de Akerele et al. (2014), que buscou avaliar os fatores críticos em projetos que adotam o *continuous delivery*; Fatema & Sakib (2017), através de investigação sobre os fatores que influenciam a produtividade e a efetividade das equipes; e Ching & Mutuc (2018), que concentraram esforços em compreender como equipes lidam sob pressão de escopo, prazos e entregas.

Diante do exposto, verifica-se que ainda persiste a necessidade de modelos integrados que capturem de forma holística, e não somente focada em práticas específicas, a dinâmica entre seguir planos e responder a mudanças, considerando ainda o cenário do planejamento ágil com múltiplos níveis (*roadmap*, *release*, *sprints*), e variáveis socio-técnicas, tais como aspectos relacionados à motivação e colaboração do time.

3 Metodologia

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa para compreender a dinâmica dos processos associados ao valor ágil “*Responder a mudanças mais que seguir um plano*” em um contexto real de projeto de desenvolvimento de software que utiliza práticas ágeis (Yin, 2016). Além disso, caracteriza-se como um estudo de caso, cujo objetivo tratou de compreender como o valor ágil é vivenciado por equipes de tais projetos (Saunders et al., 2009), sob a ótica da dinâmica de sistemas, a qual permite analisar de forma holística as inter-relações, retroalimentações e impactos das ações ao longo do tempo em sistemas complexos (Senge, 2006).

Inicialmente, os dados foram coletados através da realização de entrevistas abertas com três membros de equipes de projetos ágeis de desenvolvimento de *software* realizados no âmbito de uma instituição de ensino superior federal, que realiza projetos de P,D&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) em parceria com empresas nacionais e multinacionais. As entrevistas buscaram identificar a percepção dos entrevistados por meio dos seguintes questionamentos: “*Como você percebe o processo de resposta a mudanças nos projetos em que participa?*” e “*Como você percebe o processo de seguir planos nos projetos em que participa?*”.

Posteriormente foram coletados documentos e artefatos relacionados à temática da pesquisa, tais como *frameworks* de gestão e demais documentos de planejamento e gerenciamento de projetos. Ao final, as entrevistas foram transcritas através da ferramenta *Turboscribe*, e armazenadas juntos aos artefatos disponibilizados. Na tabela a seguir, pode-se verificar o perfil dos entrevistados e o tempo de realização das entrevistas.

Tabela 1: Perfil dos entrevistados e duração das entrevistas

Perfil do entrevistado	Descrição do perfil	Duração da entrevista
Gerente de Projeto	Responsável pela gestão do projeto, definição de metas e acompanhamento da equipe.	1h30
Líder Técnico	Responsável pela coordenação das decisões técnicas, arquitetura do sistema e suporte ao time de desenvolvimento.	1h25
Engenheiro de Qualidade	Responsável pela realização de testes, verificação de requisitos e garantia da qualidade do produto.	0h49

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No que se refere à etapa de análise de dados, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, utilizada para identificar, categorizar e interpretar padrões de sentido presentes nas entrevistas e documentos coletados (Bardin, 2000). A análise foi conduzida com base em uma abordagem abductiva, integrando momentos indutivos, em que foram identificados insights emergentes dos dados coletados, e momentos dedutivos, guiados por conceitos previamente identificados na literatura (Braun & Clarke, 2006). Esta abordagem possibilitou um processo de construção recursivo e iterativo do Diagrama de *Loop Causal* (*Causal Loop Diagram* — CLD), resultando em uma representação mais rica e contextualizada do caso investigado (Lannon, 2018).

O processo de construção do CLD foi iniciado a partir da entrevista com o gerente de projeto, tendo sido esta primeira versão do CLD submetida à apreciação em um evento internacional da área de dinâmica de sistemas como *Work in Progress* (WIP), ocasião em que, através dos *feedbacks* recebidos, fez-se possível a realização de ajustes no diagrama, assim como o processo de reflexão sobre suas premissas. Esse processo explicitou limitações da versão apresentada e sinalizou oportunidades de melhorias, incorporados nos ajustes subsequentes.

Esta versão atualizada então foi submetida aos três participantes da pesquisa, com o intuito de garantir e assegurar a fiel representação da realidade investigada, resultando em atualizações na definição, descrição, inclusão e exclusão de variáveis, em ajustes e novas conexões entre elas e em inclusões ou alterações nos loops de feedback.

Por fim, foi elaborado um quadro representando quatro cenários relacionados aos *loops de feedbacks* resposta a mudanças e reatividade a mudanças e seus impactos nos demais *loops* responsáveis pelos comportamentos do sistema, relacionando com aspectos do valor ágil objeto deste estudo, a partir de uma análise prévia de dominância dos *loops de feedback*.

4 Análise dos Resultados e Discussão

Enquanto resultado principal, elaborou-se um diagrama de *loops de feedbacks* representando os principais loops de equilíbrio e de reforço relacionados ao valor ágil “*Responder a mudanças mais que seguir um plano*”, apresentado na Figura 5 a seguir.

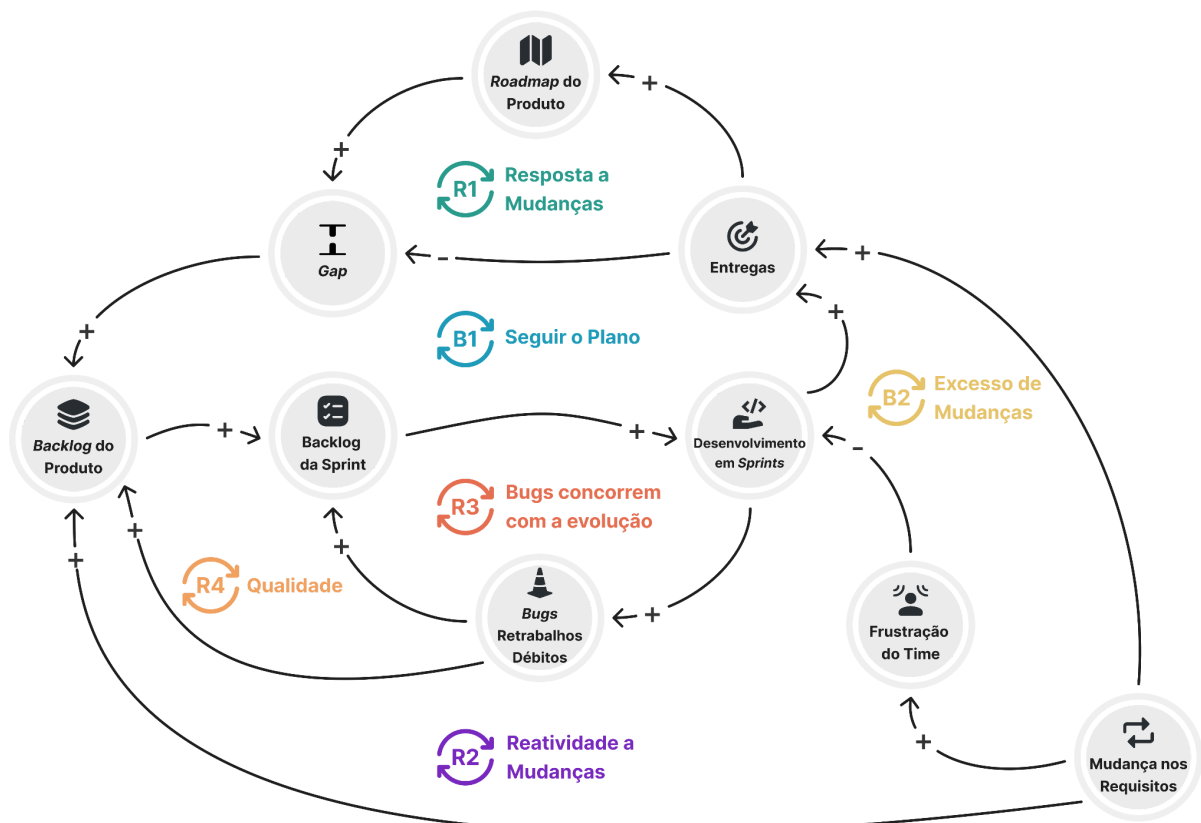


Figura 5: Diagrama de Loops de Feedbacks Resultante. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O loop de equilíbrio B1 “seguir o plano”, representado em uma das sentenças do valor ágil (Beck et al., 2001), representa o *core* do sistema modelado (Barbrook-Johnson & Penn, 2022) de evolução de um produto de software e explica que este processo é direcionado por um *gap* entre as intenções futuras registradas e atualizadas no *roadmap* do produto e as entregas realizadas ao longo do projeto. Este *gap* direciona o refinamento no *backlog* do produto que por sua vez impacta no *backlog* e desenvolvimento em *sprints* que possibilitam a realização de entregas resultando na evolução do produto do projeto. O loop de feedback é então fechado quando o *gap* é diminuído nesta dinâmica em uma estrutura de comportamento sistêmico de *busca por objetivos* (Sterman, 2000).

Tais entregas geram novas interações com os clientes e a equipe do projeto, a partir de uma postura proativa da equipe, ocasionando mudanças no *Roadmap* do Produto e refinamentos no *Backlog* do produto caracterizado pelo loop R1 de mudanças planejadas, tipicamente com algumas *sprints* de antecipação. Por outro lado, o loop de reforço R2 representa resposta imediata a mudanças devido a urgências, envolvendo alterações nos requisitos percebidos pelos clientes que precisam ser implementados o mais rápido possível nas próximas *sprints*. Assim, os loops de reforço R1 e R2 caracterizam a sentença “resposta a mudanças” do valor ágil, sendo o primeiro de modo proativo e o segundo, reativo (Gren & Lenberg, 2020).

Quando demandadas em curto espaço de tempo, conforme demonstrado no loop de equilíbrio B2, um excesso de mudanças de requisitos pode contribuir com frustrações por parte dos membros da equipe, já que comumente precisam lidar com uma carga de trabalho maior que sua capacidade, impactando negativamente no desenvolvimento das *sprints*. Mecanismos de controles informais e pressões entre pares da equipe podem contribuir para situações como esta (Khanagha et al., 2022).

Além disso, durante os processos de desenvolvimento do produto em *sprints*, *bugs*, débitos técnicos ou retrabalhos são identificados e precisam ser resolvidos com urgência (representado pelo *loop* de reforço R3), sendo tratados geralmente pela mesma equipe que realiza evolução no produto, ocasionando concorrência entre as tarefas relacionadas e urgência e a evolução do produto no refinamento do *backlog da sprint*. Isso tende a impactar negativamente o *desenvolvimento em sprints*, já que tarefas de resolução de problemas podem se tornar dominante e comprometer o prazo do projeto (Lyneis & Ford, 2007).

Uma forma de mitigar esta situação é através de um planejamento prévio para alocar espaços específicos para resolução de problemas no *backlog da sprint*, sem necessariamente comprometer a evolução do produto, ou mesmo instituir práticas de realização de testes unitários durante o desenvolvimento em *sprints* (Martin, 2023). Esta dinâmica é representada pelo *loop* de *feedback* de qualidade R4.

A partir dos *loops* de *feedbacks* do diagrama causal relacionados diretamente ao valor ágil analisado neste trabalho, foi possível identificar contextos considerando tais *loops* como dominantes, ou seja, quando eles têm maior influência ao longo do projeto de desenvolvimento de produto. A identificação destes *loops* é importante para facilitar a compreensão do comportamento de um sistema (Ford, 1999).

Considerando o *loop seguir planos* (B1) como dominante, as mudanças são minimizadas, e a equipe tende a não obter retorno dos clientes sobre as entregas do produto em desenvolvimento, de modo que não haja interações significativa com o cliente. Este cenário pode ser melhor explicado por um dos entrevistados:

A equipe às vezes fica carente de um direcionamento. É isso. De saber se está acertando ou se está errando. Tipo assim, o que a gente está desenvolvendo realmente está... atendendo a necessidade, então o feedback é importantíssimo da solução, da entrega. Tem que ter um feedback se o caminho que a gente está seguindo está correto, se está suprimindo necessidade do cliente.

Esta situação pode ser exemplificada quando se adota metodologias de desenvolvimento reconhecidas como em cascata, caracterizadas pela observância estrita às fases de desenvolvimento em que as interações com os clientes ocorrem em fases específicas e comumente pouco frequentes, aumentando as chances dos produtos serem entregues desalinhados com as expectativas dos clientes (Martin, 2020).

Por outro lado, quando considerado o *loop* B1 enquanto dominante juntamente ao *loop* resposta a mudanças (R1), a equipe do projeto passa a vivenciar a percepção sobre as mudanças de modo antecipado em uma postura proativa, ao interagir com os clientes levando em conta as entregas e principalmente o *roadmap* do produto, que favorece uma visão mais ampla sobre todo o projeto. As duas falas dos entrevistados a seguir exibem a importância do *roadmap* do produto e do *loop* R1 enquanto estrutura de governança para evitar que a equipe ágil se envolva apenas com demandas urgentes.

Nossa bússola é o roadmap. E aí, quanto mais longe a gente vê usando esse roadmap, mais incertos eles estão. Então, quando a gente faz um roadmap de um ano, por exemplo, do produto, a gente até costuma brincar que é uma carta de intenção. Não quer dizer que realmente vai ser isso, mas a nossa carta de intenção é essa, é que esse ano a gente entregue tais possibilidades, entendeu?

Então o time está trabalhando um sprint aqui, dez a onze ali já está engatilhada para que o time possa continuar o trabalho, o incremento, e a gente está pensando na décima segunda, por exemplo. E aí a gente vai conversando com o cliente, vai

entendendo as necessidades, vai refinando [...] Então “esse vai conversando” não necessariamente é dentro do ritual do Scrum [...] É por fora. Ou seja, a gente meio que está blindando o Scrum de só ficar reagindo a mudanças, sem que tenha uma etapa por trás aqui organizada e planejada para que o Scrum possa rodar. E essa equipe de gestão e design está trabalhando sempre olhando para frente. Olhando para frente. Interagindo com o cliente.

Por fim, tem-se o *loop* B1 como dominante junto com o *loop* reatividade a mudanças (R2). Nesta situação, caso as mudanças sejam demandadas em curto prazo, o *loop* da frustração da equipe por excesso de mudanças pode ocorrer (B2), e dada a pressão na equipe, problemas relacionados a *bugs*, retrabalhos e débitos técnicos podem surgir (R3). Assim, ambos os *loops* (B2 e R3) podem impactar negativamente no desenvolvimento do produto e comprometer o projeto caso não sejam tratados. As questões de frustração pela descrença no planejamento quanto o excesso de problemas são apresentados nas falas dos entrevistados a seguir.

Mas é tanto bug que vai surgindo aqui e vai incluindo dentro da Sprint, que aquilo vai virar uma bola de neve. E aí acaba gerando insatisfação, frustração do desenvolvedor. Então é um ponto que você tem que... E a própria Sprint vai acabar tendo que lidar com apagar incêndio do que evoluir o produto.

E o time fica frustrado, né? Porque aí acaba até não acreditando no método, no processo. Pra que a gente vai aqui fazer uma reunião que vai durar a tarde toda pra planejar o que a gente vai fazer daqui a duas semanas se a gente não vai atuar no que a gente tá planejando?

O *loop* de qualidade (R4) é sugerido como uma possibilidade para mitigar os efeitos danosos do *loop* R3, ao criar uma estrutura controlada de testes e tratamento de problemas. Além disso, a ênfase no *loop* de respostas antecipadas a mudanças (R1) pode favorecer uma diminuição de demandas excessivas de curto prazo, conforme apresentado nas citações de dois entrevistados a seguir.

Até pensando naquela questão de equilibrar o processo ao longo do tempo, né? Dar estabilidade ao processo, que é justamente, por exemplo, investir um espaço no backlog da sprint pra trabalhar débitos técnicos que vão sendo somados ao longo do tempo. Esses débitos técnicos, quando a gente atua neles, eles aumentam a qualidade e aí reduzem a quantidade de bugs do sistema, né? Outras estratégias [...] é também investir em testes... o que acontece muito é que durante a sprint a gente vai fazendo ali a funcionalidade e aí tem uma parte do desenvolvimento da funcionalidade que é desenvolver, por exemplo, os testes unitários pra garantir que aquela funcionalidade não quebre com o desenvolvimento de outras funcionalidades do sistema.

Normalmente as entregas é o que fomenta a maior parte das mudanças, tá? sempre quando você tem uma entrega ali, você sempre expõe um novo fator, expõe uma nova ideia, uma nova situação ou até mesmo expõe um novo problema, né? De acordo com a realidade sempre quando a gente tá entregando alguma coisa ali é bem raro que não suja algo novo a mudança de alguma coisa que com certeza retroalimenta o Roadmap.

A Figura 6 a seguir representa quatro possíveis cenários quando analisamos a natureza da mudança (antecipada ou reativa) e a dominância dos loops.

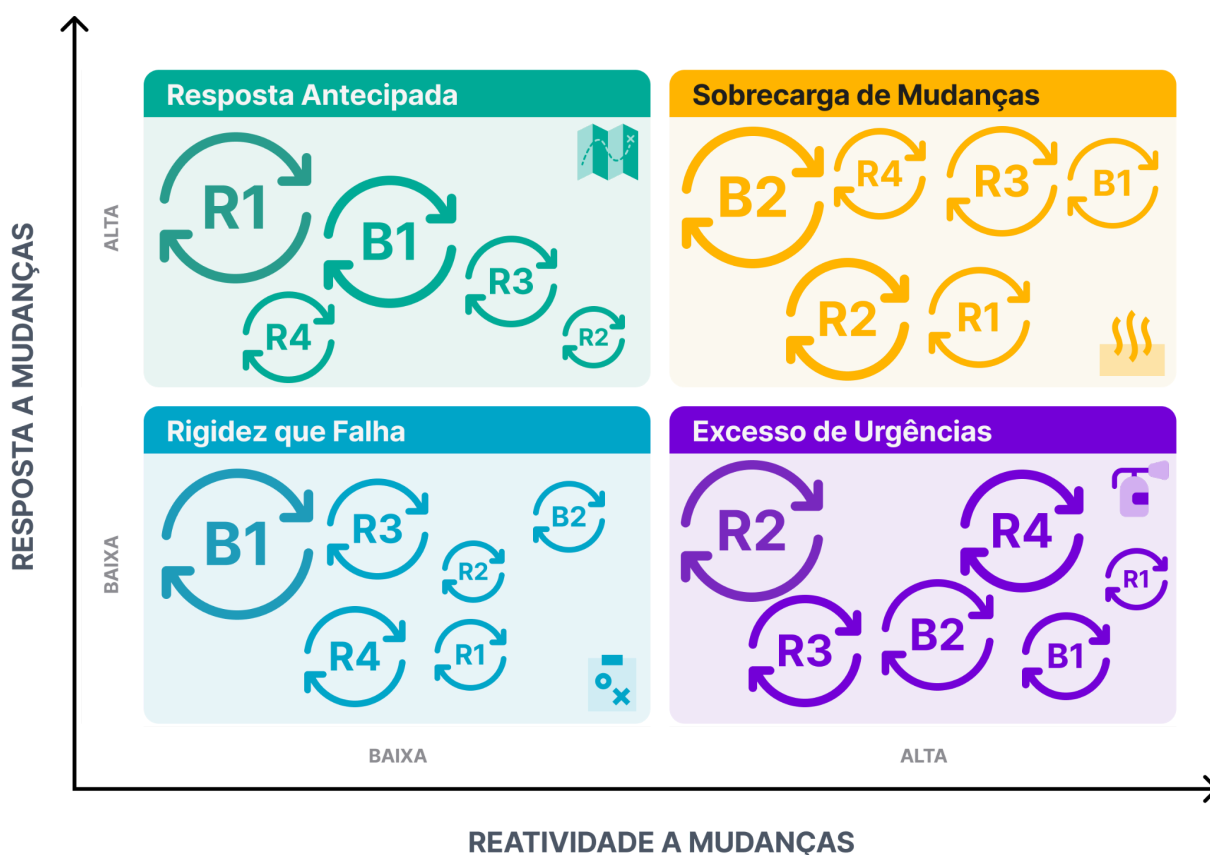


Figura 6: Cenários de respostas a mudanças. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

De modo geral, quando as mudanças antecipadas (de longo prazo) e reativas são mínimas, a equipe mantém seus trabalhos baseados apenas em seguir planos (B1), caracterizando um cenário de *rigidez que falha* possivelmente por não gerar entregas alinhadas às expectativas dos clientes. Por outro lado, quando existem altos níveis de respostas (antecipada e imediata), há uma tendência de haver *sobrecarga de mudanças* para a equipe do projeto.

Situações em que as *urgências ocorrem de maneira excessiva* caracterizam um alto nível de resposta reativa a mudanças, tendo o loop R2 como dominante e os demais como efeitos colaterais e problemáticos (B2 e R3).

Por fim, o cenário em que as *respostas antecipadas* a mudanças são de alto nível parece ser o mais adequado, com dominância do *loop R1*, de modo a trazer um nível de previsibilidade maior para a equipe e ao projeto.

5 Conclusão

Este estudo buscou compreender os processos envolvidos no valor ágil "*Responder a mudanças mais que seguir um plano*" através da perspectiva da dinâmica de sistemas. Para tanto, foi desenvolvido um Diagrama de *Loops de Feedbacks* que buscou representar este valor vivenciado pelas equipes em projetos ágeis de desenvolvimento de *software*, assim como, uma matriz que representa cenários experienciados pelas equipes ao seguirem planos e responderem a mudanças.

Através desta pesquisa, pôde-se concluir pela necessidade das equipes ágeis buscarem um equilíbrio entre nível de adaptabilidade e adequado nível de ordem e previsão, corroborando com o estudo de Boehm & Turner (2004), que denominaram esse processo como o equilíbrio entre agilidade e disciplina.

Com base no Diagrama de *Loops de Feedback*, conclui-se que “*seguir o plano*” (B1) não assegura alinhamento contínuo às necessidades dos clientes e tende a produzir rigidez, reduzindo a efetividade das entregas e, por consequência, aumentando o risco de insucesso do projeto.

Para mitigar esse efeito, é crucial incorporar a capacidade adaptativa ao processo de planejamento, o qual seja realizado de forma antecipada e proativa (R1). Caso contrário, quando as mudanças são tratadas apenas de modo reativo (R2), emergem efeitos indesejados, tais como frustração do time, retrabalho, maior quantidade de bugs e acúmulo de dívida técnica, os quais são intensificados em cenários de excesso de mudanças (B2).

Diante do exposto, conclui-se que apenas “*seguir o plano*” em nível da interação não é suficiente para manter o valor ágil “*Responder a mudanças mais que seguir um plano*”, da mesma forma que é insuficiente apenas seguir práticas ágeis isoladas e/ou adotar um *framework* único, tal como o *scrum*, para garantir a resposta efetiva às mudanças. É necessário que as equipes busquem incorporar processos adicionais ao planejamento e gestão de mudanças em projetos ágeis, tais como práticas de gestão de produto (tais como *roadmapping*, *backlog refinement*, *feature flags*) e incorporação de técnicas de UX/UI (tais como pesquisas com usuários, *discovery* e testes de usabilidade) (Gothelf & Seiden, 2021; Shore & Warden, 2021).

Assim, o presente estudo contribui ao reforçar o entendimento de que o planejamento ágil como mecanismo de aprendizado iterativo é essencial no desenvolvimento de *software*, no qual os planos são continuamente ajustados à luz de novas informações e interações com clientes (Cohn, 2005). Além disso, o estudo contribui teoricamente ao integrar múltiplos níveis de planejamento (roadmap, release e sprints) com variáveis sociotécnicas em um modelo causal único, deslocando o foco de práticas isoladas para uma estrutura sistêmica de loops de equilíbrio e reforço.

Por fim, no que se refere às limitações deste estudo, ressalta-se a realização de número limitado de entrevistas com membros de equipes em uma instituição específica, impossibilitando a generalização dos resultados apresentados. Nesse mesmo sentido, reconhece-se a possibilidade de variáveis omitidas no diagrama, os quais possam ser importantes para explicar os cenários descritos. Sugere-se portanto, estudos futuros que busquem realizar simulações do modelo em construção para apoiar reflexões em um contexto de ensino-aprendizagem com equipes ágeis envolvidas em projetos de software, assim como, a aplicação do modelo apresentado em outros contextos, que não apenas de software.

6 Referências

- Argyris, C. (2004). Double-loop learning and organizational change: Facilitating transformational change. In K. Starkey, S. Tempest, & A. McKinlay (Eds.), *Dynamics of organizational change and learning* (pp. 389–402). John Wiley & Sons.
- Akerele, O., Ramachandran, M., & Dixon, M. (2014). Evaluating the Impact of Critical Factors in Agile Continuous Delivery Process: A System Dynamics Approach. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5(3).
- Barbrook-Johnson, P., & Penn, A. S. (2022). Causal Loop Diagrams. Em P. Barbrook-Johnson & A. S. Penn, *Systems Mapping* (p. 47–59). Springer International Publishing.
- Bardin, L. (com Reto, L. A., & Pinheiro, A.). (2000). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Barlas, Y., & Yasarcan, H. (2007). A Comprehensive Model of Goal Dynamics in Organizations: Setting, Evaluation and Revision. Em H. Qudrat-Ullah, J. M. Spector, & P. I. Davidsen (Org.), *Complex Decision Making* (p. 295–320). Springer Berlin Heidelberg.
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). Manifesto for agile software development. Agile Alliance. <https://agilemanifesto.org/>
- Berg, V., Birkeland, J., Nguyen-Duc, A., Pappas, I. O., & Jaccheri, L. (2020). Achieving agility and quality in product development—An empirical study of hardware startups. *Journal of Systems and Software*, 167, 110599.
- Boehm, B., & Turner, R. (2004). Balancing agility and discipline: Evaluating and integrating agile and plan-driven methods. *Proceedings. 26th International Conference on Software Engineering*, 718–719.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77–101.
- Calderon-Téllez, J. A., Herrera, M. M., & Bell, G. (2025). The role of the rework cycle from system dynamics modelling for project management: Challenges and future research agenda. *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, 38(1), 6–31.
- Cao, L., Ramesh, B., & Abdel-Hamid, T. (2010). Modeling dynamics in agile software development. *ACM Transactions on Management Information Systems*, 1(1), 1–26.
- Ching, P. M., & Mutuc, J. E. (2018). Evaluating Agile and Lean Software Development Methods from a System Dynamics Perspective. 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM), 1–6.
- Cohn, M. (2005). *Agile Estimating and Planning*.

Conforto, E. C., Amaral, D. C., Da Silva, S. L., Di Felippo, A., & Kamikawachi, D. S. L. (2016). The agility construct on project management theory. *International Journal of Project Management*, 34(4), 660–674.

Dingsøyr, T., Nerur, S., Balijepally, V., & Moe, N. B. (2012). A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development. *Journal of Systems and Software*, 85(6), 1213–1221.

Dong, H., Dacre, N., Baxter, D., & Ceylan, S. (2024). What is Agile Project Management? Developing a New Definition Following a Systematic Literature Review. *Project Management Journal*, 55(6), 668–688.

Fatema, I., & Sakib, K. (2017). Factors Influencing Productivity of Agile Software Development Teamwork: A Qualitative System Dynamics Approach. 2017 24th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC), 737–742.

Ford, D. N. (1999). A behavioral approach to feedback loop dominance analysis. *System Dynamics Review*, 15(1), 3–36.

Glaiel, F., Moulton, A., & Madnick, S. (2013). Agile Project Dynamics: A System Dynamics Investigation of Agile Software Development Methods.

Gren, L., & Lenberg, P. (2020). Agility is responsiveness to change: An essential definition. *Proceedings of the Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 348–353.

Gothelf, J., & Seiden, J. (2021). *Lean UX: Creating great products with agile teams* (3rd ed.). O'Reilly Media.

Kantola, K., Vanhanen, J., & Tolvanen, J. (2022). Mind the product owner: An action research project into agile release planning. *Information and Software Technology*, 147, 106900.

Khanagha, S., Volberda, H. W., Alexiou, A., & Annosi, M. C. (2022). Mitigating the dark side of agile teams: Peer pressure, leaders' control, and the innovative output of agile teams. *Journal of Product Innovation Management*, 39(3), 334–350.

Lannon, C. P. (2018). Causal loop construction: The basics. *The Systems Thinker*. <https://thesystemsthinker.com/causal-loop-construction-the-basics/>

Lindskog, C., & Netz, J. (2021). Balancing between stability and change in Agile teams. *International Journal of Managing Projects in Business*, 14(7), 1529–1554.

Lyneis, J. M., & Ford, D. N. (2007). System dynamics applied to project management: A survey, assessment, and directions for future research. *System Dynamics Review*, 23(2–3), 157–189.

Martin, R. C. (2011). *Clean code collection*. Pearson Education.

Martin, R. C. (2020). *Clean Agile: Back to basics*. Addison-Wesley.

Pinho, C. R. A., Pinho, M. L. C. A., Deligonul, S. Z., & Tamer Cavusgil, S. (2022). The agility construct in the literature: Conceptualization and bibliometric assessment. *Journal of Business Research*, 153, 517–532.

Project Management Institute (PMI). (2021). The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (Seventh edition). Project Management Institute.

Rubin, K. S., Cohn, M., & Jeffries, R. (2013). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular agile process*. Addison-Wesley.

Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (5th ed). Prentice Hall.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (Org.). (2020). *The Scrum Guide* (1^o ed.). Wiley.

Senge, P. M. (2006). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization* (Rev. and updated ed). Currency Doubleday.

Severo, R. A. N. F., & Andrade, A. P. V. D. (2024). Comunicação e Coordenação em Equipes Virtuais de Desenvolvimento Distribuído de Software: Uma revisão da literatura. *Revista Gestão em Análise*, 13(2), 159–176.

Shore, J., & Warden, S. (2021). *The art of agile development* (2^a ed.). O'Reilly Media.

Sterman, J. D. (2000). *System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*.

Suomalainen, T., Kuusela, R., & Tihinen, M. (2015). Continuous planning: An important aspect of agile and lean development. *International Journal of Agile Systems and Management*, 8(2), 132.

System Dynamics Society. (2025). What is system dynamics? Retrieved August 17, 2025, from <https://systemdynamics.org/what-is-system-dynamics/>

Yin, R. K. (2016). *Pesquisa Qualitativa do Início ao Fim*. Penso Editora.