



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Utilizando Arquétipos da Dinâmica de Sistemas para melhorar a tomada de decisão em Projetos: Um estudo de caso no Programa Amazônia Conectada

LUCIANO SALES

Universidade de Brasília - UnB

lucianofrc@gmail.com

SANDERSON CÉSAR MACÊDO BARBALHO

Universidade de Brasília

sandersoncesar@unb.br



UTILIZANDO ARQUÉTIPOS DA DINÂMICA DE SISTEMAS PARA MELHORAR A TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO NO PROGRAMA AMAZÔNIA CONECTADA

Resumo

O principal objetivo deste artigo é o de identificar e descrever como a dinâmica de sistemas pode ser útil para a melhoria da tomada de decisão em projetos, alavancando a execução dos mesmos. Para isso, são discutidos os problemas nos atuais modelos de gestão de projetos e apontadas algumas consequências dessas deficiências. Sob uma abordagem descritiva-exploratória foi realizada pesquisa qualitativa por meio de um estudo de caso no Programa Amazônia Conectada. Foram observadas na prática, melhoria na tomada de decisão com o uso da modelagem *soft* da dinâmica de sistemas, antecipando problemas que ocorreriam na execução do referido Programa. Esses problemas são difíceis de serem detectados com as atuais ferramentas de gerenciamento de projetos, o que sugere que a utilização da dinâmica de sistemas pode complementar a modelagem tradicional, alavancando o planejamento e a execução dos projetos.

Palavras-chave: Dinâmica de Sistemas; Gerenciamento de Projetos; Estrutura Analítica de Projeto; Arquétipos de Sistema.

Abstract

The main objective of this paper is to identify and describe how system dynamic can be useful to improve the decision making on projects, and leverage their execution. For this, the problems in the current project management frameworks are discussed and pointed some consequences of these deficiencies. A descriptive-exploratory research is presented through a qualitative case study in the Connected Amazon Program. Some improvement in decision making through the use of soft modeling of system dynamic were observed, anticipating problems that could occur in the Program execution. These problems are difficult to detected with current project management tools, which suggests that the use of system dynamics can complement traditional modeling, leveraging the project planning and execution.

Keywords: System Dynamic; Project Management; Work Breakdown Structure; System Archetypes.



1 Introdução

Os principais guias de gerenciamento de projetos ajudam as organizações a aumentarem as chances de sucesso nas iniciativas voltadas a projetos. O PMBOK, acrônimo de *Project Management Body of Knowledge*, é o guia do *Project Management Institute* (PMI) e o PRINCE2, acrônimo de *Projects In Controlled Environments*, é o guia do *Office of Government Commerce* (OGC). O primeiro fornece diretrizes para o gerenciamento de projetos individuais e define os conceitos relacionados com o gerenciamento de projetos (*Project Management Institute* [PMI], 2013), sendo amplamente reconhecido como um conjunto de boas práticas, já o segundo é um método de gerenciamento de projeto (*The Cabinet Office* [TCO], 2011).

Por mais que semelhanças e diferenças entre eles possam ser apontadas, é de reconhecimento amplo que procuram facilitar as atividades de gerenciamento de projetos, dos gerentes de projetos e dos times de projeto, investindo em uma série de ferramentas que através da decomposição do todo em partes, contribuem com trabalho de gerenciamento das equipes de projeto. O PMBOK, por exemplo, utiliza a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) para subdividir as entregas e o trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis (PMI, 2013). O PRINCE2 parte do mesmo princípio ao propor a estrutura analítica do produto, onde o plano do projeto é desdobrado em seus produtos principais, que são desdobrados adicionalmente, até que um nível de detalhe apropriado para o plano seja alcançado (TCO, 2011).

Esse tipo de decomposição está amparada por uma premissa, que afirma que, por mais que os projetos sejam únicos, suas partes constituintes já foram desenvolvidas antes por outros projetos, carregando em si experiências que facilitam o desenvolvimento de estimativas razoáveis (Rodrigues & Bowers, 1996). Para esses mesmos pesquisadores, as estimativas são desenvolvidas considerando as partes isoladas dos projetos, ignorando que as forças intra-projetos podem levar a uma situação na qual o todo é maior que a soma de suas partes.

Senge (1996) afirma que, desde cedo aprendemos a dividir e fragmentar o mundo para tornar tarefas e assuntos complexos mais administráveis. Porém, ao fazer isso, pagamos um preço alto: “Não conseguimos mais perceber as consequências das nossas ações; perdemos a noção intrínseca de conexão com o todo”.

Segundo Williams (2000), por mais que as ferramentas de gerenciamento de projetos se baseiem na decomposição de suas partes fundamentais, durante a execução dos projetos ocorrem efeitos sistêmicos que devem ser levados em consideração no planejamento. Assim, aspectos intra-projetos desconsiderados no planejamento, em função da utilização das ferramentas atualmente existentes, podem levar a problemas na execução, problemas estes que poderiam ser identificados através do uso do pensamento sistêmico e, em muitos casos, evitados.

Para Behl e Ferreira (2014), o pensamento sistêmico é a habilidade de pensar sobre um sistema como um todo, considerando mais do que as suas partes individuais. A dinâmica de sistemas (DS) é uma ferramenta que suporta o pensamento sistêmico levando em conta os relacionamentos entre as partes constituintes de um sistema no decorrer do tempo, sendo bastante útil para analisar a tomada de decisão, buscando uma compreensão mais ampla dos aspectos intra-projetos (Hoffenson & Soderberg, 2015).

A DS é uma abordagem mais flexível para estabelecer modelos, conduzir simulações e analisar opções práticas (Chritamara & Oguniana, 2002). Embora os modelos da DS tenham sido amplamente aplicados na pesquisa acadêmica para resolver diferentes tipos de problemas



de gerenciamento de projetos, a viabilidade de modelos da DS ainda requer uma investigação mais aprofundada caso-a-caso (Ozcan-Deniz & Zhu, 2016).

Nesse contexto de problematização, a DS será analisada como alternativa de mitigação dos problemas na execução do gerenciamento de projetos, através da seguinte questão de pesquisa: Como as ferramentas da DS podem ser aplicadas no gerenciamento de projetos? Assim, o objetivo deste artigo é o de identificar e descrever como a DS pode ser útil para a melhoria da tomada de decisão em projetos, alavancando a execução dos mesmos, através da aplicação da modelagem *soft* em um estudo de caso.

Para alcançar esse objetivo, serão apresentados, na seção 2, os problemas no gerenciamento de projetos clássicos, a dinâmica de sistemas e, algumas propostas de integração da dinâmica de sistemas em projetos; na seção 3, as questões metodológicas; na seção 4, a análise dos resultados; e, finalmente, na seção 5, as conclusões do trabalho proposto.

2 Referencial Teórico

2.1 Problemas no gerenciamento de Projetos Clássico

Love, Holt, Shen, Li e Irani (2002), demonstraram que projetos são compostos de entidades interdependentes que competem entre si para alcançar um conjunto de metas pré-definidas. Para esses pesquisadores, um projeto é essencialmente um sistema que deve também ser analisado no contexto da teoria dos sistemas, com o objetivo de entender o relacionamento entre os seus diferentes subsistemas e como essas forças intra-projetos podem impactar no alcance das metas.

No cenário atual, os produtos possuem características cada vez mais complexas e de natureza multidisciplinar, pois precisam atender às necessidades de clientes cada vez mais interessados na qualidade e no desempenho (Gonçalves-Coelho, Mourão & Pereira, 2005). Assim, projetos que visam desenvolver um produto complexo, que contém inúmeros sistemas e componentes apresentam grande desafio para serem implementados. De nada adianta ter uma equipe multidisciplinar, se não houver uma complexa coordenação de todos os requisitos identificados, compreensão das prioridades e gerenciamento de um grande número de tarefas que precisam permanecer alinhadas com o tempo e orçamento planejado, para alcançar as necessidades e expectativas dos clientes (Bhise, 2013).

Para contornar toda essa complexidade, normalmente, os projetos são realizados por fases, ou seja, um produto é desenvolvido através de diversas atividades mais ou menos independentes que podem ser executadas e mantidas separadamente (Pesonen, Salminen, Ylén & Riihimaki, 2008). Por exemplo, os modelos tradicionais de gerenciamento de projetos, tais como o Método do Caminho Crítico e a técnica PERT, descrevem o progresso dos projetos através de uma rede de atividades com durações estimadas para essas atividades. O problema é que esses modelos ignoram as iterações entre atividades e não as incorporam nas suas estimativas de duração, o que limita a capacidade do uso dessas técnicas de programação em processos de modelagem (Lin, Chai, Wong & Brombacher, 2008).

O que se observa, na prática, é que os projetos continuam utilizando apenas essa abordagem tradicional para o seu gerenciamento. Segundo Zawadziki (2009), essa abordagem é frequentemente descrita como linear ou estática, ou seja, um plano bem definido e ordenado é criado no início, devendo o projeto seguir de acordo com esse plano, com a equipe de gerenciamento procurando manter o projeto no caminho especificado.

No entanto, durante a execução do projeto, essa equipe tem de lidar com a dinâmica do ambiente ao invés de aderir estritamente ao plano original. Ou seja, considera-se que partes



ou fases individuais podem ser planejadas de forma linear, porém, a realidade acaba por revelar a inevitabilidade de sua natureza dinâmica.

Para Asif, Rashid, Bianchi e Nicolescu (2015), quando uma decisão deve ser tomada, pessoas tendem a pensar de forma linear, isto é, percebe-se o problema, um curso de ação é decidido e espera-se que essa ação resolva o problema. Porém, na realidade, um problema leva a uma ação que produz um resultado que pode criar mais problemas ou, alternativamente, alterar a natureza do problema, o que exigirá novo curso de ação (Figura 1).

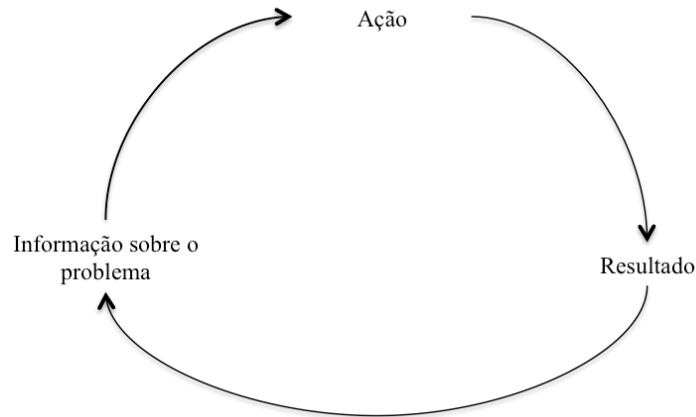


Figura 1: Estrutura de decisão e seus impactos sistêmicos

Fonte: Adaptado de Asif et al (2015). System dynamics models for decision making in product multiple lifecycles. Resources, Conservation and Recycling, 101, 20-33.

Segundo Chritamara, Ogunlana e Bach (2002), as técnicas tradicionais de planejamento de projetos não permitem antecipar os resultados das escolhas. Assim, os gerentes de projeto precisam tomar uma série de decisões baseadas em um planejamento linear, enquanto o mundo real é dinâmico por natureza. Esses pesquisadores sugerem a utilização de ferramentas da dinâmica de sistemas para complementar as boas práticas existentes.

Para Qudrat-Ullah (2014), melhorar a tomada de decisão utilizando princípios da dinâmica de sistemas é uma necessidade absoluta para a melhoria do desempenho das organizações. Porém, a despeito da necessidade de utilização de ferramentas da DS, não foram encontradas evidências do seu uso nos principais Guias de Gerenciamento de Projetos, o PMBOK 5º Edição ou o PRINCE2.

2.2A Dinâmica de Sistemas

Jay Forrester é reconhecido como o pioneiro no desenvolvimento das ideias que deram origem à Dinâmica de Sistemas (DS), difundidas com o lançamento do livro *Industrial Dynamics*, em 1961 (Fernandes, 2003). A DS é uma área de conhecimento que vem sendo utilizada no contexto gerencial, porém, de aplicação bastante recente (Vitor, Añez & Veras, 2007).

Os conceitos relacionados com a DS estão no escopo da teoria sistêmica, que busca melhorar a compreensão de um sistema ao longo do tempo, pela modelagem do seu comportamento (Sales, Roses & Prado, in press). Para Forrester (2009), na DS, toda modelagem sobre a tomada de decisão envolve três elementos fundamentais: o resultado que se espera alcançar; a ação a ser tomada para se alcançar o resultado; e a informação que



conecta a ação ao resultado. Isso pode ser compreendido com o exemplo apresentado através da Figura 2, onde busca-se encher um copo com água.

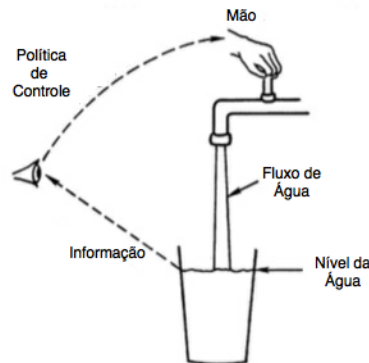


Figura 2: Conceito de feedback

Fonte: Adaptado de Forrester (2009). Some basic concepts in system dynamics. In: Report Nr D-4894. Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.

O resultado, no caso da Figura 2, é a certeza de que o copo está cheio de água; a ação é o ato de abrir a torneira, que se baseia na informação recebida através dos olhos. Ou seja, o nível da água (informação) ajuda, por meio de um *feedback*, a determinar a ação de aumentar, diminuir ou cessar o fluxo de água, até que o resultado (copo cheio) seja alcançado.

A DS busca mapear estruturas organizacionais ou sociais, com o objetivo de compreender as relações intrínsecas das forças que operam nessas estruturas, estudando-as como parte de um processo integrado (Sales, Roses & Prado, in press): por exemplo, a decisão de aumentar, diminuir ou cessar o fluxo de água, depende do nível da água, que por sua vez depende de que esta informação chegue ao mecanismo de controle, no caso a mão da pessoa.

A DS possui um conjunto de ferramentas que facilita a compreensão das estruturas e da dinâmica de sistemas complexos, além de ser um método de modelagem que permite o desenvolvimento de simulações que antecipam os resultados das ações a serem tomadas nesses sistemas (Sales, Roses & Prado, in press). Assim, quando duas ou mais variáveis formam um *loop* (ciclo completo) fechado de relações, onde a primeira influencia a segunda, a segunda uma terceira, e assim por diante, até que a última variável gere uma influência sobre a primeira variável considerada, em um ciclo sem início ou fim, temos um *loop* de *feedback* - ciclo de retroalimentação (Forrester, 2009).

Esses ciclos de retroalimentação, conforme apresentado na Figura 3, são responsáveis pelos mecanismos de reforço (positivo) ou de equilíbrio (negativo), de acordo com Fernandes (2003) e Senge (1996). Os ciclos de reforço possuem um comportamento mais previsível, pois as variáveis reforçam ou aceleram a mudança inicial, além de possuírem comportamento exponencial, seja crescente ou decrescente, que poderá ocorrer de forma indefinida, a não ser que sejam introduzidas variáveis de restrição. Já os *loops* de equilíbrio ocorrem quando existe uma relação ou quando um número ímpar de relações do *loop* for negativo. Assim, os *loops* de equilíbrio restringem a direção inicial da mudança das variáveis (Bastos, 2003).

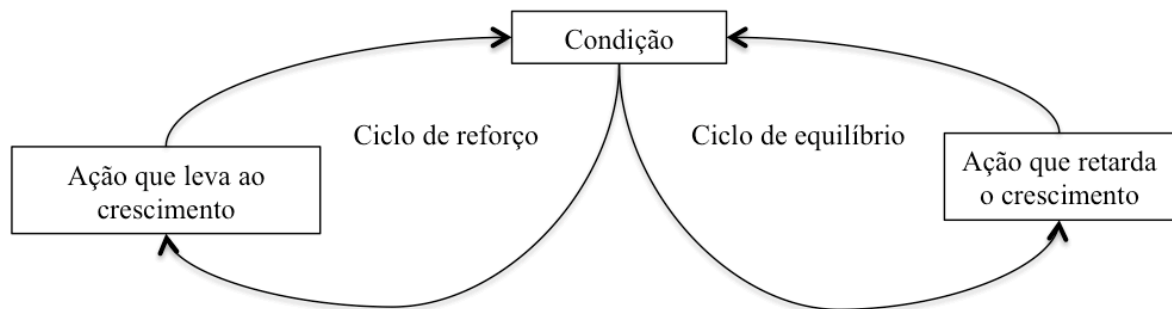


Figura 3: Ciclo de reforço e equilíbrio
Fonte: Os Autores.

A modelagem de sistemas pode ser classificada em dois tipos: a *soft*, mais subjetiva e focada no aspecto qualitativo e no aprendizado sistêmico; e a *hard*, com um foco mais quantitativo e voltada à simulação e tomada de decisão (Costa, 2004; Fernandes, 2003).

A modelagem *soft* pode ser representada através de diagramas de enlace-causal - também chamados causais, de influência, de *feedback* ou de *loop* - que possibilita uma maior compreensão pela simplicidade da sua construção e representação (Vitor, Añez & Veras, 2007; Costa, 2004). Tais diagramas representam as variáveis do modelo e as relações de causa-e-efeito entre as variáveis, permitindo identificar as interações e suas influências na dinâmica da estrutura do sistema, conforme já apresentado na Figura 3.

Para Bastos (2003), os diagramas de enlace-causal possuem duas finalidades importantes. A primeira é de servir como um esboço das hipóteses causais; enquanto que a segunda é de simplificar o desenho do modelo a ser construído para a simulação.

Já a modelagem *hard* pode ser representada através do diagrama de fluxos-e-estoques (Figura 4), que por exigir maior detalhamento do comportamento funcional do sistema, permite que sejam desenvolvidas abordagens matemáticas com foco em simulação computacional (Vitor, Añez & Veras, 2007; Costa, 2004). Porém, para fins de melhor compreensão do modelo que será simulado, sugere-se que a modelagem *soft* preceda à modelagem *hard* no desenvolvimento da DS (Vitor, Añez & Veras, 2007).

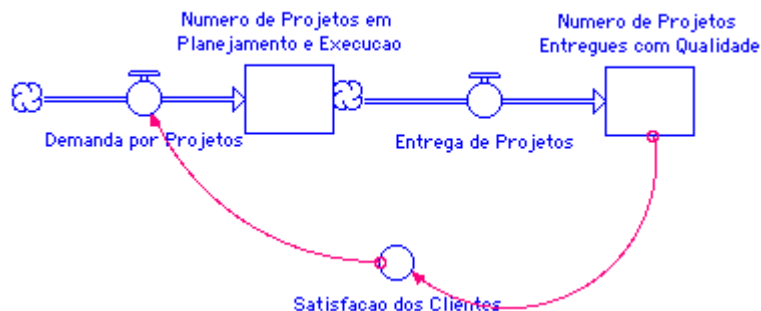


Figura 4: Diagrama de fluxos-e-estoques

Fonte: Sales, Roses e Prado (2013). A utilização do Scorecard Dinâmico na Governança de TI. 10th CONTECSI, São Paulo, SP, Brasil.

A Figura 4 apresenta um ciclo de feedback na qual uma organização que desenvolve projetos deseja medir os efeitos gerados pelo aumento da demanda. O estoque representado pela variável “Número de Projetos em Planejamento e Execução”, acumula o fluxo de projetos originários no fluxo “Demanda por Projetos”. Conforme o primeiro estoque aumenta, permanecendo as demais variáveis, relacionadas ao número de pessoas que desenvolvem



esses projeto no mesmo patamar, o fluxo “Entrega de Projetos” começa a diminuir. Com os atrasos e possíveis retrabalhos, o estoque “Número de Projetos entregues com Qualidade” começa a baixar, o que impacta diretamente na satisfação dos clientes. Conforme a satisfação dos clientes vai diminuindo, o fluxo “Demanda por Projetos” vai ocorrendo de forma mais lenta, o que gera perda de receita e comprometimento da imagem da organização.

2.3 Dinâmica de Sistemas integrada ao gerenciamento de projetos

Assim como os sistemas vivos, que possuem integridade sistêmica, nas organizações, as questões gerenciais complexas precisam ser analisadas de forma integrada. Para Qudrat-Ullah (2014), o reconhecimento que no mundo real as tarefas possuem comportamento dinâmico deve levar ao uso de ferramentas que permitam aos gerentes testar as suas estratégias de decisão antes de uma aplicação ocorrer.

Os modelos da DS são normalmente implantados para resolver problemas complexos (Ozcan-Deniz & Zhu, 2016). Na área de projetos, por exemplo, os comportamentos mais complexos geralmente surgem das interações entre os componentes do sistema, e não a partir da complexidade dos próprios componentes (Pesonen et al, 2008).

O uso da DS no desenvolvimento de projetos tem por objetivo compreender e considerar todos os processos de feedbacks responsáveis pelo comportamento do sistema, tanto do ponto de vista da integração das entidades internas, quanto do ponto de vista do contexto ambiental externo ao qual essas entidades estão submetidas (Rodrigues & Bowers, 1996).

Segundo Oorschot, Langerak e Sengupta (2011), a natureza complexa e dinâmica da tomada de decisão em ambientes de projetos favorece o uso de simulação, o que está completamente alinhado com as abordagens da DS. Tipicamente, a estrutura do modelo de DS a ser utilizado em projetos deve incluir os seguintes aspectos: as características principais desse projeto (pacotes de trabalho ou atividades); seu ciclo de retrabalho (como os pacotes de trabalho interagem no tempo), feedbacks de controle do projeto (os pontos onde os projetos serão mensurados), e prováveis efeitos colaterais (ou seja, o resultados das ações executadas para superar o gap entre o desempenho do projeto e seu alvo) (Ozcan-Deniz & Zhu, 2016).

Senge (1996), afirma que dentro da perspectiva do pensamento sistêmico determinados padrões e estruturas ocorrem de forma recorrente. O referido pesquisador chama esses padrões de “arquétipos de sistema”, mostrando que nem todos os problemas gerenciais são específicos. Pelo contrário, as ferramentas da dinâmica de sistemas são a base para a identificação dos arquétipos, cujo entendimento contribui para a solução dos problemas de fracionamento do conhecimento, típicas das decomposições utilizadas no gerenciamento de projetos, ou seja: “O propósito dos arquétipos de sistema é recondicionar nossas percepções, para que sejamos mais capazes de identificar as estruturas em ação e ver a alavancagem nessas estruturas”.

Cada arquétipo possui uma estrutura típica, sendo possível, a partir desses padrões identificados, tomar melhores decisões e prevenir erros a partir da eliminação dos fatores limitadores. No caso do arquétipo identificado na Figura 5, conhecido com “Limites ao Crescimento”, há um ciclo de reforço (melhoria) que opera por um tempo, até que ele encontra um ciclo de equilíbrio (estabilizador), que passa a limitar o crescimento, impedindo melhorias ou até mesmo anulando o ciclo de reforço.

De forma prática, conforme Senge (1996), podemos entender através da Figura 5 como o arquétipo pode contribuir para a identificação dos fatores limitantes, levando a uma ação preventiva por parte dos gestores. Uma organização que consegue construir um ciclo de melhoria através do desenvolvimento rápido de novos produtos, tornando-se competitiva,



utilizaria a receita extra para incrementar o orçamento de pesquisa e desenvolvimento, o que por sua vez alavancaria o tempo de lançamento de novos produtos, este é o ciclo de reforço. Porém, conforme a estrutura do arquétipo apresentado na Figura 6, este ciclo de reforço, através da condição “orçamento de P&D” começa a tornar os produtos cada vez mais complexos, é exigido um aumento no tamanho da equipe de projeto.

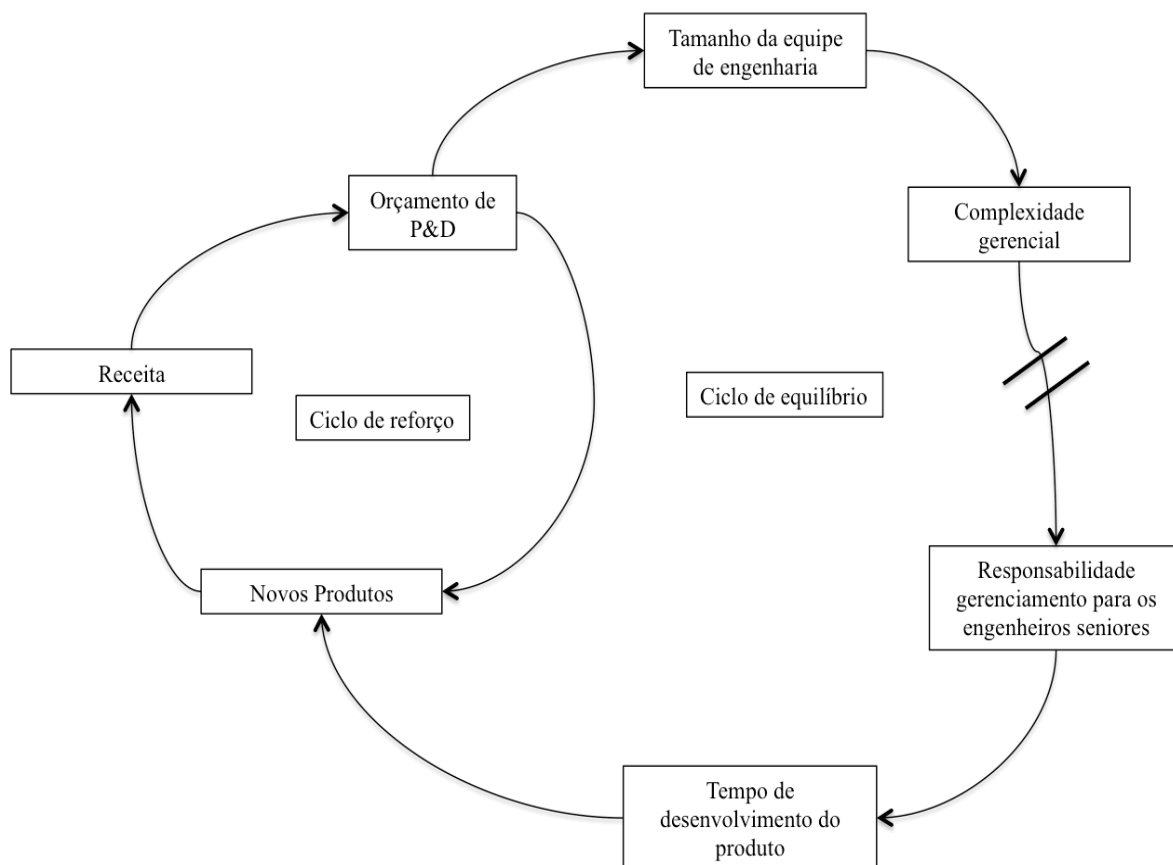


Figura 5: Exemplo prático do uso dos arquétipos

Fonte: Adaptado de Senge (1996). A Quinta Disciplina: A arte e a prática da Organização que aprende. Rio de Janeiro, RJ: Best Seller.

O resultado direto do aumento no tamanho das equipes é o aumento da complexidade gerencial, o que (com o tempo – defasagem, representada pelas duas linhas paralelas) exige que os engenheiros mais experientes dediquem mais tempo para o gerenciamento das equipes (ação que retarda o crescimento). Assim, ocorrerá uma diminuição no tempo de desenvolvimento dos produtos, diminuindo o lançamento de novos produtos no mercado, o que por estar em um ciclo de reforço, irá diminuir as receitas em um ciclo de caráter destrutivo.

Assim, ao identificar esse tipo de arquétipo, que foi construído e identificado a partir de um diagrama de enlace causal, o gestor pode calibrar a ação que retarda o crescimento, agindo de forma cirúrgica, como, por exemplo, contratando gerentes de projeto para liderar as equipes complexas, aliviando essa atribuição dos engenheiros seniores. Em seguida serão apresentados os principais arquétipos citados por Senge (1996), na Tabela 1.

Tabela 1
Arquétipos de Sistema

Arquétipo	Característica Principal
Processo de equilíbrio com defasagem	Uma pessoa ou organização, agindo para concretizar uma meta, ajusta seu comportamento em resposta a um ciclo de <i>feedback</i> com defasagem. Se não estiverem conscientes da defasagem acabam realizando mais ações corretivas que o necessário, ou simplesmente desistem, por falta de progresso observável.
Transferência de responsabilidade	Uma “solução” de curto prazo é utilizada para corrigir um problema, o que produz resultados imediatos positivos. Quanto mais essa solução vai sendo aplicada, menos se utilizam as medidas corretivas fundamentais de longo prazo. Ao final, a solução paliativa passa a ser a solução final, atrapalhando o aprendizado organizacional.
Transferência de responsabilidade para o interventor	Uma situação especial do arquétipo anterior ocorre quando interventores externos tentam ajudar a resolver problemas. A intervenção tenta melhorar os sintomas óbvios do problema, e faz isso com tanto sucesso que as pessoas dentro do sistema nunca aprendem a lidar com os problemas por si próprias.
Metas declinantes	Um tipo de estrutura de transferência de responsabilidade na qual a solução de curto prazo envolve permitir o declínio de uma meta fundamental de longo prazo, gerando um círculo vicioso.
Escalada	Duas pessoas ou organizações veem sua prosperidade como dependente de uma vantagem relativa sobre a outra. Toda vez que um lado sai na frente o outro fica mais ameaçado, levando-o a agir de forma mais agressiva para restabelecer sua vantagem, ameaçando o primeiro, o que aumenta a sua agressividade, e assim por diante.
Sucesso para os bem-sucedidos	Duas atividades competem por apoio ou por recursos limitados. Quanto mais bem-sucedida uma delas se torna, mais apoio ganha, deixando a outra à mingua.
Tragédia dos comuns	Indivíduos utilizam um recurso comumente disponível, porém limitado, exclusivamente com base nas suas necessidades individuais. Inicialmente, eles são recompensados por usá-lo; acabam obtendo retornos cada vez menores, o que faz com que intensifiquem seus esforços. Por fim, o recurso acaba sofrendo redução significativa, erosão ou é totalmente utilizado.
Consertos que estragam	Uma solução, eficaz a curto prazo, tem consequências imprevistas a longo prazo que talvez exijam uma utilização ainda maior da primeira solução.
Crescimento e subinvestimento	O crescimento se aproxima de um limite que pode ser eliminado ou empurrado para o futuro se a empresa, ou indivíduo, investir em capacidade de produção adicional. Mas o investimento precisa ser agressivo e suficientemente rápido para impedir um menor crescimento, ou jamais será feito. Muitas vezes, reduzem-se metas importantes ou padrões de desempenho para justificar o subinvestimento. Quando isso acontece, existe uma profecia autorrealizável segundo a qual as metas menores levam a expectativas menores, que são confirmadas pelo desempenho ruim causado pelo subinvestimento.

Fonte: Senge (1996). A Quinta Disciplina: A arte e a prática da Organização que aprende. Rio de Janeiro, RJ: Best Seller.

3 Metodologia

Na elaboração deste estudo, utilizou-se o processo de modelagem qualitativa baseado na proposta de Ozcan-Deniz & Zhu (2016). Sob propósito descritivo-exploratório, foi realizada pesquisa qualitativa documental nos planos dos projetos do Programa Amazônia Conectada.

A unidade de análise é o processo de planejamento e execução do Programa Amazônia Conectada. Assim, o local da pesquisa é o Programa Amazônia Conectada. O Programa Amazônia Conectada é uma iniciativa do Estado Brasileiro, com foco na implantação de uma



infraestrutura de telecomunicações na Amazônia, através de 05 (cinco) infovias utilizando cabos de fibra óptica subfluvial, que irão interligar 52 municípios no Estado do Amazonas.

Após a realização do planejamento, utilizando os *frameworks* de gerenciamento de projetos e programas, foi estabelecido que o referido Programa seria desenvolvido através de 05 (cinco) projetos: Projeto Infovias, cujo objetivo é a implantação das infovias subfluviais que interligam as cidades; Projeto Gestão dos Serviços de TI, com o objetivo de criar um modelo de governança para a sustentação dos benefícios do Programa; Projeto Cadeia de Valor, com o objetivo de deslocar parte da cadeia de valor a ser construída pelo Programa para a Amazônia; Projeto Políticas Públicas, com o objetivo de levar serviços públicos para as populações ribeirinhas; e o Projeto Estrutura de Manutenção, com o objetivo de modelar e implantar uma estrutura de manutenção para as infovias implantadas.

Todos os projetos foram planejados e estão sendo executados através das ferramentas previstas nos *frameworks* de gerenciamento de projetos do PMI e da OGC. Todos os dados utilizados nesta pesquisa foram cedidos pelo Programa Amazônia Conectada, a partir de documentos públicos existentes no seu site com autorização de uso pelos autores.

Os resultados e análises desta pesquisa desenvolvida de forma qualitativa, contou com o uso de protocolo que contemplou a sua identificação (título do projeto, responsável, entidade patrocinadora, equipes, período de realização e local de realização), introdução (objetivos e justificativas), etapas do trabalho de campo, questões de campo, procedimentos de análise dos dados coletados e estrutura do relatório.

A fonte de coleta de dados se deu através da análise documental e na observação participante do pesquisador, com a seleção das estruturas analíticas dos projetos, bem como dos principais documentos que contribuíram para o planejamento e execução do Programa.

A análise dos dados ocorreu através da utilização da proposição teórica de Ozcan-Denis e Zhu (2016) e da construção da explicação, comparando-se as conclusões do estudo de caso com a proposição teórica. Assim, a partir dos documentos selecionados, construiu-se o diagrama de enlace-causal com base na modelagem proposta por Ozcan-Deniz & Zhu (2016), em 4 (quatro) passos: 1) identificação das características principais desse projeto (ou seja, dos pacotes de trabalho); 2) definição do seu ciclo de retrabalho (construção do diagrama de enlace-causal a partir das interações dos pacotes de trabalho); 3) identificação dos feedbacks de controle do projeto (os pontos onde os projetos serão mensurados – esse ponto tem maior relevância quando se vai realizar a modelagem hard da DS, assim, nesta pesquisa, a identificação ocorreu quando mostrou-se relevantes para a compreensão do comportamento do sistema); e 4) determinação dos prováveis efeitos colaterais (ou seja, o resultados das ações executadas para superar o gap entre o desempenho do projeto e seu alvo). Com o diagrama de enlace-causal construído, foi procurado identificar as estruturas dos arquétipos mapeados por Senge (1996), sendo apresentado neste artigo aqueles que foram considerados como de maior impacto para o Projeto.

É apresentado, na Tabela 2, um resumo dos aspectos metodológicos utilizados nesta pesquisa.

Tabela 2

Resumo dos aspectos metodológicos desta pesquisa

Caracterização da Pesquisa	Organização da Pesquisa
Abordagem metodológica: Qualitativa	Objeto empírico: Programa Amazônia Conectada
Tipo de Pesquisa: Descritiva-exploratória	Quantidade de observações: Estudo de caso único



Caracterização da Pesquisa	Organização da Pesquisa
Técnica de Investigação: Estudo de Caso	Unidade de análise: processo de planejamento e execução do Programa Amazônia Conectada
Fontes de Coleta de Dados: Análise documental e Observação participante	Unidade de observação: Estrutura Analítica do Projeto Infovia do Programa Amazônia Conectada e demais documentos de planejamento desse projeto
Análise dos dados: Através das proposições teóricas propostas por Ozcan-Deniz & Zhu (2016) e da construção da explicação	Enfoque de Observação: Explorar a EAP para confirmar ou refutar as descobertas do referencial teórico

Fonte: Os autores.

4 Análise dos Resultados

Nesta seção serão expostos os resultados obtidos através do uso da DS que se mostrou eficiente em diagnosticar os arquétipos apontados por Senge (1996) no diagrama de enlace-causal desenvolvido.

O primeiro passo foi a utilização da EAP do Projeto Infovias, a mais completa dos documentos analisados, através da identificação de suas entregas principais: 1) implantação dos cabos ópticos subfluviais; 2) implantação dos equipamentos (Figura 6).

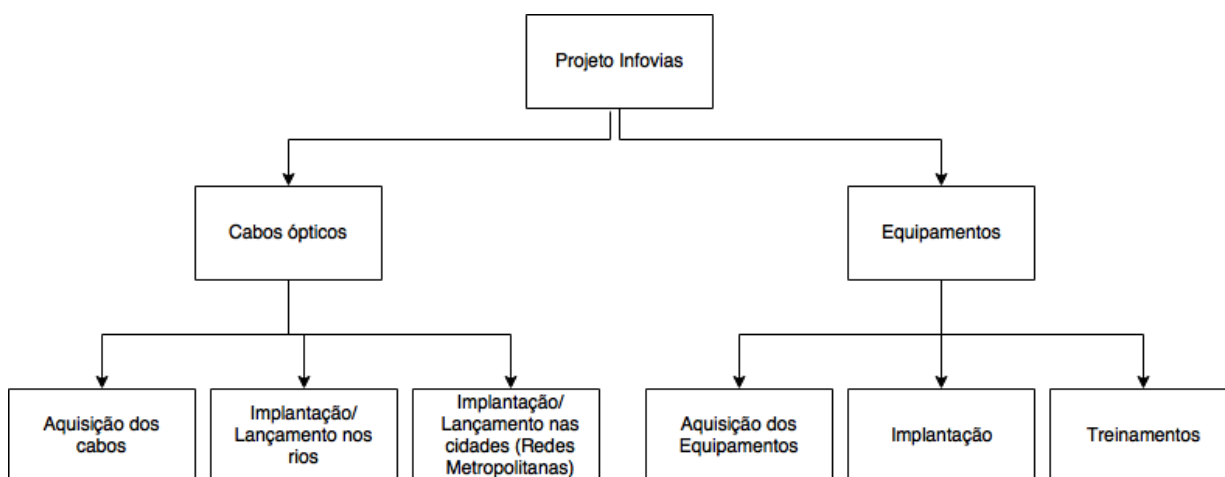


Figura 6: Estrutura Analítica do Projeto Infovias

Fonte: Os autores.

Para a construção do diagrama de enlace causal, partimos do pacote de trabalho que marca o início do trabalho em cada infovia: A aquisição dos cabos ópticos. Durante o procedimento, para cada pacote de trabalho, foi identificada a sua interação com os outros pacotes de trabalho e se havia algum feedback de controle e/ou efeitos colaterais, que precisavam ser considerados para fins de construção das relações de causalidade.

Como exemplo, seguindo a lógica mostrada na Figura 7, partindo do pacote de trabalho “aquisição dos cabos”, há uma interação lógica com o procedimento de lançamento (quanto maior a aquisição de cabos, maior a eficácia). O lançamento precisa ser eficaz – feedback de controle (a meta está sendo mensurada pelo número de cidades atendidas).



Assim, quanto maior a eficácia do lançamento, maior o número de cidades atendidas. Quanto mais cidades atendidas, maior o impacto social (benefício maior do programa).

Sendo exatamente os resultados do impacto social a métrica para se conseguir recursos financeiros para se adquirir mais cabos, temos um ciclo de reforço. Porém, ao se lançar um cabo óptico subfluvial que interliga cidades, faz-se necessário criar redes metropolitanas para atender à população e aos órgãos envolvidos. Ou seja, quanto mais cidades atendidas maior o esforço em se construir redes metropolitanas. O efeito colateral ocorre sobre as cidades atendidas: o processo de construção de redes nas cidades, a despeito de se ter uma complexidade menor que o lançamento do cabo nos rios, consome um esforço, muitas vezes, maior, consumindo o tempo das equipes e diminuindo o número das cidades atendidas: eis um ciclo de equilíbrio.

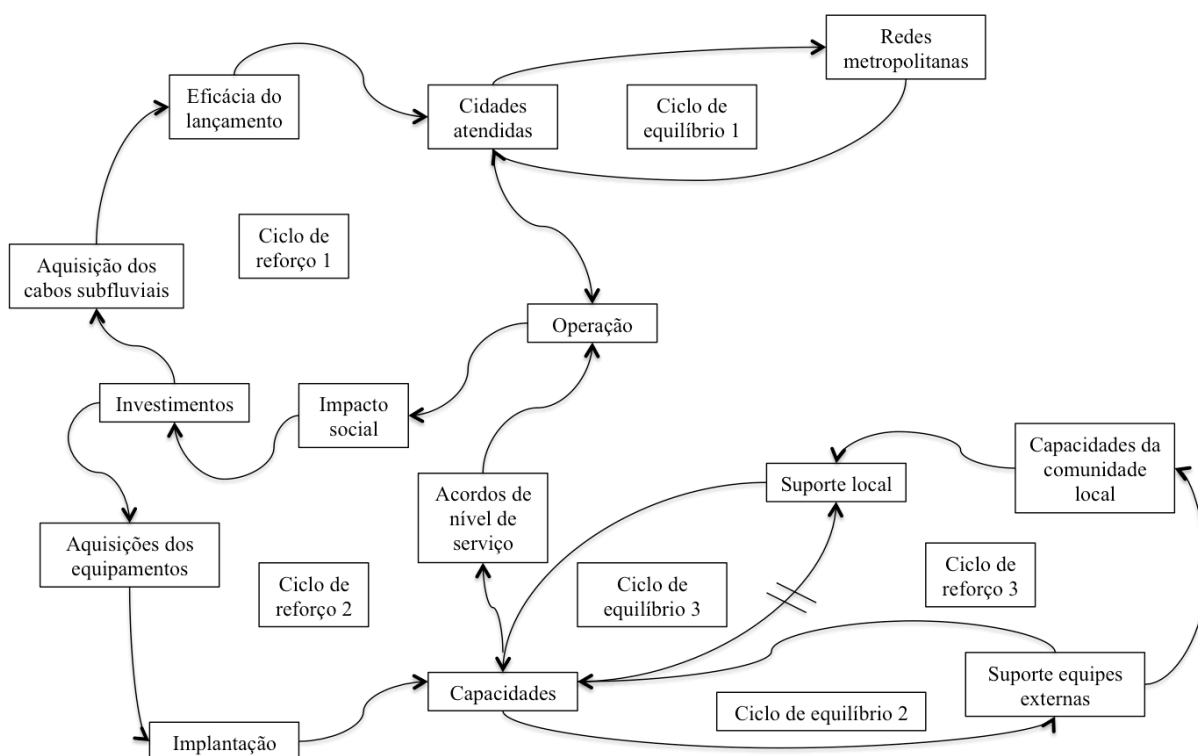


Figura 7: Diagrama de enlace-causal do Projeto Infovias
Fonte: Os autores.

Nesse momento foi identificado o primeiro arquétipo, o já apresentado “Limites ao Crescimento”. Senge (1996) afirma que nesse arquétipo um processo se autoalimenta para produzir um período de expansão. Porém, uma condição desse processo de reforço gera uma ação de redução do crescimento, que deve desacelerar o ritmo inicial, parar os resultados e até de certo modo reverter, iniciando um colapso acelerado. A forma de se proteger desse arquétipo também é proposta por Senge (1996): não adianta forçar o processo de reforço, deve ser eliminada (ou enfraquecida) a fonte de limitação.

A ação tomada no Programa para evitar o problema que ocorreria durante a execução, foi a separação dessa entrega (redes metropolitanas), que deu origem a um novo projeto, com equipe totalmente segregada: a eliminação da fonte de limitação. Isso levou a primeira mudança no escopo inicial do Projeto Infovias.



A seguir, na Tabela 3, será apresentada a descrição de todos os enlaces encontrados a partir da construção do diagrama de enlace causal do Projeto Infovias.

Tabela 3
Descrição e Resultados dos enlaces

Enlace	Identificação	Descrição/Resultado
Ciclo de reforço 1	Aquisição dos cabos subfluviais – Eficácia do lançamento – Cidades atendidas – Operação – Impacto social – Investimentos - Aquisição dos cabos	Resultante da eficácia do lançamento dos cabos, que atinge um maior número de cidades, gerando um maior impacto social, incentivando investimentos no programa, que por sua vez se reverte na aquisição de mais cabos ópticos.
Ciclo de equilíbrio 1	Cidades atendidas – Redes Metropolitanas - Cidades atendidas	As cidades sendo alcançadas pelos cabos, geram a necessidade de mais redes metropolitanas. Mais redes metropolitanas, gera um esforço adicional no local que acaba diminuindo a capacidade da equipe do projeto de atender novas cidades.
Ciclo de reforço 2	Investimentos - Aquisições de equipamentos – Implantação – Capacidades – Acordos de Nível de Serviço - Operação – Impacto social - Investimentos	Os investimentos, além de favorecer a aquisição dos cabos, também permite a aquisição dos equipamentos (rede e armazenamento). A implantação desse sistema gera a necessidade de capacidades para que os acordos de nível de serviço reflitam numa operação da infraestrutura confiável. Apenas com confiabilidade na operação haverá efetivo impacto social, o que significa novos investimentos.
Ciclo de equilíbrio 2	Capacidades – Equipes externas - Capacidades	As capacidades necessárias para que se tenham acordos de nível de serviço de alto nível, são um problema no interior da Amazônia, o que pode levar a contratação de equipes externas para “resolver” o problema. Na verdade, o problema é apenas mascarado.
Ciclo de reforço 3	Suporte equipes externas – Capacidades da comunidade local – Suporte local – Capacidades – Suporte equipes externas	É importante ressaltar que há um novo ciclo desenvolvido a partir do ciclo anterior: o suporte de equipes externas diminui a capacitação de mão de obra local, diminuindo, como consequência, a possibilidade de suporte local. Isso gera um aumento do problema e aumento da necessidade de suporte de equipes externas.
Ciclo de equilíbrio 3	Capacidades – Suporte local - Capacidades	O problema da capacidade leva a uma necessidade de suporte local, porém, essa ação possui um atraso no tempo (a formação de pessoas demora), (o que poderá levar à escolha fácil do Ciclo de equilíbrio 2). Ao se investir no suporte local, também haverá uma diminuição do problema capacidade.

Fonte: os Autores.

Um segundo arquétipo foi identificado no diagrama de enlace causal: “transferência de responsabilidade para o interventor”. Esse arquétipo, segundo Senge (1996) ocorre quando interventores externos são chamados para resolver problemas, e faz isso com tanto sucesso que as pessoas do sistema não aprendem a lidar com esses problemas por si próprias. A “transferência de responsabilidade para o interventor”, possui a seguinte estrutura: dois ciclos de equilíbrio que gera um ciclo de reforço que vicia o sistema, criando uma série de problemas.



A solução para enfrentar esse arquétipo proposta por Senge (1996) é ampliar as capacidades dos agentes internos para que estes resolvam os seus problemas. No caso do Projeto, houve a segunda mudança no escopo, pois as capacitações foram adiantadas, já que há um *delay* (atraso) para que os treinamentos formem pessoas com habilidades e experiência. Ou seja, foi evitada o uso de consultoria ou equipe externa durante a operação, planejando e realizando as capacitações locais antes do sistema entrar em operação, com a inclusão da realização antecipada dos treinamentos nas obrigações contratuais dos fornecedores (mesmo os fornecedores internacionais).

A identificação desses dois arquétipos resultou não só numa mudança do escopo do projeto, mas, também, numa mudança na programação do cronograma, como consequência das mudanças nos pacotes de trabalho da EAP (para o PMBOK, os pacotes de trabalho são a base para a identificação das atividades do cronograma). Isso só se tornou possível graças à identificação das interações entre os pacotes de trabalhos e os efeitos colaterais/resultados dessas interações. O que ficou bastante claro é que a decomposição proposta pela EAP é insuficiente para modelar de forma completa o projeto, que é muito maior que as entregas e pacotes de trabalho. Como esses erros não são percebidos na EAP, e esta é a base para uma série de decisões do projeto, como a construção do cronograma e a orçamentação, o problema vai se agravando conforme o planejamento vai avançando.

Outra observação advinda do mapeamento, é que o diagrama de enlace causal, desenvolvido a partir da chamada modelagem *soft* da DS, como também observado por Bastos (2003), é um método efetivo para gerar debates e ideias sobre a realidade o que permite identificar interações e influencias da dinâmica da estrutura dos sistemas.

5 Conclusões/Considerações finais

O objetivo deste artigo foi o de identificar e descrever como a DS pode ser útil para a melhoria da tomada de decisão em projetos, alavancando a execução dos mesmos. A literatura acadêmica apontou alguns problemas com as atuais modelagens de gerenciamento de projetos, devido a sua estrutura linear e estática. Esses problemas podem levar a decisões equivocadas que geram problemas na execução dos projetos, o que poderá ocasionar, por exemplo, retrabalho e custos maiores.

A recomendação proposta através dos resultados deste estudo é a de que se deve incorporar a DS ao modelo tradicional de decomposição das entregas usados no gerenciamento de projetos, através da modelagem *soft*, o que permite a identificação de arquétipos já mapeados na literatura. Esses arquétipos, se não identificados durante o planejamento, levam, segundo os propositores da DS, inexoravelmente, a problemas na execução dos projetos. Assim, foi percebido no estudo de caso, que ao desconsiderar as interações sistêmicas entre os pacotes de trabalho, os times de projeto não conseguem identificar os arquétipos sistêmicos que levam, caso não identificados a tempo e não tratados de forma adequada, a graves erros nas decisões dos projetos, gerando cronogramas equivocados, custos ocultos altos e, conseqüentemente, a resultados aquém dos esperados para os projetos.

Em suma, conclui-se, baseado no estudo de caso desenvolvido, que a incorporação da DS pode melhorar a tomada de decisão nos projetos uma vez que: a) consegue antecipar o impacto das decisões tomadas durante o planejamento (evidenciado através da identificação dos dois arquétipos na modelagem *soft* do projeto Infovias); b) permite que a equipe do projeto identifique interações e influencias entre pacotes de trabalho (evidenciado, também, através do trabalho desenvolvido pela equipe na construção do diagrama de enlace-causal); c) auxilia no desenvolvimento de cronogramas mais realistas (evidenciado através da



necessidade de alteração do escopo do projeto Infovias, o que levou a uma mudança no cronograma do projeto); e d) evita o retrabalho (uma vez que os erros foram percebidos antes mesmo de ocorrerem).

Durante o desenvolvimento deste artigo verificamos a existência de algumas limitações, sendo a principal delas referente ao fato da pesquisa estar restrita a um único caso, o que não permite a generalização de qualquer resultado. Ademais, este artigo suscita uma série de trabalhos futuros, dentre os quais vale mencionar um estudo acerca da utilização da modelagem *hard* para simular cursos de ações dos projetos, modelagem dos arquétipos para uso no planejamento dos projetos, visando uma melhor compreensão, e a identificação de outras ferramentas que possam ser utilizadas em conjunto com a DS para otimizar a execução dos projetos.

Referências

- Asif, F., Rashid, A., Bianchi, C., Nicolescu, C. (2015). System dynamics models for decision making in product multiple lifecycles. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 20-33.
- Bastos, A. (2003). A dinâmica de sistemas e a compreensão de estruturas de negócio. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Bhise, Vivek D. (2013). *Design Complex Products with Systems Engineering Processes and Techniques*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Behl, D., Ferreira, S. (2014). Systems Thinking: Analysis of key factors and relationships. *Procedia Computer Science*, 36, 104-109. Philadelphia, PA.
- Chritamara, S., Oguniana, S. (2002). System dynamics modeling of design and build construction projects. *Construction Innovation*, 2, 269-295.
- Costa, Bruno Santos Ribeiro. *O Balanced Scorecard em Xequê? Análise das suas limitações e propostas de novas interações através de um estudo de caso em uma indústria automobilística brasileira*. (2004). Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Fernandez, Amarildo da Cruz. *Scorecard Dinâmico: Em direção à integração da Dinâmica de Sistemas com o Balanced Scorecard*. (2003). Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Forrester, J. Some basic concepts in system dynamics. (2009). In: Report Nr D-4894. Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.
- Gonçalves-Coelho, A., Mourão, A., Pereira, Z. (2005). Improving the use of QFD with Axiomatic Design. *Concurrent Engineering*, 13(3), 233-239.
- Gonçalves, Paulo Luís Gama. (2009). O alinhamento estratégico das tecnologias de informação no negócio – Uma análise segundo a metodologia *Balanced Scorecard*. Dissertação de Mestrado. Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Hoffenson, S., Soderberg, R. (2015) Systems thinking in tolerance and quality-related design decision-making. *Procedia CIRP*, 27, 59-64, Goteborg, Sweden.
- Lin, J., Chai, K., Wong, Y., Brombacher, A. (2008). A dynamics model for managing overlapped iterative product development. *European Journal of Operational Research*, 185, 378-392.
- Love, P., Holt G., Shen, L., Li, H., Irani, Z. (2002) Using system dynamics to better understand change and rework in construction project management systems. *International Journal of Project Management*, 20, 425-436.
- Oorschot, K., Langerak, F., Sengupta, K. (2011). Escalation, De-escalation, or Reformulation; Effective Interventions in Delayed NPD Projects. *Product Innovation Management*, 28 (6), 848-867.



- Ozcan-Deniz, G., Zhu, Y. (2016). A system dynamics model for construction method selection with sustainability considerations. *Jornal of Cleaner Production*, 121, 33-44.
- Pesonen, L., Salminen, S., Ylén, J., Riihimaki, P. (2008). Dynamic simulation of products process. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 16, 1091-1102.
- Project Management Institute. (2013). *PMBOK*. USA: Author.
- Qudrat-Ullah, H. (2014). Yes we can: Improving performance in dynamic tasks. *Decision Support Systems*, 61, 23-33.
- Rodrigues, A., Bowers, J. (1996). The role of system dynamics in project management. *International Journal of Project Management*, 14 (4), 213-220.
- Sales, L., Roses, K., Prado, H. (2013). A utilização do Scorecard Dinâmico na Governança de TI. 10th CONTECSI, São Paulo, SP, Brasil.
- Sales, L., Roses, K., Prado, H. (In press). Application of dynamic balanced scorecard in the Brazilian Army information technology governance. *Gestão e Produção*.
- Senge, P. M. (1996). *A Quinta Disciplina: A arte e a prática da Organização que aprende*. Rio de Janeiro, RJ: Best Seller.
- The Cabinet Office. (2011). *PRINCE2*. UK: Author.
- Vitor, J., Añez, M., Veras, M. (2007). Modelagem e simulação de negócio: método scorecard dinâmico aplicado à formulação de estratégias. *Sistemas & Gestão*, 2(2), 232-247.
- Williams, T. (2000). Safety regulation changes during projects: the use of system dynamics to quantify the effects of change. *International Journal of Project Management*, 18, 23-31.
- Zawadzki, Tomasz. (2009). Applying dynamics modeling to IT Project management. *IFAC Proceedings*, 42, 152-157.