

André Eduardo Staedele

**MODELO DE SISTEMA DINÂMICO PARA AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DE PROJETOS DE MELHORIA NA
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO**

Dissertação submetida ao
Programa de Pós Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau
de Mestre em Engenharia da
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Fernando
Antônio Forcellini

Florianópolis - SC
2019

Staedele, André Eduardo

MODELO DE SISTEMA DINÂMICO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PROJETOS DE MELHORIA NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO / André Eduardo Staedele ; orientador, Fernando Antônio Forcellini, 2019. 123 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Fatores Críticos de Sucesso em Projetos de Melhoria. 3. Avaliação de Desempenho em Melhorias Organizacionais. 4. Gestão da Melhoria Contínua. 5. Dinâmica de Sistemas. I. Forcellini, Fernando Antônio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

André Eduardo Staedele

**MODELO DE SISTEMA DINÂMICO PARA AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DE PROJETOS DE MELHORIA NA
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia da Produção”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 28 de Fevereiro de 2019.

Profa. Lucila Maria de Souza Campos, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Mauricio Uriona Maldonado, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Hélio Aisenberg Ferenhof, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Rafael Ariento Neto, Dr.
Instituto Federal Catarinense

Este trabalho é dedicado a minha amada esposa, que sempre me incentivou e apoiou, mesmo nas horas mais difíceis, e a minha amada filha, espírito livre, alegre e independente: elas me proporcionaram a tranquilidade para prosseguir e progredir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Dr. Fernando Antônio Forcellini, pelos ensinamentos, troca de conhecimentos e pela experimentação proporcionada nas disciplinas de *lean*; por todo o suporte e parceria nas pesquisas e publicações que desenvolvemos juntos; e por toda orientação, paciência e reconhecimento no desenvolvimento do meu projeto de dissertação, que sempre me fortaleceram a nunca desistir.

Agradeço as lideranças da Empresa Círculo S/A, em especial aos Senhores José Altino Comper, Carlos Zagolin, Carlos Henrique Zagolin, Gustavo Gaertner Eberhardt e Edionei Ferrari, pelo genuíno interesse, disponibilidade e suporte nas oportunidades de pesquisa.

Agradeço ao amigo e parceiro de pesquisa, Dr. Rafael Arie Neto, por toda a parceria e orientação proporcionadas no desenvolvimento das pesquisas de dinâmica de sistemas.

Agradeço ao professor, Dr. Hélio Aisenberg Ferenhof, por todos os ensinamentos e conteúdo disponibilizados sobre o *SystematicSearchFlow*, que tem sido muito útil para revisão da literatura em diversas pesquisas.

Agradeço ao professor Dr. Mauricio Uriona Maldonado, por todos os ensinamentos sobre dinâmica de sistemas e por sempre estar disposto a auxiliar nas questões que foram surgindo pelo caminho.

Agradeço a todos os meus professores pelos ensinamentos e oportunidades, aos demais colegas que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento ao longo da minha jornada no programa de mestrado, e aos amigos e familiares pela paciência e compreensão.

Por último, mas não menos importante agradeço a nossa força cósmica superior que nunca me faltou nos momentos de provação.

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais retorna ao tamanho original.” –
Albert Einstein

RESUMO

As organizações que visam a excelência na gestão têm investido em iniciativas de melhoria contínua. Neste contexto, diversas destas iniciativas como *Total Quality Management*, *Lean*, *Six Sigma*, *Kaizen* dentre outras, utilizam como uma das frentes de melhoria, a realização dos chamados projetos de melhoria (PMs) com equipes multidisciplinares, considerando a existência de oportunidades de melhorar e agregar valor ao negócio. Um aspecto intrigante é que o atingimento, sustentação e melhoria das práticas e resultados nos PMs é sempre um desafio. Uma questão presente é: quais os fatores críticos de sucesso (FCS) relevantes para a perenidade dos projetos? Levando em consideração a importância dos PMs para excelência operacional das indústrias, este trabalho visa desenvolver um modelo de avaliação de desempenho (AD) utilizando a abordagem dinâmica de sistemas (DS) e tomando como base os principais FCSs, para avaliar o atingimento, sustentação e melhoria de resultados advindos da implantação de PMs. Uma pesquisa ação foi realizada com uma amostra da indústria têxtil instalada no estado de Santa Catarina. O modelo de AD foi concebido e verificado por meio de uma metodologia ágil de modelagem, fazendo uso de arquétipos. Após sua calibração, o modelo foi utilizado para simular os impactos dos principais *gaps* do estudo de caso: falta de sistema de avaliação e reconhecimento e revisão periódica de metas sustentadas. Como principais descobertas foi observado que: 1-O modelo integral com revisão sistemática de metas sustentadas é o que apresenta o melhor desempenho em todos os aspectos avaliados; 2-O sistema de avaliação e reconhecimento atuando de forma isolada no arquétipo, quase não influencia na melhoria da produtividade mensal e no conhecimento acumulado; 3-Para assegurar a melhoria contínua do caso em estudo é fundamental trabalhar com o “modelo integral + revisão de metas” sustentadas. O modelo de AD dinâmico baseado em FCSs tem utilidade prática, aplicando-se às organizações na gestão dos PMs e para estabelecimento de políticas de controle.

Palavras-chave: Avaliação de Desempenho. Fatores Críticos de Sucesso. Projetos de Melhoria. Melhoria Contínua. Mudança Organizacional. Dinâmica de Sistemas.

ABSTRACT

Organizations that aim for management excellence have invested in continuous improvement initiatives. In this context, several of these initiatives, such as Total Quality Management, Lean, Six Sigma, Kaizen and others, use as one of the improvement fronts, the so-called improvement projects (IPs) with multidisciplinary teams, considering opportunities to improve and add value to the business. An intriguing aspect is that achieving, sustaining and improving IPs practices and outcomes is always a challenge. One question at hand is: what are the critical success factors (CSFs) relevant to project sustainability? Taking into account the importance of IPs for the operational excellence of the industries, this work aims to develop a performance evaluation (PE) model using the system dynamics (SD) approach and based on the main CSFs, to evaluate the achievement, sustainability and improvement of results from IPs implementation. An action research was carried out with a sample of the textile industry installed in the state of Santa Catarina. The PE model was designed and verified through an agile modeling methodology, making use of archetypes. After its calibration, the model was used to simulate the impacts of the main gaps of the case study: lack of evaluation and recognition system and periodic review of sustained goals. As main findings it was observed that: 1-The integral model with systematic review of sustained goals is what presents the best performance in all aspects evaluated; 2-The evaluation and recognition system acting in isolation in the archetype, almost does not influence the improvement of monthly productivity and accumulated knowledge; 3-To ensure the continuous improvement of the case in study, it is fundamental to work with the "integral model + review of goals" sustained. The CSF-based dynamic PE model has practical utility, applying to organizations in the management of IP and to establishing control policies.

Keywords: Performance Evaluation, Critical Success Factors. Improvement Project. Continuous improvement. Organizational Change. System Dynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo do PDSA	26
Figura 2 - Curva de desempenho - melhoria contínua x falta de sustentação	28
Figura 3 - Fluxograma da metodologia <i>SSF</i>	35
Figura 4 - O método de modelagem.....	38
Figura 5 - FCSs relativos à gestão da melhoria.....	44
Figura 6 - Diagrama de blocos dos FCSs relativos à gestão da melhoria - processo e projeto	45
Figura 7 - Pesquisas no tema AD x PM x DS por segmento de negócio	55
Figura 8 - Modo de referência – Comportamento dos resultados em relação às metas ao longo do tempo.....	60
Figura 9 - Escolha do autor - Arquétipo 3 - Trocando o fardo.....	65
Figura 10 - Arquétipo adaptado - Diagrama de enlace causal	68
Figura 11 - Arquétipo adaptado - Diagrama de estoque fluxo - Ciclo 1 - Motivação das pessoas	70
Figura 12 - Arquétipo adaptado - Diagrama de estoque fluxo - Ciclo 2 - Geração dos desafios.....	72
Figura 13 - Arquétipo adaptado - Diagrama de estoque fluxo - Ciclo 3 - Compartilhamento da visão	74
Figura 14 - Arquétipo adaptado - Diagrama de estoque fluxo integral.	75
Figura 15 - Verificação do comportamento - Ciclo 1 - Motivação das pessoas (Controle).....	79
Figura 16 - Verificação do comportamento - Ciclo 2 - Geração dos desafios (Controle).....	80
Figura 17 - Verificação do comportamento - Ciclo 3 - Compartilhamento da visão (Reforço).....	81
Figura 18 - Verificação do comportamento - Arquétipo calibrado.....	82
Figura 19 - Diagrama de enlace causal do modelo com os demais FCSs	85

Figura 20 - Adição do FCS sistema de avaliação e reconhecimento - Diagrama de estoque fluxo - Ciclo 1 - Motivação das pessoas	87
Figura 21 - Adição do FCS padronização / rotinas de trabalho - Diagrama de estoque do fluxo - Ciclo 2 - Geração de desafios	88
Figura 22 - Modelo de AD - Diagrama de estoque fluxo integral.....	90
Figura 23 - Verificação do comportamento - FCS sistema de avaliação e reconhecimento (Reforço).....	92
Figura 24 - Verificação do comportamento - FCS padronização / rotinas de trabalho (Reforço)	94
Figura 25 - Verificação do comportamento - Modelo calibrado	95
Figura 26 - Influência do SAR no arquétipo - Produtividade mensal ...	98
Figura 27 - Influência do SAR no arquétipo - Equipes engajadas	99
Figura 28 - Influência do SAR no arquétipo - Conhecimento acumulado	100
Figura 29 - Influência do SAR no arquétipo - Visão compartilhada...	101
Figura 30 - Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral - Produtividade mensal.....	102
Figura 31 - Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral - Equipes engajadas.....	103
Figura 32 - Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral - Conhecimento acumulado.....	104
Figura 33 - Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral - Visão compartilhada	105
Figura 34 - Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas - Produtividade mensal.....	107
Figura 35 - Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas - Equipes engajadas.....	108
Figura 36 - Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas - Conhecimento acumulado.....	109
Figura 37 - Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas - Visão compartilhada	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa	33
Tabela 2 – Protocolo de pesquisa - FCSs relativos à PMs	43
Tabela 3 – FCSs mais significativos segundo a ótica de líderes de áreas, líderes de projetos e consultores empresariais.....	46
Tabela 4 – Protocolo de pesquisa - AD em PMs por meio da abordagem DS	50
Tabela 5 – AD em PMs por meio da abordagem DS	51
Tabela 6 – Foco das pesquisas do PB no segmento da indústria.....	56
Tabela 7 – PMs considerados para a coleta de resultados.....	60
Tabela 8 – Variáveis exógenas e endógenas	62
Tabela 9 – Arquétipos e características	63
Tabela 10 – Formulação dos elementos do arquétipo	76
Tabela 11 – Formulação dos elementos dos demais FCSs do modelo ..	91
Tabela 12 – Constatações da aplicação do modelo de AD.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD – Avaliação de Desempenho

DS – Dinâmica de Sistemas

FCS(s) – Fator(es) Crítico(s) de Sucesso

PB – Portfólio Bibliográfico

PM(s) – Projeto(s) de Melhoria

PPGEP – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção

PRT – Padronização e Rotinas de Trabalho

SAR – Sistema de Avaliação e Reconhecimento

SSF – Systematic Search Flow

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE PESQUISA	29
1.2. OBJETIVOS	29
1.2.1. Objetivo geral	30
1.2.2. Objetivos específicos	30
1.3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TRABALHO	30
1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	31
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	31
2. METODOLOGIA DE PESQUISA	33
2.1. RESUMO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
2.2. MÉTODO ADOTADO PARA IDENTIFICAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO	34
2.2.1. Instrumento de intervenção.....	35
2.2.2. Estratégia de busca.....	36
2.2.3. Gestão de documentos.....	36
2.2.4. Seleção e padronização de documentos	36
2.2.5. Composição do PB.....	37
2.2.6. Análise de dados e síntese	37
2.3. O MÉTODO DE MODELAGEM.....	37
2.3.1. Escolha dos projetos de melhoria.....	38
2.3.2. Coleta dos resultados	39
2.3.3. Análise gráfica	39
2.3.4. Escolha do arquétipo.....	39
2.3.5. Adequação do arquétipo a realidade e testes de verificação..	40
2.3.6. Inserção dos FCSs não incluídos na modelagem do arquétipo e testagem do modelo de avaliação de desempenho	40

3. REFERENCIAL TEÓRICO	41
3.1. IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO RELACIONADOS A PROJETOS DE MELHORIA	41
3.1.1. Estratégia de busca	41
3.1.2. Gestão de documentos	42
3.1.3. Seleção e padronização de documentos.....	42
3.1.4. Composição do PB	42
3.1.5. Análise de dados e síntese - FCSs relativos à gestão da melhoria - processo e projeto	43
3.2. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PROJETOS DE MELHORIA POR MEIO DA ABORDAGEM DINÂMICA DE SISTEMAS	48
3.2.1. Estratégia de busca	48
3.2.2. Gestão de documentos	48
3.2.3. Seleção e padronização de documentos.....	49
3.2.4. Composição do PB	49
3.2.5. Análise de dados e síntese - AD em PMs por meio da abordagem DS	50
3.3. ABORDAGEM DINÂMICA DE SISTEMAS PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	57
3.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FECHAMENTO DO REFERENCIAL TEÓRICO	58
4. O MODELO DINÂMICO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	59
4.1. DESCRIÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA QUE REPRESENTA O COMPORTAMENTO DO CASO EM ESTUDO ..	59
4.2. A IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS DO MODELO	61
4.3. MODELGEM DO SISTEMA DINÂMICO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	63
4.3.1. Escolha do arquétipo	63

4.3.2. Adaptação do arquétipo ao estudo de caso	65
4.3.3. Testes de verificação do arquétipo.....	78
4.3.4. Inserção dos FCSs não incluídos na modelagem do arquétipo	82
4.3.5. Testes de verificação do modelo com os demais FCSs	91
4.3.6. Considerações finais sobre a modelagem realizada.....	96
5. APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AO ESTUDO DE CASO.....	97
5.1. INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO E RECONHECIMENTO NO ARQUÉTIPO ADAPTADO.....	97
5.2. SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO MODELO INTEGRAL.....	102
5.3. SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO MODELO INTEGRAL COM REVISÃO DE METAS.....	106
6. CONCLUSÕES.....	111
REFERÊNCIAS.....	117

1. INTRODUÇÃO

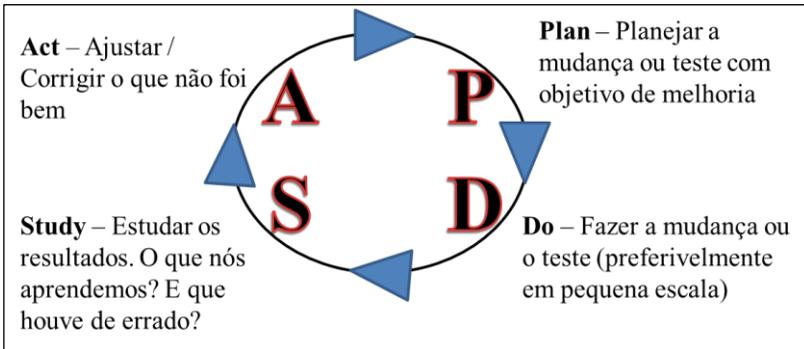
Há tempo que as organizações sofrem com a falta de qualidade e produtividade, sendo a busca pela satisfação dos clientes e pela geração de resultados, um dos grandes desafios das organizações na busca pela excelência e pela vantagem competitiva dos negócios (DEMING, 1993; IMAI, 1997; SHARMA; MOODY, 2003; LIKER, 2005; SHARMA; HOURSELT, 2006; TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012; EMUZE; SMALLWOOD, 2014; GARCIA; MALDONADO; ALVARADO; RIVERA, 2014; HAILU; KEDIR; BASSA; JILCHA, 2017).

As organizações têm buscado soluções para enfrentar estes desafios adotando iniciativas de melhoria (DEMING, 1993; SHARMA; MOODY, 2003). Dentre estas iniciativas pode-se citar *Total Quality Management, Lean, Six Sigma, Kaizen, Project Management, Business Process Management, Change Management* entre outras (DEMING, 1993; IMAI, 1997; WOMACK; JONES, 2003; SHARMA; HOURSELT, 2006).

Neste contexto, diversas destas iniciativas utilizam como uma das frentes de promoção de melhorias, a realização de eventos ou projetos de melhoria (PMs) com equipes multidisciplinares, onde existem oportunidades de melhorar e agregar valor ao negócio (IMAI, 1997; GEORGE; ROWLANDS; PRICE; MAXEY, 2005; SHARMA; HOURSELT, 2006;). Os resultados dos PMs vêm das mudanças implantadas e sustentadas e do aprendizado organizacional que as pessoas que participam adquirem, tendo uma visão compartilhada mais ampla do que é necessário fazer no seu ambiente de trabalho para agregar valor aos clientes e reduzir desperdícios (IMAI, 1997; GEORGE; ROWLANDS; PRICE; MAXEY, 2005; LIKER, 2005; SHARMA; HOURSELT, 2006;)

O PM está baseado no método científico, seguindo a lógica do Ciclo do P-D-S-A de Shewart conforme se observa na Figura 1. Deming (1993) ampliou o uso do ciclo de Shewart para todas as situações em todos os níveis com ênfase em aprendizado e melhoria e estimulou sua prática desde o início dos anos 80.

Figura 1 – Ciclo do PDSA



Fonte: Traduzido de DEMING (1993, pág. 135).

Um aspecto intrigante é que alguns eventos de melhoria podem não ter êxito durante a sua realização ou até ter êxito no atingimento dos objetivos, porém apresentar dificuldades de sustentação posteriores. Logo a atenção dos gestores precisa estar direcionada a aquilo que é mais crítico para o sucesso dos PMs, de modo a atingir os objetivos e mantê-los ao longo do tempo, como pode ser observado em diversas pesquisas sobre fatores críticos de sucesso (FCSs) em PMs (CORONADO; ANTONY, 2002; TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012; GARCÍA; RIVERA; INIESTA, 2013; OROPESA-VENTO; GARCÍA-ALCARAZ; RIVERA; MANOTAS, 2015; HAILU; KEDIR; BASSA; JILCHA, 2017; ULLAH; JAMALUDDIN; SIDRA; SIDDIQUI; KHURSHID, 2017).

O FCS vem do princípio da administração científica de “administrar por exceção”, citado por Daniel (1961), que explorou a dificuldade que os gestores das organizações enfrentavam ao lidar com grande volume de informações que precisavam manipular para assegurar o funcionamento adequado de uma organização. Muitas vezes informações gerenciais podem ser excessivas, desestruturadas, inadequadas, incompletas, ou até irrelevantes para definição de objetivos, elaboração de alternativas estratégicas e tomada de decisão (DANIEL, 1961; TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012).

Para melhorar a prática deste princípio, Rockart (1979) cunhou o termo FCS, evidenciando aqueles fatores que deveriam exigir maior atenção dos gestores. Seu trabalho ainda identificou que organizações podem possuir diferentes FCSs e concluiu que eles podem ser

específicos para cada segmento de negócio ou até empresa, principalmente devido a aspectos ambientais, temporais, estratégia competitiva ou ramo de negócio.

Conforme Rockart (1979), os FCSs podem ser internos ou externos. Os FCSs internos lidam com questões e situações dentro da esfera de influência e controle do gestor. Os FCSs externos referem-se às situações fora da esfera de controle do gerente, como a disponibilidade ou o preço de um determinado produto, imprescindível ao processo produtivo. Pode-se dizer que FCSs monitoráveis são aqueles que contemplam as atividades do dia-a-dia e que precisam ser monitoradas ao longo do tempo. Por outro lado, os FCSs de nível estratégico, contemplam atividades relacionadas ao planejamento estratégico de médio e longo prazo.

Thompson Jr. e Strickland III (2004) afirmam que pesquisadores e praticantes devem resistir à tentação de incluir fatores de pequena importância na lista dos FCSs, uma vez que isto vai contra o princípio de administrar por exceção ou dar foco a aquilo que é mais relevante, reduzindo a concentração da atenção dos gerentes nos fatores verdadeiramente cruciais para o sucesso competitivo de longo prazo.

Conforme Saito e Lezana (2015) pesquisas no sentido de identificar FCSs em projetos são motivadas por diversas razões, entre elas: alto índice de projetos mal sucedidos; falhas de implantação dos projetos; busca da superação dos problemas que ocorrem nos projetos; pouco estudo em relação à proposição de valor dos projetos; falta de informações sobre FCSs em determinadas áreas de conhecimento; busca de maior eficiência do processo de implantação de projetos; melhoria do próprio projeto; busca da vantagem competitiva; melhoria do desempenho do projeto; estratégia de investimento; apoio na tomada de decisão; formulação de estratégias adequadas.

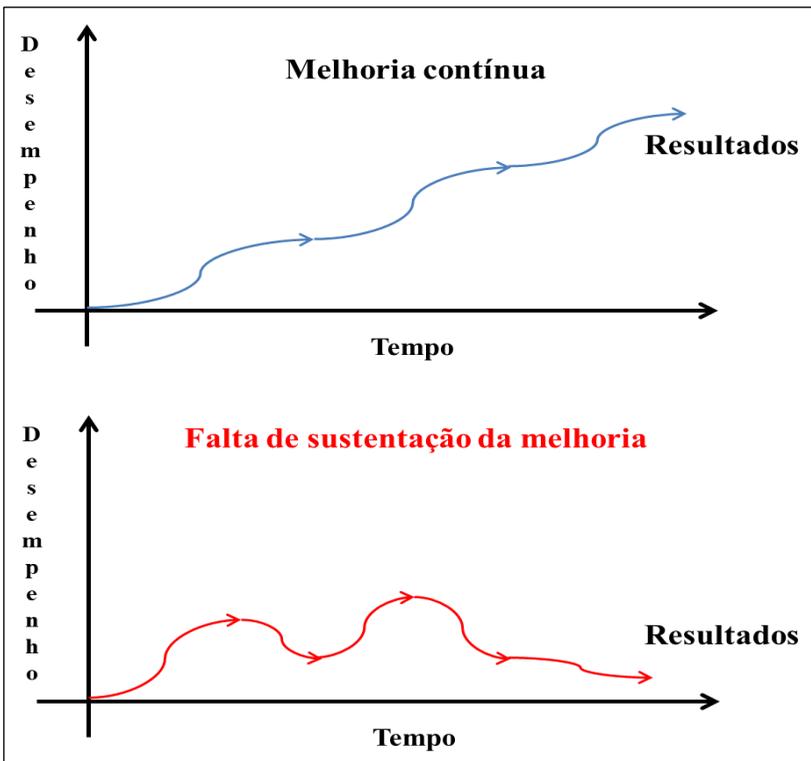
Portanto, estudos para identificar e analisar os FCSs são importantes para melhoria do gerenciamento de projetos e parte fundamental para assegurar o atingimento, a sustentação e a melhoria dos resultados relacionados ao foco / objetivos dos PMs (ABRAHAM; CRAWFORD; FISHER, 1999; CORONADO; ANTONY, 2002; GARCÍA; TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012; RIVERA; INIESTA, 2013; HAILU; KEDIR; BASSA; JILCHA, 2017).

Visto que a identificação dos FCSs em PMs é considerada um dos alicerces para o gerenciamento de projetos eficaz, e levando em consideração a importância dos PMs para excelência operacional das indústrias, este trabalho visa desenvolver um modelo de avaliação de desempenho (AD) utilizando a abordagem dinâmica de sistemas (DS) e

tomando como base os principais FCSs, para avaliar o atingimento, sustentação e melhoria de resultados advindos da implantação de PMs. A abordagem DS permite melhor compreender os enlaces causais entre os FCSs, e suas contribuições para o sucesso do projeto ao longo do tempo (STERMAN, 2000).

É importante reforçar que parte essencial do conceito de melhoria é que ela seja contínua e uma forma usual de evidenciá-la é por meio dos resultados observados (DEMING, 1993; IMAI, 1997; SHARMA; HOURSELT, 2006). Logo a curva de resultados de uma iniciativa de melhoria adequada deve ser sempre mantendo e crescendo o patamar dos resultados, não apresentando curvas de desempenho com altos e baixos conforme a Figura 2.

Figura 2 – Curva de desempenho - melhoria contínua x falta de sustentação



1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE PESQUISA

Conforme já referenciado na primeira parte da introdução, o atingimento, a sustentação e a melhoria dos resultados nos PMs são sempre um desafio e existem diversas pesquisas neste sentido (ABRAHAM; CRAWFORD; FISHER, 1999; CORONADO; ANTONY, 2002; GARCÍA; TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012; RIVERA; INIESTA, 2013; HAILU; KEDIR; BASSA; JILCHA, 2017). Porque algumas melhorias permanecem e outras perecem? Quais os fatores determinantes para a sua permanência? O que assegura a transformação cultural? Por que tantas organizações podem ter dificuldade para sustentar as mudanças?

Esta pesquisa visa explorar o contexto complexo em que as relações entre os FCSs se estabelecem por meio da abordagem DS. O contexto foi explorado conceitualmente a fim de identificar as relações entre os FCSs dos PMs. A integração dos FCSs por meio de um modelo conceitual facilita a compreensão da extensão do impacto da mudança de um FCS nos outros FCSs, proporcionando uma explicação para as causas deste impacto. O modelo de AD proposto servirá de base para a tomada de decisão. Portanto, este trabalho visa analisar e compreender a importância das interações entre os FCS para o atingimento, sustentação e melhoria dos resultados obtidos da implantação dos PMs e suas contribuições por meio de uma abordagem DS.

A DS é uma metodologia para modelagem e simulação do comportamento dinâmico de sistemas complexos ao longo do tempo (FORRESTER, 1991). A complexidade do sistema é definida por *feedback loops*, não linearidade e atrasos que frequentemente afetam o comportamento do sistema. A DS é a representação de situações reais bem contextualizadas para oferecer explicações e proporcionar visões das causas raízes do comportamento dos sistemas complexos. As visões geradas das simulações podem facilitar a tomada de decisão antes que algum ajuste ou melhoria seja realizado.

1.2. OBJETIVOS

Para responder a questão da oportunidade de pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos:

1.2.1. Objetivo geral

Propor um modelo de AD baseado em FCSs e por meio de da abordagem DS, para avaliar o desempenho de PMs implantados na indústria.

1.2.2. Objetivos específicos

Buscando atender ao escopo do objetivo geral, são explicitados os objetivos específicos:

- i. Identificar na literatura existente quais os FCSs e suas potenciais contribuições para o atingimento, sustentação e melhoria de resultados em PMs;
- ii. Determinar quais os FCSs relevantes para desenvolver o modelo de AD, para simulação do comportamento dinâmico do sistema;
- iii. Desenvolver e aplicar o modelo de AD dinâmico, por meio do modo de referência, para avaliar como a falta de políticas de controle sobre os FCSs Sistema de Avaliação e Reconhecimento (SAR) e Revisão de Metas Sustentadas, podem impactar no desempenho dos PMs.

1.3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Conforme citado na primeira parte da introdução, trabalhos sobre FCSs em projetos são motivados por diversas razões relacionadas à melhoria na gestão das empresas (SAITO; LEZANA, 2015). Portanto, estudos para identificar e analisar FCSs são importantes para melhoria no gerenciamento de projetos e parte fundamental para assegurar o atingimento, a sustentação e a melhoria dos resultados relacionados ao foco / objetivos dos PMs.

Em relação aos métodos de avaliação usualmente utilizados para avaliar melhorias, conforme Beechan (2005) e Zawede e Willians (2013), estes são incapazes de capturar a dinâmica e as inter-relações que existem entre os fatores de melhoria, porque eles seguem uma abordagem estática que é hierárquica e não captura a dinâmica. Esses métodos não captam a interdependência e o *feedback* que existe entre os processos, o que dificulta que as partes interessadas da melhoria organizacional tenham uma compreensão comum do comportamento resultante da dinâmica existente entre os fatores da melhoria (ZAWEDE; WILLIANS, 2013).

Na revisão de um fragmento representativo da literatura existente apresentado no próximo capítulo, não foram identificados trabalhos similares à proposta de desenvolver um modelo de AD para PMs da indústria baseado nos FCSs, por meio da abordagem DS. Pela contribuição da pesquisa na utilização da DS para avaliar os FCSs e por sua importância como instrumento de apoio à gestão de PMs das organizações, esta pesquisa se justifica.

1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa é caracterizada como uma pesquisa-ação, pois o pesquisador considera as boas ou melhores práticas existentes da comunidade empresarial para gestão de PMs, ao analisar o planejamento, implantação e sustentação de PMs, propondo na esfera prática, mudanças para obter melhorias no processo.

O escopo da pesquisa abrange, a partir da revisão de um fragmento da literatura existente, o desenvolvimento de um modelo de AD dinâmico, para avaliação da implantação e sustentação de PMs de uma indústria do segmento têxtil, baseada no desempenho e nos FCSs (boas ou melhores práticas), para proposição de mudanças nas políticas de gerenciamento dos PMs.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos: O primeiro capítulo, referente à introdução, apresenta o contexto e o problema de pesquisa, os objetivos: geral e específicos, a justificativa e relevância do trabalho, as delimitações da pesquisa e a sua estrutura; O segundo capítulo trata dos procedimentos metodológicos desenvolvidos; O terceiro capítulo apresenta o referencial teórico sobre o tema da pesquisa; O quarto capítulo apresenta a construção e a validação do modelo de avaliação de desempenho proposto; O quinto capítulo apresenta a discussão sobre as simulações da aplicação do modelo de avaliação de desempenho e suas políticas de intervenção; No sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos em três partes: (i) Resumo da metodologia aplicada; (ii) Método adotado para a construção do referencial teórico; e (iii) Método de modelagem e testagem do sistema de avaliação de desempenho dinâmico.

2.1. RESUMO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na tabela 1 é apresentado o resumo da metodologia de pesquisa abrangendo suas fases e atividades:

Tabela 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa

FASES	ATIVIDADES
CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO ↓	Escolha das bases científicas ↓
	Definição das estratégias de busca para “FCSs em PMs” e “AD em PMs pela abordagem DS” ↓
	Revisão da literatura ↓
	Determinação dos FCSs relevantes para o sistema de AD ↓
	Documentação do referencial teórico ↓
MODELAGEM DO SISTEMA DE AD ↓	Definição do modo de referência ↓
	Escolha do arquétipo ↓
	Adequação do arquétipo (Diagramas de enlace causal e de estoque fluxo) ↓
	Verificação do arquétipo (Diagrama de estoque fluxo) ↓
	Adição e verificação dos demais FCSs (Diagramas de enlace causal e de estoque fluxo) ↓
	Documentação da modelagem ↓

Continua...

AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS <i>GAPS</i> NOS FCSs DO MODO DE REFERÊNCIA ↓	Identificação dos principais <i>GAPs</i> com os gestores ↓
	Simulações de comportamentos do desempenho a partir de ajustes de práticas relativas aos FCSs ↓
	Análise dos cenários e proposta das políticas de controle ↓
	Documentação dos cenários e das políticas de controle ↓
CONCLUSÕES	Resumo do método de pesquisa ↓
	Resumo dos resultados das simulações ↓
	Atendimento aos objetivos e a pergunta da pesquisa ↓
	Oportunidades futuras ↓
	Limitações da pesquisa ↓
	Implicações e contribuições da pesquisa ↓
	Descrição das Conclusões

Fonte: desenvolvido pelo autor.

2.2. MÉTODO ADOTADO PARA IDENTIFICAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Procedimentos metodológicos de revisão sistemática da literatura são desenvolvidos para identificar referências com alto grau de relevância em bases de dados científicas acessadas via websites, utilizando análise bibliométrica para selecionar artigos e posteriormente analisar sistematicamente o seu conteúdo.

Tasca *et al.* (2010) afirmam que a análise bibliométrica ajuda o pesquisador a compreender o comportamento de uma área particular do conhecimento, por meio da mensuração, mapeamento, interpretação, avaliação e coleta de indicadores de resultados científicos.

Dentro deste processo, a análise sistemática examina os artigos selecionados da base de dados, permitindo ao(s) pesquisador(es) identificar o ano da publicação, os autores, periódicos, universidades, países, colaboração entre universidades / países / pesquisadores,

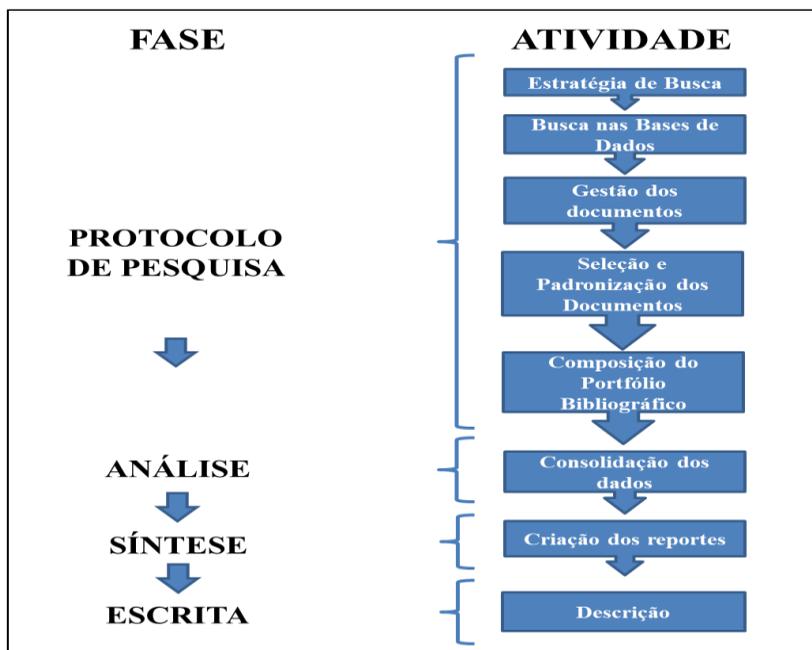
metodologia, ferramentas, resultados e futuras oportunidades entre outros.

2.2.1. Instrumento de intervenção

Optou-se por fazer uso do *SystematicSearchFlow (SSF)* para a revisão da literatura devido a sua consistência e confiabilidade. O *SSF* foi desenvolvido por Ferenhof e Fernandes (2016) baseado na análise de diversos cursos, artigos, métodos, modelos, sistemas e melhores práticas de revisão de literatura e seus resultados.

Conforme observado por Ferenhof e Fernandes (2016), o *SSF* foi desenvolvido com o objetivo de sistematizar o processo de busca dentro das bases científicas a fim de garantir repetibilidade e evitar qualquer tendência do pesquisador. O *SSF* é composto de 4 fases e 8 atividades, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia *SSF*



Fonte: Adaptado de Ferenhof e Fernandes, 2016, p.556.

2.2.2. Estratégia de busca

A estratégia de busca define os eixos de pesquisa, e consequentemente a fórmula de busca utilizando palavras chave que irão permitir maior acuracidade na coleta dos artigos alinhados com o tema da pesquisa. Conforme Ferenhof e Fernandes (2016), a estratégia de busca compreende um conjunto de procedimentos que define os mecanismos de pesquisa e retorno da informação. Outro detalhe importante da estratégia que deve ser considerado é o uso apropriado dos operadores lógicos e relacionais, pois estes também influenciam o retorno da busca mais efetiva.

Uma vez que o comando de busca é estabelecido, o teste de aderência das palavras chave é realizado, com o objetivo de validar as palavras chave definidas na busca inicial. Cinco artigos são selecionados dos estudos previamente identificados na base de dados *Scopus*, e suas palavras chave são comparadas com aquelas utilizadas no filtro de busca. A base de dados *Scopus* é escolhida pela sua interdisciplinaridade e pela indexação consistente dos seus conteúdos. Baseado nesta comparação é possível verificar se as palavras chave dos artigos estão presentes no grupo de palavras chave utilizado no filtro de busca.

A fim de definir as bases de dados científicas utilizadas para esta pesquisa, bases de dados internacionais que estão disponíveis e relativas às ciências da engenharia são consideradas. Adicionalmente, estes repositórios provêm ferramentas de busca que permitem realizar buscas Booleanas complexas.

2.2.3. Gestão dos documentos

Esta atividade é desenvolvida para organizar as bibliografias, separando as respostas de cada uma das buscas, utilizando software que organiza referências e bibliografias, e automatiza o processo de busca, filtragem, inserção de texto em citações e referências bibliográficas. Para tal são criadas pastas para cada base de dados e é realizada a importação das informações relevantes sobre os artigos das bases de dados científicas escolhidas.

2.2.4. Seleção e padronização de documentos

Esta atividade envolve o processo de criar os filtros de seleção. Nesta fase, o título, palavras chave e *abstract* de cada artigo são lidos, levando este processo à seleção daqueles que estão alinhados com o

tema da pesquisa (FERENHOF; FERNANDES, 2016). Para esta atividade, são criadas pastas para organizar os respectivos artigos por status (“Duplicados”, “Não duplicados” e “Título-Palavra-chave-Abstract”), além de utilizar as bases de dados científicas na internet, para encontrar os artigos em texto integral. A organização inicia com a eliminação dos artigos repetidos, e a sequência da análise é então realizada dentro do portfólio bibliográfico (PB) dos artigos não duplicados, objetivando alinhamento do tema de pesquisa com o título, palavras chave e *abstract*.

2.2.5. Composição do PB

Finalmente, a composição do PB é concluída. Esta atividade envolve a leitura integral dos artigos, permitindo um filtro adicional para excluir aqueles artigos sem alinhamento integral a matéria sob investigação. Esta atividade procura eliminar vários documentos que são indicados nas fases anteriores, pois continham algum termo na palavra-chave, título ou resumo que se refere ao assunto em questão (FERENHOF; FERNANDES, 2016).

Uma vez que a composição deste PB é concluída, a coleta de dados é realizada para possibilitar a análise bibliométrica desejada. As informações dos artigos são coletadas dos arquivos baixados da internet.

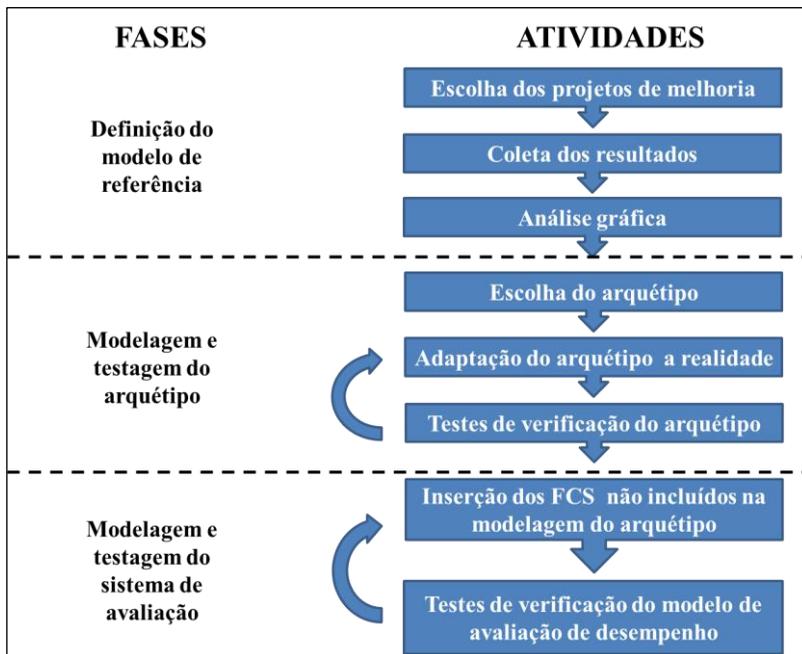
2.2.6. Análise de dados e síntese

A coleta de dados e a análise bibliométrica são conduzidas simultaneamente. Uma matriz de conhecimento é desenvolvida para agrupar o conhecimento. Nesta análise são mapeados todos os artigos integralmente alinhados ao tema da pesquisa.

2.3. O MÉTODO DE MODELAGEM

Aqui é apresentado o método desenvolvido para realizar a modelagem do sistema de avaliação de desempenho. Para tal, foi elaborado um fluxograma para representar o método (Figura 4):

Figura 4 – O método de modelagem



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

As etapas, como demonstrado na figura 4, são realizadas de modo interativo. O modo detalhado de como essa interação é realizada é apresentado de forma estruturada por Arie Neto *et al.* (2017).

2.3.1. Escolha dos projetos de melhoria

Para esta pesquisa é necessário que os PMs que compõem o modelo de referência sejam provenientes de uma pesquisa longitudinal de implantação de PMs em uma indústria. Assim, para a seleção foram consideradas características como longevidade de implantação e acompanhamento, de origem industrial, com foco em melhoria da produtividade, e alinhada com o problema e os objetivos de pesquisa.

2.3.2. Coleta dos resultados

Para a coleta de dados do modelo de referência, foi considerada como adequada à coleta mensal de resultados de cinco PMs com idades aproximadas de 1 a 5 anos. Isto permitiu a geração de uma curva de resultados acumulados de 60 meses, o que é considerado uma amostragem representativa dos resultados obtidos com os projetos de melhoria.

2.3.3. Análise gráfica

Para construir a curva de resultados dentro de uma base comum de comparação, todos os resultados foram convertidos em percentual (%), tomando como base o objetivo de melhoria de produtividade de cada projeto, definido no período de planejamento do evento de melhoria. A curva de resultados obtida é resultante da média dos percentuais de melhoria obtidos, mês a mês, ao longo e após o período de implantação. A curva de resultados foi apresentada em um gráfico de linha com resultados percentuais calculados mês a mês. Esta análise gráfica, resultado da definição do modelo de referência, é o que viabiliza a escolha de um arquétipo, conforme orienta Senge *et al.* (2010) no livro “*The Fifth Discipline*”.

2.3.4. Escolha do arquétipo

O arquétipo é um modelo típico de avaliação da DS. O capítulo 17 - *The Language of Systems Thinking: “Links” and “Loops”* do livro *The Fifth Discipline* de Senge *et al.* (2010) foi utilizado para orientar a escolha de um modelo de DS a partir de arquétipos. Neste são apresentados cinco arquétipos assim como os critérios recomendados para adoção dos mesmos. Estes critérios se relacionam aos contextos dos problemas estudados e suas análises gráficas. A escolha de um dos arquétipos para iniciar a modelagem depende de sua similaridade com o modo de referência do caso em estudo. A utilização de um arquétipo aproveita o conhecimento e a experimentação de modelos já testados por pesquisadores de referência, otimizando esforços e evitando retrabalhos desnecessários na modelagem.

2.3.5. Adequação do arquétipo a realidade e testes de verificação

Após a decisão pela escolha do arquétipo, deve-se adequá-lo a realidade do modelo de referência do caso em estudo. Para tal é necessário escolher quais são os FCSs mais diretamente relacionados ao problema e aos objetivos de pesquisa e adequar o diagrama de enlace causal do arquétipo a realidade da indústria pesquisada (caso em estudo). A construção do diagrama de enlace causal é seguida da construção de cada ciclo do diagrama de estoque fluxo e do teste de validação, até a completa conclusão de todo o arquétipo. O número de iterações rápidas “Construir Diagrama de Enlace Causal ➔ Construir Diagrama de Estoque Fluxo ➔ Testar e Revisar até Validar” de um ciclo é proporcional ao número de ciclos observado no arquétipo escolhido. Estes ciclos de iteração ágeis auxiliam a reduzir a variação de comportamento do modelo em relação ao modo de referência real, assim como evitar erros e retrabalhos na sua construção.

2.3.6. Inserção dos FCSs não incluídos na modelagem do arquétipo e testagem do modelo de avaliação de desempenho:

Após a validação do arquétipo, um caminho similar é adotado para a conclusão do modelo de avaliação. Para tal é necessário escolher quais são os FCSs mais diretamente relacionados ao problema e aos objetivos de pesquisa e adequar o diagrama de enlace causal do arquétipo a realidade da indústria pesquisada (caso em estudo). Preferencialmente deve ser adicionado um FCS por vez, salvo se houverem condições de incluir FCSs associados ao mesmo ciclo. A adição de cada FCS nos ciclos de balanço ou reforço do arquétipo é primeiramente realizada no diagrama de enlace causal, seguida da adição no diagrama de estoque fluxo e do teste de validação de cada FCS adicionado nos ciclos do arquétipo, até a completa conclusão de todo o modelo de avaliação. O número de iterações rápidas “Adicionar FCS no Diagrama de Enlace Causal ➔ Adicionar FCS no Diagrama de Estoque Fluxo ➔ Testar e Ajustar até Validar” é também proporcional ao número de FCSs restantes a serem considerados no modelo de avaliação. Estes ciclos de iteração rápidos auxiliam a reduzir a variação de comportamento do modelo em relação ao modo de referência real, assim como evitar erros e retrabalhos na sua construção.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A fim de organizar o referencial teórico que suporta esta pesquisa, este capítulo foi subdividido em 4 itens: (i) Identificação dos fatores críticos de sucesso relacionados a projetos de melhoria; (ii) Avaliação de desempenho em projetos de melhoria por meio da abordagem dinâmica de sistemas; (iii) Abordagem dinâmica de sistemas para construção do modelo de avaliação de desempenho; (iv) Considerações de fechamento do referencial teórico.

3.1. IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO RELACIONADOS A PROJETOS DE MELHORIA

3.1.1. Estratégia de busca

Visto que são investigados quais os FCSs relativos à PMs, o primeiro eixo desta fórmula foi definido como “projeto de melhoria” e o segundo eixo foi definido “fator crítico de sucesso”. Para cada eixo de pesquisa, foram identificadas as palavras chave. O comando de busca foi definido combinando as palavras chave com os operadores lógicos e relacionais.

Uma vez que o comando de busca foi estabelecido, o teste de aderência das palavras chave foi realizado, com o objetivo de validar as palavras chave definidas na busca inicial. Baseado nesta comparação foi possível verificar se as palavras chave dos artigos estavam presentes no grupo de palavras chave utilizado no filtro de busca. Como resultado, o comando de busca foi definido como: ((*“success factor*”* OR *“success critical factor*”* OR *“critical factor*”*) AND (*“improvement project*”* OR *“kaizen”* OR *“organi?ational change*”*))

Para identificar as pesquisas contendo o aspecto da literatura que era requerido, filtros de busca foram utilizados relativos às palavras chave, tipo de publicação (artigos científicos) e linguagem (Inglês e Português). Esta pesquisa foi realizada em 4 de Agosto de 2018. As bases de dados que melhor responderam a fórmula e filtros de busca e o número de artigos encontrados estão listados abaixo:

- *Scopus* – 179
- *Compendex-Engineering Village* – 543
- *Web of Science* – 132
- *ANTE-ProQuest* – 162

- EBSCO – 75
- Total – 1091

3.1.2. Gestão dos documentos

Foram criadas 5 pastas para cada base de dados e foram importadas as informações relevantes sobre os 1091 artigos das bases de dados científicas listadas anteriormente.

3.1.3. Seleção e padronização de documentos

Seguindo este processo, foi observado que 194 artigos eram repetidos e estes foram movidos para a pasta de artigos “Duplicados”. Os 897 artigos não repetidos remanescentes foram movidos para a pasta de artigos “Não duplicados” e analisados e termos de alinhamento com seus títulos, palavras chave e *abstract*. Destes, 41 artigos estavam alinhados com o tópico da pesquisa e foram movidos para a pasta designada como “Título-Palavras-chave-Abstract”. Ao fim desta fase, as bases de dados científicas na internet foram utilizadas para verificar a disponibilidade destes 41 artigos com texto integral, resultando em 7 artigos indisponíveis e 34 artigos disponíveis.

3.1.4. Composição do PB

Nesta atividade, foram identificados 17 arquivos não completamente alinhados. Ao final foram considerados 17 artigos integralmente alinhados com o tema da pesquisa. A Tabela 2 apresenta o processo sistemático de filtragem e os indicadores da qualidade utilizados nesta pesquisa.

Tabela 2 – Protocolo de pesquisa – FCSs relativos à PMs

Protocolo de pesquisa	Análise	Resultados
Busca nas bases de dados + gestão de documentos	Organização ↓	<i>Scopus</i> – 179 <i>Engineering Village</i> – 543 <i>Web of Science</i> – 132 <i>ProQuest</i> – 162 <i>EBSCO</i> – 75 Total = 1091
Seleção e padronização de documentos	Redundância ↓	1091 - 194 (Repetidos) = 897
	Título-Palavra-chave-Abstract ↓	897 - 856 (Desalinhados) = 41
	Disponibilidade ↓	41 - 7 (Indisponíveis) = 34
Composição do portfólio bibliográfico	Alinhamento integral	34 – 17 (Desalinhados) = 17

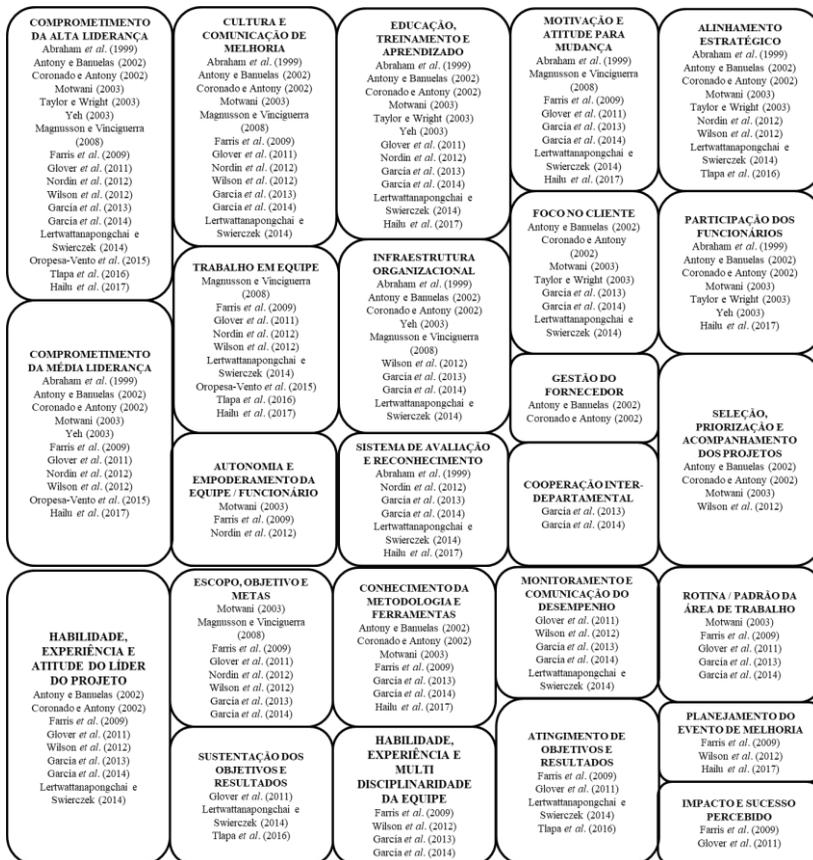
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Os 17 artigos que correspondem ao fragmento da literatura sobre FCSs relativos aos PMs estão identificados na seção de referências com um (*). Uma vez que a composição deste PB foi concluída, a coleta de dados foi realizada para ser possível executar a análise bibliométrica desejada. As informações dos artigos foram coletadas dos arquivos baixados da internet. Os detalhes desta análise bibliométrica constam no item a seguir.

3.1.5. Análise de dados e síntese – FCSs relativos à gestão da melhoria – processo e projeto

A coleta de dados e a análise bibliométrica foram conduzidas simultaneamente. Uma matriz de conhecimento foi desenvolvida para agrupar o conhecimento. Nesta análise foram mapeados todos os FCSs identificados nos artigos integralmente alinhados ao tema da pesquisa. A síntese dos resultados pode ser observada no diagrama de blocos da Figura 5.

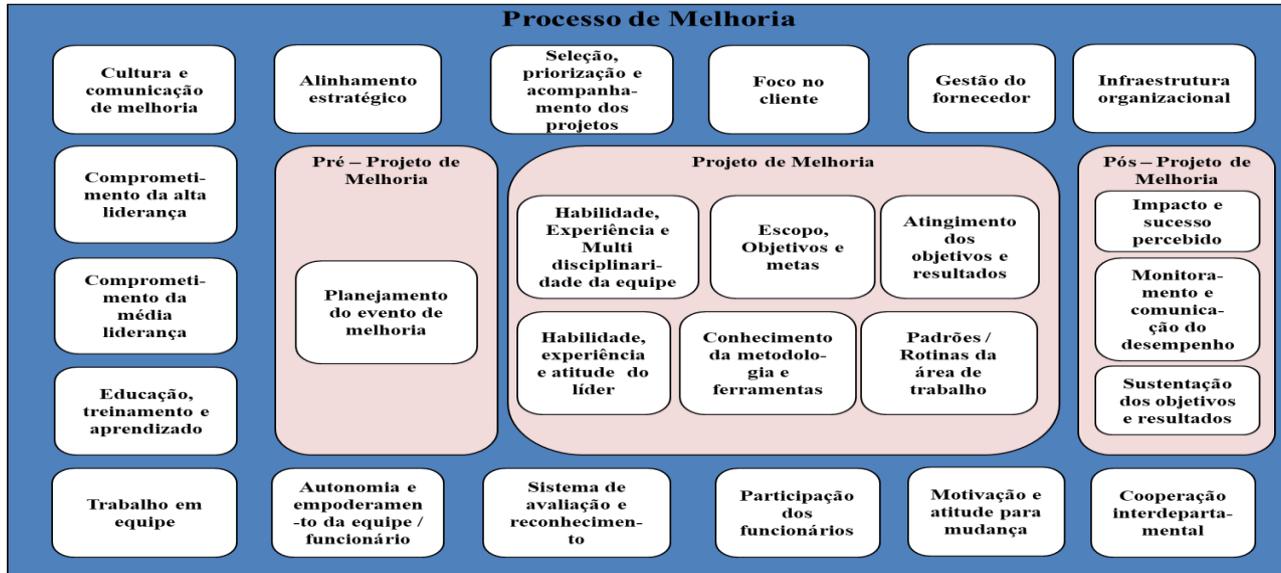
Figura 5 – FCSs relativos à gestão da melhoria



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

No PB analisado foram identificados 25 FCSs relativos à gestão da melhoria. Dos 25 FCSs, 15 são relativos à gestão do processo de melhoria e 10 são inerentes à gestão do PM. Estes 15 FCSs relativos à gestão do processo de melhoria influenciam os 10 FCSs inerentes ao PM. No diagrama de blocos apresentado (Figura 6) pode-se ver a posição e o agrupamento dos FCSs conforme o contexto. Dos 10 FCSs relativos à PMs ainda foram identificadas as etapas do projeto ao qual pertencem.

Figura 6 – Diagrama de blocos dos FCSs relativos à gestão da melhoria - processo e projeto



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Do PB, duas pesquisas despertaram especial atenção nesta dissertação, por se tratarem da realização de *surveys* para avaliar os FCSs em PMs e além disto, identificar os FCSs mais significativos segundo a perspectiva das lideranças das áreas, líderes de projetos e consultores em melhoria. Estas pesquisas foram conduzidas no Brasil e no México, em diversas indústrias de transformação (Automotiva, Agroquímica, Usinagem, Estamparia, Aeroespacial, Elétrica, Médica, Plástico e Têxtil) que possuem iniciativas de melhorias (TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012; GARCÍA; RIVERA; INIESTA, 2013). Os resultados destas pesquisas estão sumarizados na Tabela 3:

Tabela 3 – FCSs mais significativos segundo a ótica de líderes de áreas, líderes de projetos e consultores empresariais

FCSs mais significativos	Tanaka <i>et al.</i> (2012)	Garcia <i>et al.</i> (2013)
Cultura e comunicação de melhoria	X	X
Alinhamento estratégico	X	
Foco no cliente		X
Comprometimento da alta liderança	X	X
Comprometimento da média liderança	X	X
Educação, treinamento e aprendizado		X
Sistema de avaliação e reconhecimento		X
Habilidade, experiência e atitude do líder do projeto	X	
Escopo, objetivos e metas de desempenho claras	X	
Padrões / rotinas de trabalho		X
Monitoramento e comunicação do desempenho	X	X

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Pela aderência destas pesquisas ao objetivo desta dissertação, pelo alinhamento das mesmas ao modelo de referência a ser explorado na abordagem DS e pela limitação de tempo para desenvolver o modelo de AD, decidiu-se adotar estes FCSs mais significativos como a base para desenvolver a primeira versão do modelo. Abaixo são apresentadas as definições dos FCSs selecionados:

- **Cultura e comunicação de melhoria:** Refere-se à cultura de sempre melhorar, de questionar constantemente os métodos e práticas existentes na empresa;

- **Alinhamento estratégico:** processo de desdobrar missão, visão e objetivos estratégicos em ações, projetos e metas de melhoria no gerenciamento das rotinas diárias;
- **Foco no cliente:** é um princípio ou valor norteador da organização que estimula as lideranças e equipes a se dedicarem as atividades que agregam valor ao cliente visando satisfazê-lo;
- **Comprometimento da alta liderança:** é o grau de engajamento, dedicação e compromisso da alta liderança com as atividades e equipes de melhoria. Esse compromisso é traduzido em comunicação, planejamento, execução e controle da melhoria. Refere-se à participação ativa da alta direção da empresa no apoio à equipe de trabalho, no acompanhamento da realização das ações e incentivo aos envolvidos na busca dos resultados do PM;
- **Comprometimento da média liderança:** é o grau de engajamento, dedicação e compromisso da média liderança com as atividades de melhoria. Pode ser reconhecido pelo entusiasmo para motivar a equipe a perseguir o objetivo, pois influencia a forma de agir de seus funcionários;
- **Habilidade, experiência e atitude do líder do projeto:** É o conjunto de competências e experiências que o líder deve possuir para liderar a equipe e facilitar o PM. Pode também ser traduzido pela capacidade do líder em motivar os membros da equipe a alcançar as ações, prazos e objetivos do PM;
- **Educação, treinamento e aprendizado:** é o conjunto de atividades de desenvolvimento de pessoas para o aprimoramento de conhecimentos, habilidades e atitudes da equipe;
- **Sistema de avaliação e reconhecimento:** É a forma pela qual a organização avalia o desempenho e reconhece os avanços e o atingimento de objetivos e metas da organização, incluindo o processo e os PMs;
- **Escopo, objetivos e metas claras:** Definição clara dos limites do projeto, objetivos e metas até aonde se deseja melhorar, enfocando a busca por resultados. Refere-se à equipe e líder terem entendimento e alinhamento claro dos objetivos do PM;
- **Padrões / rotinas da área de trabalho:** É a padronização necessária para manter as melhorias implantadas e permitir a estabilidade dos processos melhorados;
- **Monitoramento e comunicação do desempenho:** É o acompanhamento do atingimento e da sustentação dos resultados

do PM e sua comunicação às partes interessadas. Refere-se ao controle regular das metas e à evolução nas ações.

3.2. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PROJETOS DE MELHORIA POR MEIO DA ABORDAGEM DINÂMICA DE SISTEMAS

3.2.1. Estratégia de busca

Visto que são investigadas quais são as pesquisas que utilizam a abordagem DS para avaliar PMs, o primeiro eixo desta fórmula foi definido como “projeto de melhoria”, o segundo eixo foi definido como “dinâmica de sistemas”, e o terceiro eixo como “avaliação de desempenho”. Para cada eixo de pesquisa, foram identificadas as palavras chave. O comando de busca foi definido combinando as palavras chave com os operadores lógicos e relacionais.

O teste de aderência foi realizado e como resultado, o comando de busca foi definido como: ((“*improvement project*” OR “*kaizen*” OR “*organi?ational change**”) AND (“*system dynamic**” OR “*systems thinking*”) AND (“*performance measurement*” OR “*performance evaluation*” OR “*performance assessment*” OR “*performance appraisal*” OR “*best practices*” OR “*management*”)).

Para identificar as pesquisas contendo o aspecto da literatura que era requerido, filtros de busca foram utilizados relativos às palavras chave, tipo de publicação (artigos científicos) e linguagem (Inglês e Português). Esta pesquisa foi realizada em 1 de Setembro de 2018. As bases de dados que melhor responderam a fórmula e filtros de busca e o número de artigos encontrados estão listados abaixo:

- Scopus – 39
- Compendex-Engineering Village – 301
- Web of Science – 28
- ANTE-ProQuest – 31
- EBSCO – 27
- Total – 426

3.2.2. Gestão dos documentos

Nesta etapa foram criadas pastas para cada base de dados e efetuadas as importações das informações relevantes sobre os 426 artigos das bases de dados científicas listadas anteriormente.

3.2.3. Seleção e padronização de documentos

Seguindo este processo, foi observado que 44 artigos eram repetidos e estes foram movidos para a pasta de artigos duplicados. Os 382 artigos não repetidos remanescentes foram movidos para a pasta de artigos “Não duplicados” e analisados quanto ao alinhamento com seus títulos, palavras chave e *abstract*. Destes, 19 artigos estavam alinhados com o tópico da pesquisa e foram movidos para a pasta designada como “Título-Palavras-chave-*Abstract*”. Ao fim desta fase, as bases de dados científicas na internet foram utilizadas para verificar a disponibilidade destes 19 artigos com texto integral, resultando em 1 artigo indisponível e 18 artigos disponíveis.

3.2.4. Composição do PB

Finalmente, a composição do PB foi concluída. Aqui não foram identificados arquivos desalinhados. Ao final foram considerados os 18 artigos integralmente alinhados com o tema da pesquisa. A Tabela 4 apresenta o processo sistemático de filtragem e os indicadores da qualidade utilizados nesta pesquisa.

Os 18 artigos que correspondem ao fragmento da literatura sobre AD em PMs por meio da abordagem DS estão identificados na seção de referências com um (#). Uma vez que a composição deste portfólio bibliográfico foi concluída, a coleta de dados foi realizada para ser possível executar a análise bibliométrica desejada. As informações dos artigos foram coletadas dos arquivos baixados da internet. Os detalhes desta análise bibliométrica constam no item a seguir.

Tabela 4 – Protocolo de pesquisa – AD de PMs por meio da abordagem DS

Protocolo de pesquisa	Análise	Resultados
Busca nas bases de dados + gestão de documentos	Organização ↓	<i>Scopus</i> – 39 <i>Engineering Village</i> – 301 <i>Web of Science</i> – 28 <i>ProQuest</i> – 31 <i>EBSCO</i> – 27 Total = 426
Seleção e padronização de documentos	Redundância ↓	426 - 44 (Repetidos) = 382
	Título-Palavra-chave- <i>Abstract</i> ↓	382 - 363 (Desalinhados) = 19
	Disponibilidade ↓	19 - 1 (Indisponível) = 18
Composição do portfólio bibliográfico	Alinhamento integral	18 - 0 (Desalinhado) = 18

Origem: Desenvolvido pelo autor.

3.2.5. Análise de dados e síntese – AD em PMs por meio da abordagem DS

A coleta de dados e a análise bibliométrica foram conduzidas simultaneamente. Uma matriz de conhecimento foi desenvolvida para agrupar o conhecimento. Nesta análise foram mapeados o segmento de negócio onde a pesquisa foi realizada e o foco da pesquisa. A síntese dos resultados pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5 – AD em PMs por meio da abordagem DS

Autor (Ano)	Título	Segmento de Negócio	Foco da Pesquisa
Ogunlana <i>et al.</i> (2003)	System dynamics approach to exploring performance enhancement in a construction organization	Construção civil	A pesquisa explora os comportamentos dinâmicos da performance do projeto de construção em uma empresa de construção asiática utilizando a abordagem da dinâmica de sistemas.
Hilmola e Helo (2006)	Productivity of software projects: A case analysis	Software	O artigo analisa o gerenciamento de uma empresa de software utilizando a simulação dinâmica de sistemas. Os resultados do modelo são comparados com dados coletados de projetos reais da companhia: seis projetos diferentes em java com duas métricas de produtividade operacionais.
Pena-Mora <i>et al.</i> (2008)	Strategic-operational construction management: Hybrid system dynamics and discrete event approach	Construção civil	A pesquisa propõe um modelo de simulação híbrido que suporta aspectos estratégicos e operacionais de um projeto de construção por meio da integração da dinâmica de sistemas e de simulação discreta de evento para medir a performance de um projeto.
Godinho Filho e Uzsoy (2009)	Effect of lot size reduction and continuous improvement on Work In Process and utilization	Indústria	O presente trabalho apresenta um modelo quantitativo que utiliza de forma híbrida as abordagens System Dynamics - SD e Factory Physics objetivando estudar o efeito conjunto de seis iniciativas de melhoria e de redução de tamanhos de lote de produção nos níveis médios de Estoque em Processo (WIP) e utilização em um ambiente produtivo com uma única máquina que processa múltiplos produtos. Além de avaliar o desempenho dos programas de melhoria contínua em conjunto, o modelo serve para auxiliar na escolha de diferentes possibilidades de programas de melhoria contínua no chão de fábrica.
Bianchi <i>et al.</i> (2010)	Applying system dynamics to foster organizational change, accountability and performance in the public sector: A case-based Italian perspective	Setor público	A pesquisa discute o papel que a dinâmica de sistemas pode realizar para aprimorar a gestão da melhoria da performance no setor público. Três estudos de caso são analisados para apresentar como a abordagem da dinâmica de sistemas pode facilitar uma melhor compreensão dos relacionamentos entre os sistemas políticos e organizacionais no setor público.

(Continua...)

Autor (Ano)	Título	Segmento de Negócio	Foco da Pesquisa
Minami <i>et al.</i> (2010)	Dynamic lean management of the naval construction process	Construção Naval	O escopo desta pesquisa é examinar o processo de construção naval do projeto a execução, com especial ênfase sobre a regra do compartilhamento do projeto e construção. Foi utilizada a metodologia SD para modelar o processo de construção e conduzir simulações para examinar o impacto das decisões no gerenciamento do projeto. Os pesquisadores concluíram que os esforços de compartilhamento de desenvolvimento e construção minimizam o impacto dos atrasos no projeto, e que quando a limitação de recursos existe, é melhor focar esforços de melhoria antes do que mais tarde.
Yang <i>et al.</i> (2010)	Using System Dynamics to Investigate How Belief Systems Influence the Process of Organizational Change	Indústria	Esta pesquisa explora o processo de como a crença do líder afeta a estrutura organizacional e indiretamente dirige o desempenho da organização. Os pesquisadores desenvolveram um modelo de simulação detalhado na GE, incluindo recursos humanos, contabilidade de custos e financeira, pesquisa e desenvolvimento e operações. Informação de histórico e dados foi utilizada para estimar o modelo. Os resultados apresentam que o sistema de crença do líder pode impactar o trade off da companhia entre os efeitos de curto e longo prazo. No curto prazo, crenças dos líderes influenciam as estratégias da companhia e podem beneficiar os aspectos financeiros. No longo prazo, as crenças dos líderes podem prevenir a companhia de falhas futuras.
Godinho Filho e Uzsoy (2011)	The effect of shop floor continuous improvement programs on the lot size-cycle time relationship in a multi-product single-machine environment	Indústria	Os pesquisadores utilizaram o modelo de dinâmica de sistemas para examinar o efeito de diferentes iniciativas de melhoria contínua sobre o relacionamento do tamanho dos lotes e tempos de ciclo. Eles compararam diferentes tipos de iniciativas de melhoria: uma grande melhoria como um parâmetro único obtido por um projeto focado ou pequenas melhorias em muitos parâmetros simultaneamente. O modelo proposto proporciona visão de como o Sistema de Produção Toyota é capaz de obter excelentes resultados ao longo do tempo.
Ye <i>et al.</i> (2012)	Simulating effects of management measures on the improvement of the environmental performance of construction waste management	Construção civil	A pesquisa propõe um modelo para simular, avaliar e melhorar a performance ambiental do gerenciamento do desperdício na execução de projetos de construção, utilizando a abordagem da dinâmica de sistemas em um caso real de projeto de construção de uma empresa Chinesa.
Reddi e Moon (2012)	Simulation of new product development and engineering changes	Indústria	O propósito desta pesquisa é investigar as interações entre projetos de desenvolvimento de novos produtos e processos de gerenciamento de mudanças de engenharia em termos do seu impacto na performance organizacional.

(Continua...)

Autor (Ano)	Título	Segmento de Negócio	Foco da Pesquisa
Zawedde e Willians (2013)	Determinants of Requirements Process Improvement Success	Software	Este artigo explora os requisitos de melhoria do processo em projetos de software, analisando as relações e as dinâmicas que existem entre os fatores de melhoria de requisitos de processo para decisões rentáveis. O artigo apresenta um modelo de dinâmica de sistemas validado pelos profissionais e discute os insights gerados a partir do modelo. Os autores sugerem que o modelo resultante e os insights gerados por meio de testes de análise de sensibilidade constituem contribuições significativas para a compreensão dos fatores que determinam o sucesso.
Woodward-Hagg e Bar-On (2013)	Large System Transformation within Healthcare Organizations utilizing Lean Deployment Strategies	Saúde	Este artigo evidencia a existência de cinco estratégias principais associadas a implantações de Lean de sucesso em um negócio da saúde: Respeito pelas Pessoas; Alinhamento estratégico; Implantação Estratégica; Esforços de Melhoria do Sistema de Grande Escala; e Esforços de Melhoria Local em Pequena Escala. A análise se dá a partir de um modelo de dinâmica de sistemas para explorar como os mecanismos e o contexto interagem para conduzir as transições de fase nas implantações Lean de nível corporativo baseadas em assistência médica. Além disso, a pesquisa investiga como os programas de implantação Lean de nível corporativo em assistência médica podem ser melhor projetados para aumentar a taxa de sucesso e diminuir o tempo de ciclo da implantação.
Ko e Chung (2014)	Lean design process	Construção civil	A pesquisa utiliza as perspectivas da produção enxuta para revisar processos tradicionais em projetos de construção. O mapeamento do fluxo de valor é aplicado para identificar as origens de desperdícios ocultas em fluxos de trabalho tradicionais. O processo de lean design é então desenvolvido utilizando os conceitos lean para fazer o processo mais aplicável para as necessidades do usuário. A abordagem da dinâmica de sistemas é utilizada para validar a viabilidade do processo proposto, e os resultados da análise apresentam que é possível aumentar a exatidão e a confiabilidade do design, aumentando o valor agregado para o usuário.
Emuze <i>et al.</i> (2014)	Factors contributing to non-value adding activities in South African construction	Construção civil	O principal objetivo da pesquisa é prover visões e explicações plausíveis abrangendo como ANAVs podem propagar desempenho pobre no segmento da construção na África do Sul, baseado na dinâmica de sistemas. A pesquisa sugere que ANAVs prevalecem nos negócios de construção Sul Africanos e podem impactar negativamente na forma de custo e não atendimento de prazos.

(Continua...)

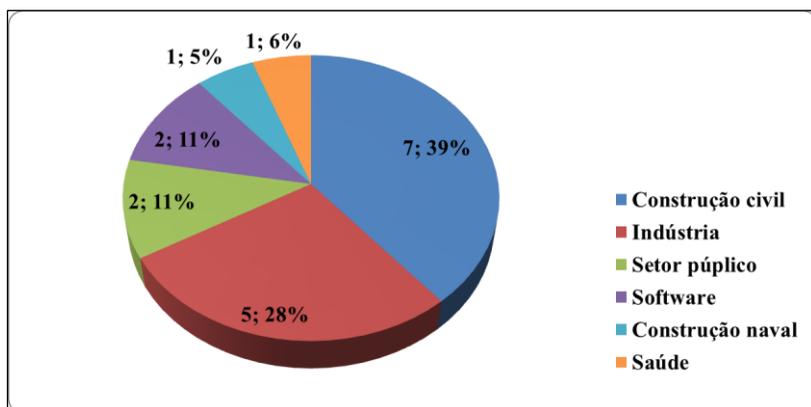
Autor (Ano)	Título	Segmento de Negócio	Foco da Pesquisa
Schnellback e Reinhart (2015)	Evaluating the Effects of Energy Productivity Measures on Lean Production	Indústria	Este artigo apresenta como as medidas de produtividade energética podem ter impactos nos valores-alvo da Produção Enxuta. Para considerar esses impactos, uma metodologia de quatro etapas foi desenvolvida. Na primeira etapa da metodologia, a análise do fluxo de valor orientada para a energia cria transparência sobre uma cadeia de processo considerada e identifica os potenciais de desperdício de energia. A seguir, a casa da produtividade energética ajuda a derivar medidas de produtividade energética. A implementação destas medidas é simulada com um modelo genérico de dinâmica de sistemas, a fim de identificar impactos nos valores-alvo da Produção Enxuta, incluindo a intensidade energética. Finalmente, esta informação importante é usada em uma extensão de cálculo de eficiência econômica, que suporta o usuário da metodologia com a decisão, se a medida deve ser implementada ou não.
Ullah <i>et al.</i> (2017)	Influence of Six Sigma on project success in construction industry of Pakistan	Construção civil	A pesquisa é puramente exploratória. Baseada em trabalhos publicados, fatores críticos de sucesso são obtidos, e um número de pesquisas por questionário e entrevistas são conduzidas para refinar e quantificar seu impacto. A estrutura de trabalho da dinâmica de sistemas para avaliar a influência do Seis Sigma no sucesso do projeto é desenvolvida e projetos de estudo de caso são simulados na indústria da construção do Paquistão.
Moradi <i>et al.</i> (2017)	Modeling labor productivity in construction projects using hybrid SD-DES approach	Construção civil	O artigo propõe uma abordagem SD-DES híbrida para simular o valor da produtividade do trabalho na indústria da construção considerando os efeitos de variáveis de influência contínuas e discretas. A abordagem SD foi responsável pela complexa estrutura inter-relacionada altamente dinâmica de diferentes fatores de contexto. O DES foi usado para simular os processos de trabalho e fatores de influência operacional.
Santos <i>et al.</i> (2018)	Measuring organisational performance using a mix of OR methods	Setor público	A pesquisa apresenta um estudo de caso focado no desenvolvimento de um sistema de medição de performance para o Depto de Impostos Especiais da Antiga Alfândega do Reino Unido, objetivando comparar a performance de sete escritórios de gestão regionais.

Origem: Desenvolvido pelo autor.

(Conclusão)

Por meio da análise do foco das pesquisas que abordam AD em PMs utilizando abordagem DS e os segmentos aonde foram realizadas é possível afirmar que no fragmento da literatura analisado não foram encontradas pesquisas similares. Ao se avaliar os segmentos de negócio em que as pesquisas do PB foram realizadas, se observa a seguinte distribuição no gráfico da Figura 7:

Figura 7 – Pesquisas no tema AD x PM x DS por segmento de negócio



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Somente cinco pesquisas ou 28% do PB foi desenvolvido no segmento da indústria, segmento em que esta dissertação é desenvolvida. Aprofundando-se a análise de conteúdo do foco destas cinco pesquisas relativas à indústria, apresentam-se os seguintes resultados na Tabela 6:

Tabela 6 – Foco das pesquisas do PB no segmento da indústria

Autor (Ano)	Título	Foco (Resumo)
Godinho Filho e Uzsoy (2009)	Effect of lot size reduction and continuous improvement on Work In Process and utilization	Estudar o efeito conjunto de seis iniciativas de melhoria e da redução de tamanhos de lote de produção nos níveis médios de estoque em processo em um ambiente produtivo com uma única máquina que processa múltiplos produtos.
Yang <i>et al.</i> (2010)	Using System Dynamics to Investigate How Belief Systems Influence the Process of Organizational Change	Explorar como o processo de crença do líder afeta a estrutura organizacional e indiretamente dirige o desempenho da organização.
Godinho Filho e Uzsoy (2011)	The effect of shop floor continuous improvement programs on the lot size-cycle time relationship in a multi-product single-machine environment	Avaliar o efeito de diferentes iniciativas de melhoria sobre o tamanho dos lotes e tempos de ciclo.
Reddi e Moon (2012)	Simulation of new product development and engineering changes	Investigar as interações entre projetos de desenvolvimento de novos produtos e processos de gestão de mudanças em engenharia e seu impacto no desempenho organizacional.
Schnellback e Reinhart (2015)	Evaluating the Effects of Energy Productivity Measures on Lean Production	Avaliar como medidas de produtividade energética podem ter impactos nos valores-alvo da Produção Enxuta.

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Nenhum dos trabalhos avaliados do PB apresenta a proposta desta dissertação, de desenvolver um modelo de AD de PMs baseado nos FCSs por meio da abordagem DS. Mesmo as demais pesquisas do PB em diferentes segmentos o fazem. Está oportunidade de pesquisa é somente comentada como oportunidade futura no trabalho de Godinho Filho e Uzsoy (2011) onde os autores citam que uma possibilidade de desenvolvimento futuro seria avaliar como o desempenho pode ser afetado pela habilidade de implantar e manter as iniciativas de melhoria.

3.3. ABORDAGEM DINÂMICA DE SISTEMAS PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A abordagem DS foi criada por Jay Forrester em 1956 no Massachusetts Institute of Technology, visando avaliar o comportamento dinâmico de sistemas complexos, para compreender como os elementos de um sistema interagem e como uma mudança em uma variável do sistema pode afetar outras variáveis dinamicamente (FORRESTER, 1962). John Sterman, seguindo os passos de Jay Forrester, evolui os estudos da DS avançando substancialmente na modelagem de sistemas dinâmicos (STERMAN, 2000). Senge *et al.* (2010), entusiastas da DS e seguidores de Sterman, também avançam na modelagem de sistemas dinâmicos, criando arquétipos para utilização em problemas mais frequentes.

Senge *et al.* (1994) reforçam que a DS, além de ser um método efetivo de solução de problemas, é ainda mais poderosa se considerada como uma linguagem, ampliando e modificando as formas comuns de pensar e falar sobre questões complexas. As ferramentas do pensamento sistêmico – diagramas de enlace causal, arquétipos e modelos - permitem aos indivíduos e equipes visualizar e falar mais facilmente sobre inter-relacionamentos, porque eles são baseados em processos de “*feedback*”. A estrutura dinâmica dos canais pelos quais os elementos de um sistema interagem, alimentam e influenciam os processos uns dos outros ao longo do tempo produzindo crescimento, declínio, ou deslocando-se naturalmente para um estado de equilíbrio.

Esta abordagem dinâmica de AD apresenta vantagens em relação às metodologias tradicionais de AD, uma vez que os métodos tradicionais de AD de requisitos de melhoria em projetos não levam em conta as dinâmicas e as inter-relações que existem entre os fatores porque seguem uma abordagem estática. Estes métodos não capturam a interdependência e o *feedback* que existe entre os fatores, o que dificulta às partes interessadas ter uma compreensão comum do comportamento das dinâmicas que existem entre os mesmos. (BEECHAN, 2005; ZAWEDE; WILLIAMS, 2013).

Nesta pesquisa, a abordagem DS incorpora diversos elementos da literatura pesquisada. O método proposto mescla a escolha e uso de arquétipos recomendados por Senge *et al.* (2010), e os métodos de modelagem (construção, verificação, testagem e simulação) propostos por Sterman (2000), conforme apresentado no capítulo 2. Além disso, exemplos da aplicação da DS em questões relacionadas à engenharia da

produção podem ser obtidos com Mattos *et al.* (2018), Merino *et al.* (2015), Arie Neto *et al.* (2014), Arie Neto (2013) e Arie Neto (2018).

3.4. CONSIDERAÇÕES DE FECHAMENTO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Após a revisão da literatura relativa à AD em PMs utilizando a abordagem DS, foi possível confirmar oportunidade da pesquisa apontada no capítulo 1. Por meio da análise do foco das pesquisas do PB e dos segmentos aonde foram realizadas, é possível afirmar que não foram observadas pesquisas similares no fragmento da literatura analisado. Esta oportunidade de pesquisa é somente comentada como oportunidade futura no trabalho de Godinho Filho e Uzsoy (2011) conforme já descrito no item 3.2.5.

Quanto à revisão da literatura relativa aos FCSs em PMs, foi identificado um número significativo de 25 FCSs. No intuito de racionalizar a primeira versão do sistema de AD e viabilizar o projeto dentro do tempo de pesquisa possível, foi considerada a redução para 11 FCSs, baseado em duas pesquisas para avaliar os FCSs em PMs e identificar os FCSs mais significativos segundo a perspectiva das lideranças das áreas, líderes de projetos e consultores em melhoria. O detalhamento dos critérios de escolha e a definição dos 11 FCSs se encontra no item 3.1.5.

4. O MODELO DINÂMICO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Para melhorar o entendimento dos elementos que compõem o modelo de avaliação, este capítulo apresenta: (i) A descrição do modelo de referência que representa o comportamento do caso em estudo; (ii) A relação dos parâmetros utilizados para constituir o modelo de avaliação de desempenho; (iii) A modelagem do sistema dinâmico de avaliação de desempenho.

4.1. DESCRIÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA QUE REPRESENTA O COMPORTAMENTO DO CASO EM ESTUDO

O processo de definição do problema é frequentemente reconhecido como modo ou modelo de referência na metodologia de DS. O problema avaliado nesta pesquisa foca na compreensão das relações e contribuições dos FCSs para o atingimento e a sustentação das metas dos PMs na indústria. Os PMs considerados para esta pesquisa foram amostrados de um estudo de caso longitudinal de implantação de iniciativas de melhoria em uma indústria de grande porte do segmento têxtil. A escolha dos mesmos se deu em função da sua longevidade, do seu foco em melhoria da produtividade, da sua natureza operacional, do segmento de negócio e o seu alinhamento para avaliar o problema e os objetivos de pesquisa. Foram escolhidos cinco PMs realizados de 2013 a 2017 dentro das características anteriormente citadas. Foram coletados os resultados, mês a mês, de todo do período de realização de cada projeto até Nov/2018. Isto possibilitou a avaliação da curva de desempenho dos resultados dos PMs ao longo de aproximadamente 60 meses. Na tabela 6 são apresentadas informações sobre os PMs escolhidos:

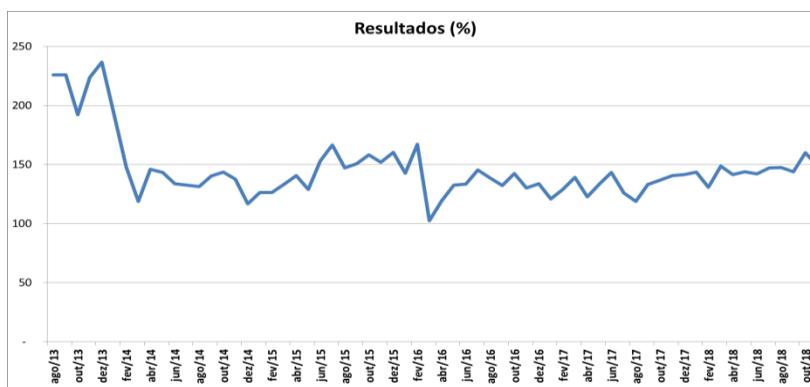
Tabela 7 – PMs considerados para a coleta de resultados

Nr	Área – Seção	Objetivo	Período de realização	Período de coleta
1	Acabamento – Embalagem	Reduzir o tempo de setup em 30%	Jul/2013	Ago/2013 a Nov/2018
2	Acabamento – Enovelamento	Reduzir o tempo de setup em 30%	Jan/2014	Fev/2014 a Nov/2018
3	Acabamento – Enovelamento	Reduzir o tempo de paradas não planejadas por manutenção corretiva mecânica em 50%	Fev/2016	Mar/2016 a Nov/2018
4	Expedição	Reduzir o tempo de embarque de produtos acabados em 20%	Dez/2016	Jan/2017 a Nov/2018
5	Fiação	Reduzir o tempo de limpeza das cardas em 20%	Mar/2017	Abr/2017 a Nov/2018

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Todos os resultados coletados, obtidos com a realização dos PMs, foram convertidos a uma medida comum (Percentual - %). Esta medida levou em consideração que o atingimento pleno da meta proposta é o equivalente a 100%, podendo variar para mais ou para menos, conforme os resultados obtidos nas medições de desempenho. É possível então observar no gráfico da Figura 8, o comportamento dos resultados dos cinco PMs avaliados ao longo do tempo observado.

Figura 8 - Modo de referência – Comportamento dos resultados em relação às metas ao longo do tempo



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Esta avaliação está amparada no acompanhamento mensal dos resultados dos PMs, coordenada pela área de engenharia de melhoria e pelo comitê de melhoria composto por lideranças de todas as áreas da organização. É percebido que todos os PMs avaliados melhoraram o estado anterior dos processos trabalhados e que 80% atingiram ou superaram as metas de produtividade propostas. Durante a avaliação dos resultados dos PMs foi possível observar uma variação de resultados de 237 a 102% ao longo de Agosto de 2013 a Novembro de 2018. Vale ressaltar que esta variação tão a maior que ocorreu principalmente no primeiro ano do acompanhamento dos resultados dos PMs, se deu em função da empresa não ter a prática de medir o desempenho de diversas métricas operacionais, incluindo as métricas de tempo que foram trabalhadas nos PMs em questão, não havendo uma base de dados para estabelecer um objetivo baseado no histórico. É observado também que a tendência de obtenção de resultados decrescente estabilizou desde 2017 e que em 2018 há uma tendência crescente de melhoria no gráfico.

4.2. A IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS DO MODELO

Nesta seção são apresentados os parâmetros do modelo de AD dinâmico proposto. Estas variáveis são uma mistura de métricas *hard* (precisamente medidas) e *soft* (quantificáveis, mas não tão precisamente medidas). Um exemplo de variável *hard* é atingimento da meta e um exemplo de variável *soft* é cultura e comunicação de melhoria contínua. A identificação dos parâmetros deste modelo inclui o nome do parâmetro, uma breve descrição do mesmo e o tipo do parâmetro (endógeno ou exógeno). As variáveis endógenas são determinadas pelas dinâmicas do sistema por meio das interações entre as variáveis, enquanto as variáveis exógenas são valores externos adicionados ou comportamentos de fora dos limites do modelo dinâmico. Na tabela 8 são apresentados os parâmetros considerados neste modelo:

Tabela 8 – Variáveis exógenas e endógenas

Parâmetro	Descrição	Tipo
Cultura e comunicação de melhoria	Capacidade de identificar, implantar e sustentar as melhorias, além de estimular a equipe a melhorar continuamente, não se conformando com o estado atual.	Endógena
Alinhamento estratégico	Capacidade de definir ações e selecionar projetos de melhoria que contribuam no atingimento dos objetivos estratégicos da organização.	Endógena
Foco no cliente	Princípio de fazer as atividades sempre visando agregar valor ao cliente.	Endógena
Comprometimento da alta liderança	Volume de participação, acompanhamento das melhorias e incentivo à equipe de trabalho.	Endógena
Comprometimento da média liderança	Volume de entusiasmo para motivar, acompanhar as melhorias, objetivos e incentivar à equipe de trabalho.	Endógena
Habilidade, experiência e atitude do líder do projeto	Volume de dedicação do líder do projeto para motivar e capacitar a equipe a atingir e sustentar as melhorias e resultados.	Endógena
Educação, treinamento e aprendizado	É o conjunto de ações voltadas a aprimorar continuamente a equipe em conhecimento, habilidade e atitude.	Endógena
Escopo, objetivos e metas claras	Clareza e objetividade dos resultados esperados para as metas estabelecidas.	Endógena
Rotina / Padrão da área de trabalho	É a padronização necessária para estabilizar o processo e sustentar as melhorias	Endógena
Monitoramento e comunicação do desempenho	Monitoramento e <i>feedback</i> do indicador de desempenho necessário para assegurar o atingimento e a sustentação das melhorias.	Endógena
Atingimento das metas	Volume de atingimento da principal meta do PM.	Endógena
Sustentação das metas	Volume de sustentação da principal meta do PM.	Endógena
Sistema de avaliação e reconhecimento	É a forma pela qual a empresa avalia o desempenho da equipe e reconhece os resultados.	Exógena
Revisão das metas	Revisão periódica das metas quando sustentadas para criar novos desafios de melhoria.	Exógena

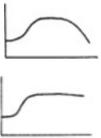
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3. MODELAGEM DO SISTEMA DINÂMICO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

4.3.1. Escolha do arquétipo

Conforme citado anteriormente, o capítulo 17 - *The Language of Systems Thinking: “Links” and “Loops”* do livro *The Fifth Discipline* de Senge *et al.* (2010), foi utilizado para orientar a escolha de um arquétipo para iniciar a modelagem. Arquétipo é uma palavra de origem grega que significa o “primeiro de seu tipo”. Segundo Senge *et al.* (2010) os arquétipos da DS foram desenvolvidos em meados dos anos 80, para simplificar a transmissão dos conceitos da DS, que na época eram complexos. Ao apresentarem os relacionamentos de *feedback* (reforço e equilíbrio), os arquétipos retratam visualmente a natureza interconectada de nosso mundo. Os arquétipos são ferramentas acessíveis com as quais os praticantes e pesquisadores podem construir rapidamente hipóteses confiáveis e consistentes sobre as forças que governam os sistemas em estudo. Os 5 arquétipos apresentados na tabela 9 são baseados nos comportamentos mais comumente observados nos sistemas dinâmicos:

Tabela 9 – Arquétipos e características

Título do Arquétipo	Comportamento Gráfico	Enlace causal
1. Correções que saem pela culatra		 O ciclo de balanceamento de correções rápidas que se desfazem
2. Limites ao crescimento		 O ciclo de reforço de crescimento
3. Trocando o fardo		 O ciclo de correção rápida

(Continua...)

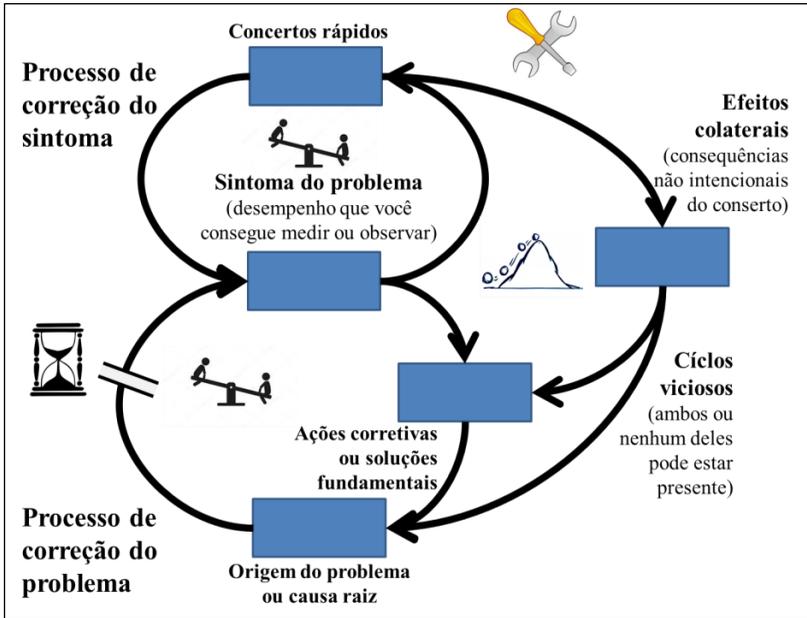
4. Tragédia dos comuns		 <p>Os ciclos dos atores individuais</p>
5. Adversários acidentais		 <p>Os ciclos dos atores individuais</p>

Fonte: Adaptado de SENGE *et al.* (2010, págs. 136-172).

Após realizar a avaliação dos cinco arquétipos, decidiu-se pelo uso do arquétipo três “Trocando o fardo” (Figura 9). Abaixo são listadas as principais razões para sua adoção:

- O comportamento gráfico do modo de referência é similar ao comportamento gráfico resultante da estrutura do arquétipo;
- É um arquétipo relacionado ao processo de solução definitiva de problemas, que é o que se deseja quando se desenvolve um projeto de melhoria, que práticas e resultados objetivados sejam atingidos e sustentados;
- Apresenta dois ciclos de balanceamento e um ciclo de reforço que se encaixam bem no contexto dos FCSs mais diretamente relacionados ao atingimento e sustentação de metas objetivadas em PMs;

Figura 9 – Escolha do autor – Arquétipo 3 – Trocando o fardo



Fonte: Traduzido de SENGE *et al.* (2010, pág. 160)

4.3.2. Adaptação do arquétipo ao caso em estudo

Para adequar o arquétipo ao estudo de caso, inicialmente avaliou-se qual a questão central da pesquisa e qual os ciclos de balanço e de reforço e os FCSs mais próximos da mesma. A questão central está associada ao “atingimento e sustentação das metas objetivadas”, que é também considerado um FCS. Também foi avaliado que ciclos estariam associados à questão central. O primeiro dos ciclos visualizados foi o de “motivação das pessoas”, pois pessoas motivadas são um dos elementos essenciais para constituir equipes de melhoria e enfrentar desafios. Sem equipes motivadas os resultados não são alcançados. É o ponto de partida para iniciar uma melhoria em equipe. Muitas iniciativas de melhoria falham por não gerenciar a motivação das pessoas e equipes que oscilam ao longo do tempo. Esta oscilação também caracteriza bem um ciclo de balanço, que é uma característica deste arquétipo. Então o primeiro dos três ciclos é apresentado abaixo de forma detalhada:

- **Motivação das pessoas** (Ciclo 1 - Balanço): Com maior envolvimento das pessoas haverá mais contribuição individual → com mais contribuição individual haverá mais produção conforme (qualidade e produtividade) → com mais produção conforme haverá mais atingimento e sustentação de metas (FCS) → e com o atingimento e sustentação das metas temos um relaxamento que leva a menos esforço ou envolvimento, concluindo o ciclo de balanço;

O segundo ciclo visualizado foi o de gestão de desafios. Criar e gerenciar o desafio de melhoria é condição fundamental para a melhoria contínua. Este desafio parte de uma visão compartilhada do que se consegue fazer e do que precisa ser melhorado, sendo traduzido em objetivos e metas claras que estimulam a equipe motivada a se superar, buscando novos conhecimentos e habilidades para atingir um novo patamar de desempenho. Este ciclo se conecta facilmente a questão central do modelo, pois a gestão dos desafios é realizada justamente para atingir e sustentar as metas objetivadas, se encaixando perfeitamente ao primeiro ciclo neste ponto. Este ciclo também apresenta um comportamento de balanço, pois quanto maior a necessidade de desenvolvimento gerada pela definição ou revisão de uma meta objetivada, menor o atingimento da produtividade até que esta habilidade seja plenamente desenvolvida pela equipe. Abaixo é apresentada de forma detalhada este segundo ciclo de balanço:

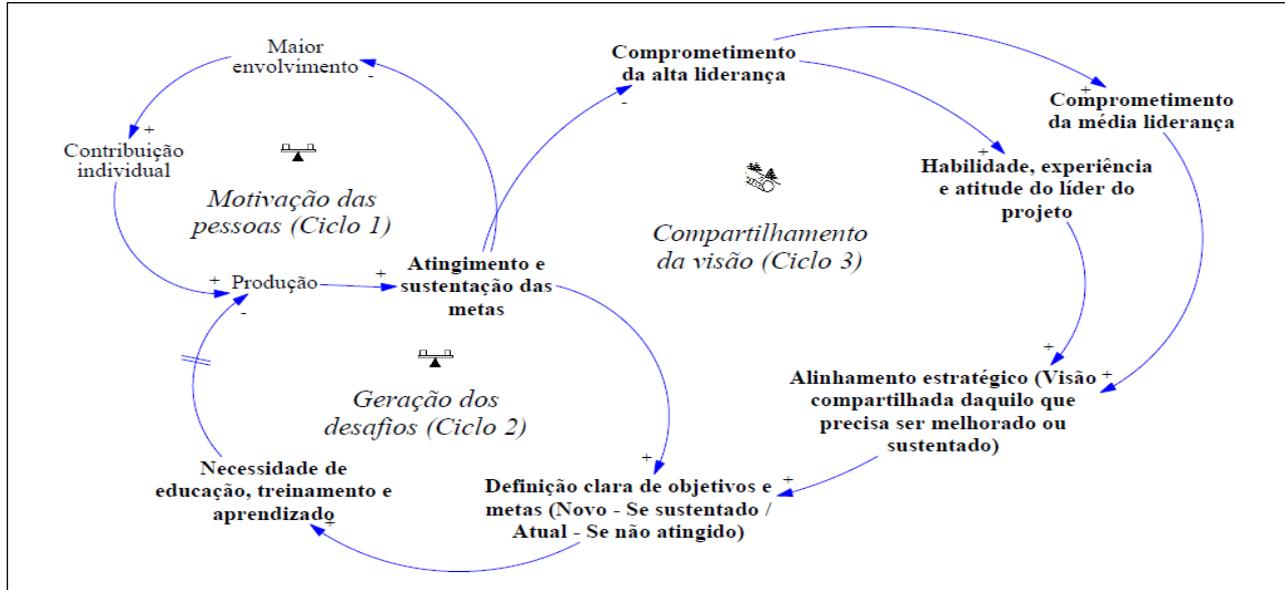
- **Geração dos desafios** (Ciclo 2 - Balanço): Com a sustentação das metas (FCS) existe mais necessidade de se definir novos objetivos e metas (FCS) → Com novos objetivos e metas (FCS) existe mais necessidade de educação, treinamento e aprendizado (FCS) → Havendo mais necessidade de educação, treinamento e aprendizado (FCS) isto requer um tempo para desenvolver habilidade e há menos produção conforme → Uma vez que se alcance o nível de habilidade para atender a produção conforme, a meta objetivada é atingida e sustentada (FCS), concluindo o ciclo de balanço;

O terceiro e último dos ciclos visualizados para consolidar o arquétipo, foi denominado de compartilhamento da visão. Da visão que vem da alta liderança a partir dos resultados observados e dos desafios visualizados para a saúde do negócio e que permeia pelos demais níveis de liderança trazendo luz para o que precisa ser mantido e melhorado, daquilo que é o desafio para o negócio conectando a motivação das equipes com a gestão dos desafios. Esta visão compartilhada conecta os dois primeiros ciclos e os reforça. A seguir é apresentada a leitura detalhada deste último ciclo:

- **Compartilhamento da visão** (Ciclo 3 - Reforço): Com menos atingimento e sustentação das metas (FCS) tem-se o aumento dos esforços da alta liderança (FCS) no gerenciamento das melhorias → A alta liderança comprometida (FCS) compartilha visão estratégica e recursos (FCS) para desenvolver habilidade, experiência e atitude do líder do projeto (FCS) e o comprometimento da média liderança (FCS) para o que precisa ser melhorado e mantido → Esta visão compartilhada ou alinhamento estratégico (FCS) estimula o atingimento e sustentação dos objetivos e metas (FCS) → Para alcançar estes objetivos e metas é necessário investir em mais educação, treinamento e habilidade (FCS) e isto requer algum tempo de dedicação → Uma vez que é alcançado o nível de habilidade (FCS) a produção se torna conforme e o atingimento das metas (FCS) é alcançado, permitindo que a Alta Direção reduza seus esforços para manter os objetivos atingidos fechando o ciclo de reforço.

Os FCSs mais próximos do problema de pesquisa na modelagem deste arquétipo, que foram possíveis de inserção neste contexto são: atingimento e sustentação de metas; comprometimento da alta liderança; comprometimento da média liderança; habilidade, experiência e atitude do líder do projeto; alinhamento estratégico; definição clara de novos objetivos e metas; e necessidade de educação, treinamento e aprendizado. Na figura 10 é apresentado como ficou o diagrama de enlace causal deste arquétipo:

Figura 10 – Arquétipo adaptado – Diagrama de enlace causal



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Complementarmente à criação do diagrama de enlace causal do arquétipo, foi à criação do diagrama de estoque fluxo. Conforme já comentado na sessão 3.1, cada ciclo foi criado e testado individualmente para assegurar o funcionamento do sistema de avaliação quantitativo. Os resultados dos testes são apresentados na próxima sessão.

Para a criação do Ciclo 1 – Motivação das Pessoas, no digrama de estoque fluxo, foram consideradas as seguintes premissas de modelagem:

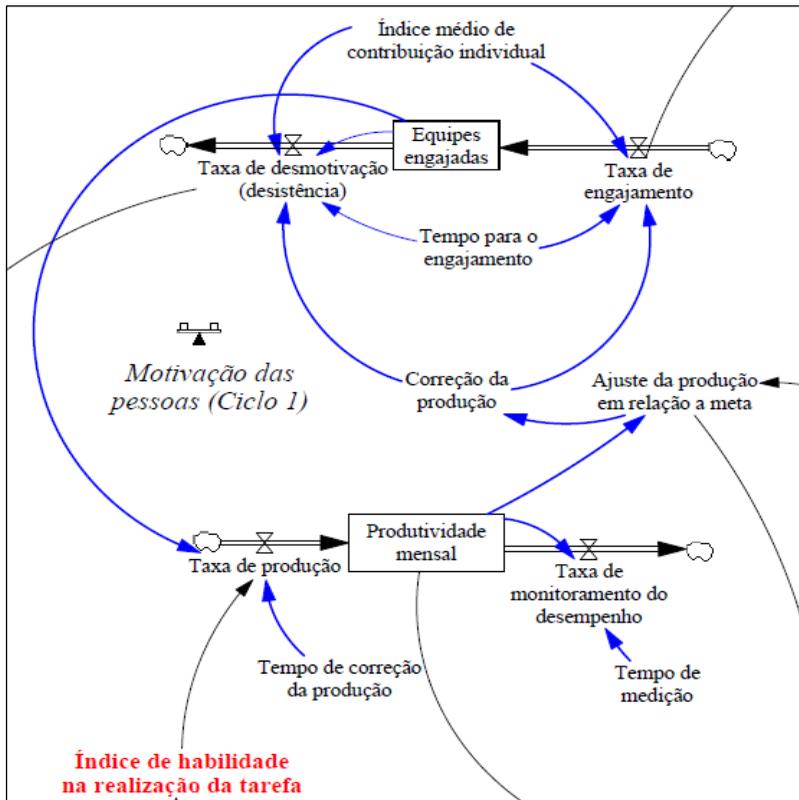
- Foram adotadas duas representações de estoque fluxo: Uma relativa ao comportamento das pessoas que interferem na produtividade e outra relativa ao comportamento da produção, que é necessária para mensurar o atingimento e a sustentação das metas de resultados;

- Na representação do comportamento das pessoas, além das equipes engajadas, foi também definido um índice de contribuição individual para permitir a formulação mais precisa nas simulações do sistema de avaliação;

- A representação da produção está simplificada, conforme orienta Sterman (2000), em função de a pesquisa estar trabalhando com gestão de projetos de melhoria, não diretamente com a produção;

Abaixo (figura 11) é possível ver os detalhes da sua construção. As setas que constituem o ciclo 1 estão evidenciadas em azul.

Figura 11 – Arquétipo adaptado – Diagrama de estoque fluxo – Ciclo 1 – Motivação das pessoas



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Para a criação do Ciclo 2 – Geração dos Desafios, no diagrama de estoque fluxo, foram consideradas as seguintes premissas de modelagem:

- Foram adotadas duas representações de estoque fluxo: Uma relativa ao comportamento da produção, já referenciada no Ciclo 1, que é necessária para mensurar o atingimento e sustentação das metas de resultados e a outra relativa ao estoque de conhecimento acumulado pelas necessidades de desenvolvimento;

- A cada novo objetivo ou meta a ser alcançada e sustentada há necessidade de desenvolvimento de conhecimento e habilidade para

entregar a produção conforme. A variação do conhecimento e da habilidade pode ser representada por uma “curva de aprendizado”. A literatura aborda diferentes curvas de aprendizado quando o conhecimento e a habilidade são associados a diferentes fatores produtivos (ARGOTE; EPPLE, 1990). Nessa pesquisa a variação da habilidade na tarefa é definida por uma curva de aprendizado em que a habilidade aumenta à medida que a tarefa é repetida em uma razão proporcional.

- Uma vez que o diagrama de enlace causal, no ciclo de revisão das metas, requer a necessidade de educação, treinamento e aprendizado, no diagrama de fluxo e estoque foi utilizada uma representação do conhecimento acumulado, como sendo o produto deste FCS;

- Na representação do estoque de conhecimento acumulado, foi definido um tempo necessário para a aprendizagem e um índice de desenvolvimento da habilidade para atingir a produtividade objetivada;

- Também foi considerado no sistema de avaliação, que pode haver perda de conhecimento associado à perda de pessoas por desmotivação, por meio de uma taxa de desmotivação;

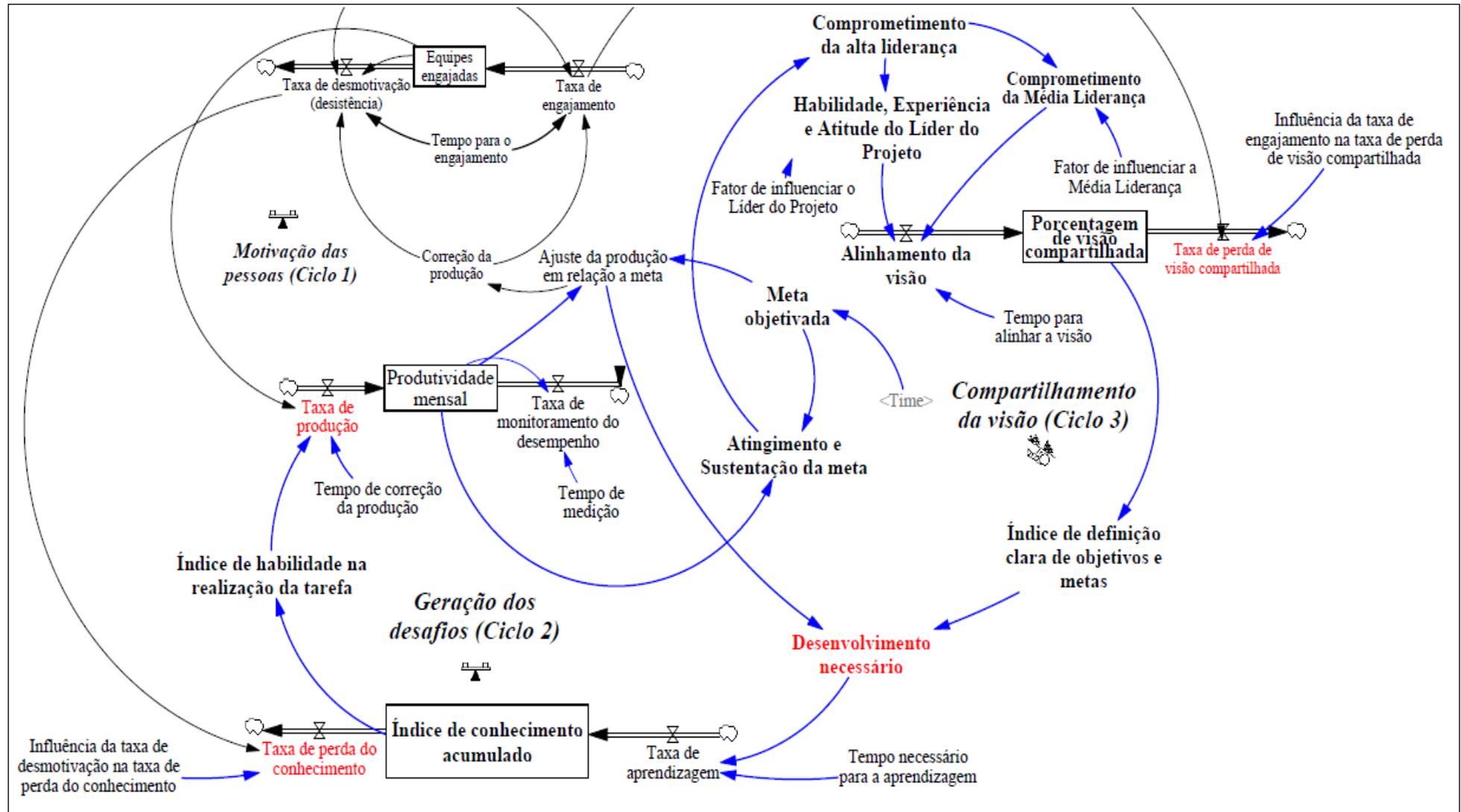
Abaixo (figura 12) é possível ver os detalhes da sua construção. As setas que constituem o ciclo 2 estão evidenciadas em azul.

Para a criação do Ciclo 3 – Compartilhamento da Visão, no diagrama de estoque fluxo, foram consideradas as seguintes premissas de modelagem:

- Foram adotadas três representações de estoque fluxo: a primeira relativa ao comportamento da produção, já referenciada nos Ciclos 1 e 2, que é necessária para mensurar o atingimento e sustentação das metas de resultados, uma segunda relativa ao estoque de conhecimento acumulado pelas necessidades de desenvolvimento, já referenciada no Ciclo 2 e a terceira relativa ao índice de visão compartilhada necessária para superar os desafios dos objetivos e metas a serem atingidos e sustentados.

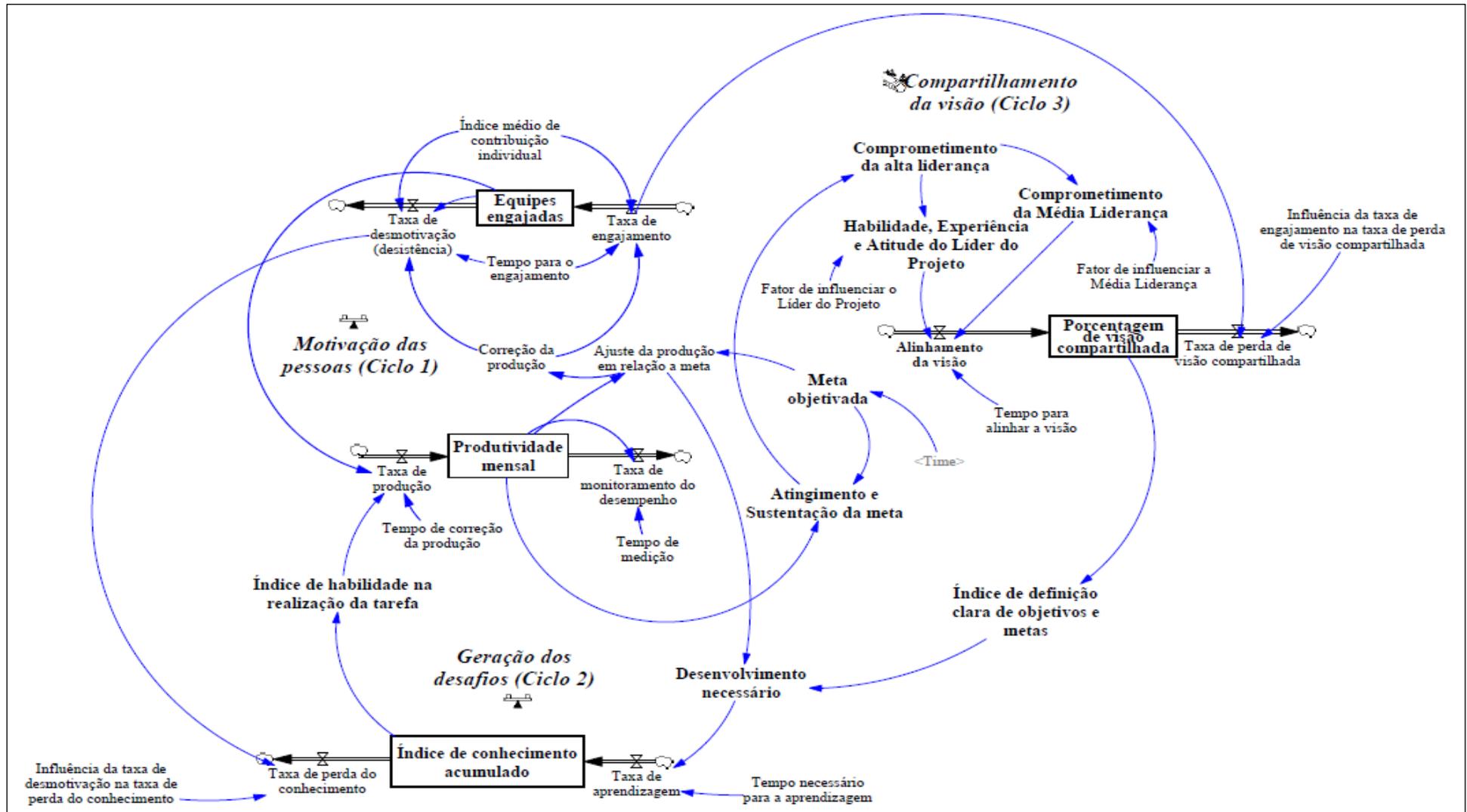
A seguir (figura 13) é possível ver os detalhes da sua construção. As setas que constituem o ciclo 3 estão evidenciadas em azul. Na sequência a figura 14 apresenta a visão consolidada do diagrama de estoque fluxo do arquetipo.

Figura 13 – Arquétipo adaptado – Diagrama de estoque fluxo – Ciclo 3 – Compartilhamento da visão



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 14 – Arquétipo adaptado – Diagrama de estoque fluxo integral



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Após a diagramação do estoque fluxo do arquétipo, foram definidas as fórmulas e parametrizados todos os elementos do modelo de desempenho para permitir a simulação dinâmica do sistema. Para tal, o software *Vensin* ® *PLE Windows Version 7.3.5* foi utilizado. A formulação é parte fundamental do diagrama de estoque fluxo, pois é ela que permite que os ciclos que compõem o diagrama se relacionem dinamicamente durante as simulações. É pelas formulações que se torna possível realizar as análises gráficas, quantitativas e as simulações de políticas de controle ou de intervenção.

A formulação matemática estabelece a relação ou integração em:

- 1º Nível – Entre constantes e variáveis e entre as variáveis que formam os ciclos de realimentação;
- 2º Nível – Entre os ciclos de realimentação que formam os arquétipos;
- 3º Nível – Entre os arquétipos que formalizam o contexto sistêmico amplo.

A título de conhecimento é exemplificado que o elemento “equipes engajadas” é o resultado da “taxa de engajamento das equipes” menos a “taxa de desmotivação ou desistência de participação”, que a “taxa de produção” é o resultado das “equipes engajadas” multiplicadas pelo “índice de habilidade na realização da tarefa” dividido pelo “tempo de correção da produção”.

Detalhes de todos os elementos podem ser vistos na tabela 10:

Tabela 10 – Formulação dos elementos do arquétipo

Estoque fluxo – Produtividade mensal	
Elemento	Fórmula / Constante
Tempo de medição	1 (mês)
Tempo de correção da produção	0.5 (mês)
Taxa de produção	(Índice de habilidade na realização da tarefa*Equipes engajadas)/Tempo de correção da produção
Taxa de monitoramento do desempenho	Produtividade mensal/Tempo de medição
Produtividade mensal	Taxa de produção-Taxa de monitoramento do desempenho Obs: Valor inicial = 30
Ajuste da produção em relação à meta	Meta objetivada-Produtividade mensal
Atingimento e sustentação da meta	(Produtividade mensal/Meta objetivada)*100

Continua...

Estoque fluxo – Equipes engajadas	
Elemento	Fórmula / Constante
Correção da produção	Ajuste da produção em relação à meta
Índice médio de contribuição individual	0.05 (Valor subjetivo instituído na calibração após a verificação do comportamento desejado do arquétipo.)
Tempo para o engajamento	0.4 (mês)
Taxa de engajamento	<i>IF THEN ELSE</i> (Correção da produção>0, (Correção da produção*Índice médio de contribuição individual)/Tempo para o engajamento, 0)
Taxa de desmotivação (desistência)	<i>IF THEN ELSE</i> (Equipes engajadas>=0, <i>IF THEN ELSE</i> (Correção da produção<=0, (Correção da produção*Índice médio de contribuição individual)/Tempo para o engajamento * (-1) , 0) , 0)
Equipes engajadas	Taxa de engajamento-"Taxa de desmotivação (desistência)" Obs: Valor inicial = 4
Estoque fluxo – Conhecimento acumulado	
Elemento	Fórmula / Constante
Tempo necessário para a aprendizagem	3 (meses)
Influência da taxa de desmotivação na taxa de perda do conhecimento	0.3 (Valor subjetivo instituído na calibração após a verificação do comportamento desejado do arquétipo. É um fator de correção para ajustar o quanto a saída de um indivíduo impacta na perda de conhecimento.)
Desenvolvimento necessário	(Ajuste da produção em relação a meta)*(Índice de definição clara de objetivos e metas)
Taxa de aprendizagem	(Desenvolvimento necessário)/Tempo necessário para a aprendizagem
Taxa de perda do conhecimento	"Taxa de desmotivação (desistência)"*Influência da taxa de desmotivação na taxa de perda do conhecimento
Índice de conhecimento acumulado	Taxa de aprendizagem-Taxa de perda do conhecimento Obs: Valor inicial = 0.5 (Valor subjetivo instituído na calibração após a verificação do comportamento desejado do arquétipo.)
Índice de habilidade na realização da tarefa	MAX(0, Índice de conhecimento acumulado)
Estoque fluxo – Índice de visão compartilhada	
Elemento	Fórmula / Constante
Fator de influenciar o líder do projeto	50 (%)
Fator de influenciar a média liderança	50 (%)
Tempo para alinhar a visão	3
Influência da taxa de engajamento na taxa de perda de visão compartilhada	0.03 (Valor subjetivo que foi instituído após a verificação do comportamento desejado do arquétipo. É um fator de correção para ajustar o quanto a entrada de indivíduos impacta negativamente na perda de visão compartilhada.)
Meta objetivada	<i>IF THEN ELSE</i> (Time<12, 100, 100)

Continua...

Estoque fluxo – Índice de visão compartilhada	
Comprometimento da alta liderança	$(100 - \text{Atingimento e sustentação da meta}) / 100$
Habilidade, experiência e atitude do líder do projeto	Comprometimento da alta liderança * Fator de influenciar o líder do projeto
Comprometimento da média liderança	Comprometimento da alta liderança * Fator de influenciar a média liderança
Alinhamento da visão	$\text{MAX}(0, ("Habilidade, Experiência e Atitude do Líder do Projeto" + \text{Comprometimento da Média Liderança}) / \text{Tempo para alinhar a visão})$
Taxa de perda de visão compartilhada	Taxa de engajamento * Influência da taxa de engajamento na taxa de perda de visão compartilhada
Porcentagem de visão compartilhada	Alinhamento da visão - Taxa de perda de visão compartilhada Obs: Valor inicial=0.3

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

(Conclusão)

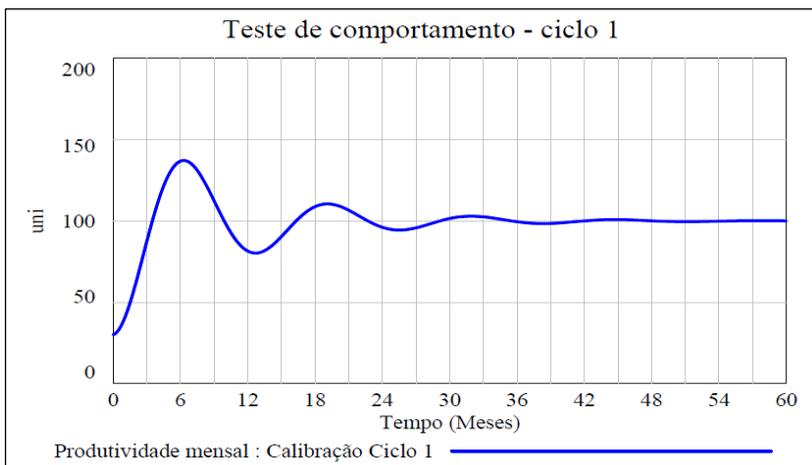
4.3.3. Testes de verificação do arquétipo

Foram realizados testes de verificação do comportamento gráfico de cada ciclo assim como do arquétipo integral. Para tal, o software *Vensin*® *PLE Windows Version 7.3.5* foi utilizado. Os resultados são apresentados na sequência.

Inicialmente foi realizada a verificação do comportamento gráfico do Ciclo 1 – Motivação das pessoas. Para garantir a não interferência dos ciclos 2 e 3 durante a simulação do ciclo 1, o mesmo foi isolado. O elemento isolado previamente a simulação foi o “Índice de habilidade na realização da tarefa”, utilizando a fórmula “ $1 + (\text{Índice de conhecimento acumulado} * 0)$ ”, pois esta é a única entrada que poderia interferir neste ciclo de balanço, conforme se pode observar na figura 11 (em vermelho).

O elemento observado graficamente em um horizonte de 60 meses foi a produtividade mensal, pois é o estoque fluxo de produtividade mensal que diretamente assegura o atingimento da meta objetivada. Os resultados são apresentados na figura 15.

Figura 15 – Verificação do comportamento – Ciclo 1 – Motivação das pessoas (Controle)



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

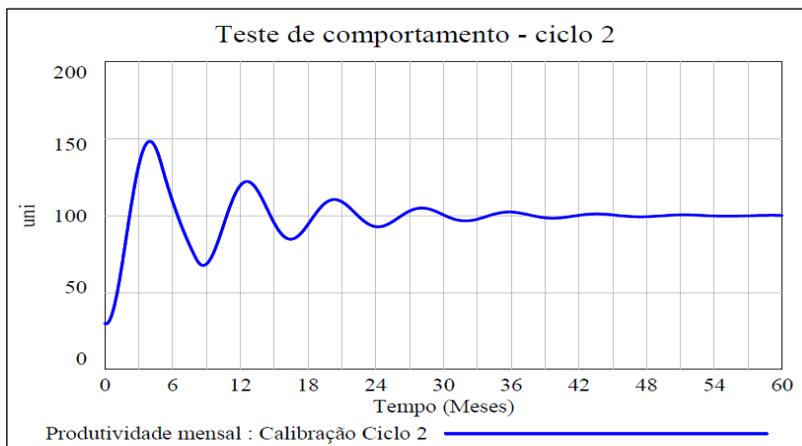
O gráfico do ciclo 1 não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele apresenta 4 oscilações com um período de evolução de aproximadamente 12 meses para cada oscilação. As oscilações de produtividade começam mais acentuadas, com maior amplitude, e vão gradativamente diminuindo com o passar do tempo, tendendo ao 100% do atingimento da produtividade na medida em que a curva se aproxima dos 60 meses. O gráfico apresenta um comportamento típico desejado para este ciclo de controle, que é constituído de 2 representações de estoque fluxo.

Na sequência foi verificado o comportamento do ciclo 2 – relativo à revisão de metas. Para evitar a interferência das entradas dos ciclos 1 e 3, no ciclo 2, este foi isolado nos elementos “Taxa de produção”, “Taxa de perda do conhecimento” e “Índice de definição clara de objetivos e metas”, conforme se pode observar em vermelho na figura 12, fazendo uso das fórmulas “Taxa de produção = Índice de habilidade na realização da tarefa)/Tempo de correção da produção+(Equipes engajadas*0)”, “Taxa de perda do conhecimento = Taxa de desmotivação (desistência)*Influência da taxa de desmotivação na taxa de perda do conhecimento*0”, e “Índice de definição clara de objetivos e metas = 1+(Porcentagem de visão compartilhada*0)”.

O elemento observado graficamente em um horizonte de 60 meses foi a produtividade mensal, pois é o estoque fluxo de produtividade mensal

que diretamente influencia a revisão das metas de produtividade objetivadas. Os resultados são apresentados na figura 16.

Figura 16 – Verificação do comportamento – Ciclo 2 – Geração dos desafios (Controle)



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

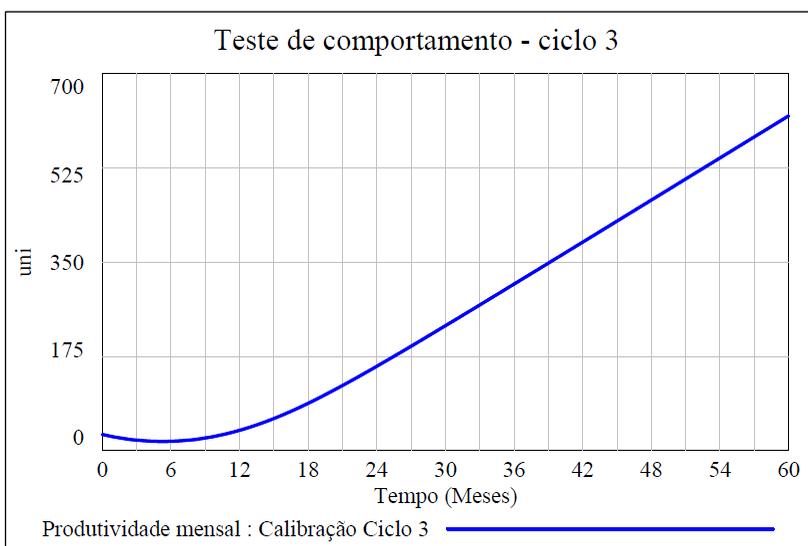
O gráfico do ciclo 2 não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele evidencia comportamento similar ao teste do ciclo 1, apresentando 7 oscilações com um período de evolução de aproximadamente 9 meses para cada oscilação. As oscilações de produtividade começam mais acentuadas, com maior amplitude, e vão gradativamente diminuindo com o passar do tempo, tendendo ao 100% do atingimento da produtividade na medida em que a curva se aproxima dos 60 meses. Este gráfico também apresenta um comportamento típico desejado para este ciclo de controle, uma vez que é constituído de 2 representações de estoque fluxo.

Na sequência foi verificado o comportamento do ciclo 3 – relativo ao compartilhamento da visão. Para evitar a interferência das entradas do ciclo 1, este foi isolado nos elementos “Taxa de produção”, “Taxa de perda do conhecimento”, “Desenvolvimento necessário” e “Taxa de perda da visão compartilhada”, conforme se pode observar em vermelho na figura 13, fazendo uso das fórmulas “Taxa de produção = Índice de habilidade na realização da tarefa)/Tempo de correção da produção+(Equipes engajadas*0)”, “Taxa de perda do conhecimento = Taxa de desmotivação (desistência)*Influência da taxa de desmotivação na taxa de perda do

conhecimento*0”, “Desenvolvimento necessário = Índice de definição clara de objetivos e metas+(Ajuste da produção em relação a meta*0)” e “Taxa de perda da visão compartilhada = Taxa de engajamento*Influência da taxa de engajamento na taxa de perda de visão compartilhada*0.”

O elemento observado graficamente em um horizonte de 60 meses foi este fluxo de produtividade mensal, pois é por meio do mesmo que conseguimos visualizar se este ciclo gera o reforço a que se propõe. Os resultados são apresentados na figura 17.

Figura 17 – Verificação do comportamento – Ciclo 3 – Compartilhamento da visão (Reforço)



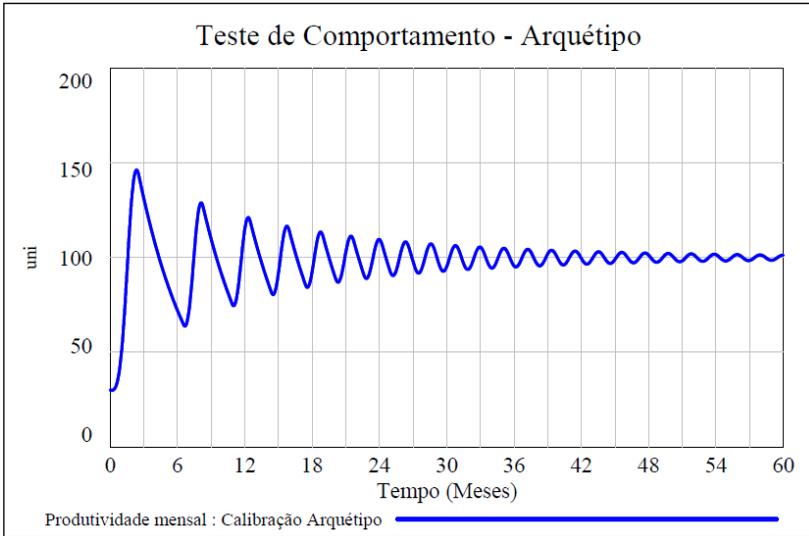
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico do ciclo 3 não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele inicia com uma leve curva descendente nos primeiros seis meses devido ao tempo para obtenção de conhecimento e habilidade que vai influenciar na produtividade, porém a partir do sexto mês a curva inicia uma ascendente que a partir do 27º mês se torna uma reta de crescimento linear até o 60º mês. Este gráfico apresenta um comportamento de crescimento típico desejado para um ciclo de reforço.

Para concluir, foi realizado o teste de verificação do comportamento do arquétipo, no qual foi observado o comportamento dos três ciclos integralmente. Nesta etapa foram ajustados valores dos índices do modelo

até o gráfico apresentar similaridade com o modo de referência. Estes valores foram apresentados na tabela 10. Os resultados gráficos são apresentados na figura 18.

Figura 18 – Verificação do comportamento – Arquétipo calibrado



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico do arquétipo calibrado não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele apresenta um padrão de comportamento oscilatório bastante próximo ao modo de referência. Inicialmente suas oscilações apresentam grande amplitude, mas diminuem gradativamente ao longo dos 60 meses, da mesma forma como se manifesta o modo de referência. Este gráfico também apresenta um comportamento similar aos ciclos de controle 1 e 2.

4.3.4. Inserção dos FCSs não incluídos na modelagem do arquétipo

Dos 11 FCSs selecionados para a construção do modelo, quatro FCSs não se encaixaram inicialmente no arquétipo: Sistema de avaliação e reconhecimento; Padronização / Rotinas de trabalho; Foco no cliente; e Cultura e comunicação de melhoria. Para tal, foi avaliado com a engenharia e com o comitê de melhoria da empresa do estudo de caso, para validar as inserções destes FCSs. A inserção dos FCS Sistema

de avaliação e reconhecimento, Foco no cliente, Cultura e comunicação de melhoria, e Padronização / Rotinas de trabalho, geram ciclos de reforço.

A ordem de construção e o detalhamento dos ciclos são apresentados abaixo:

- **Sistema de avaliação e reconhecimento:** (Inserido no Ciclo 1 reforçando-o): Com o atingimento e a sustentação da meta objetivada (FCS) existe a avaliação e o reconhecimento (FCS) → Por meio do reconhecimento e da recompensa (FCS) haverá mais contribuição individual → havendo mais contribuição individual haverá maior envolvimento das equipes → havendo maior envolvimento das equipes haverá mais produção → e havendo mais produção haverá mais atingimento e sustentação das metas (FCS), concluindo o ciclo de reforço;

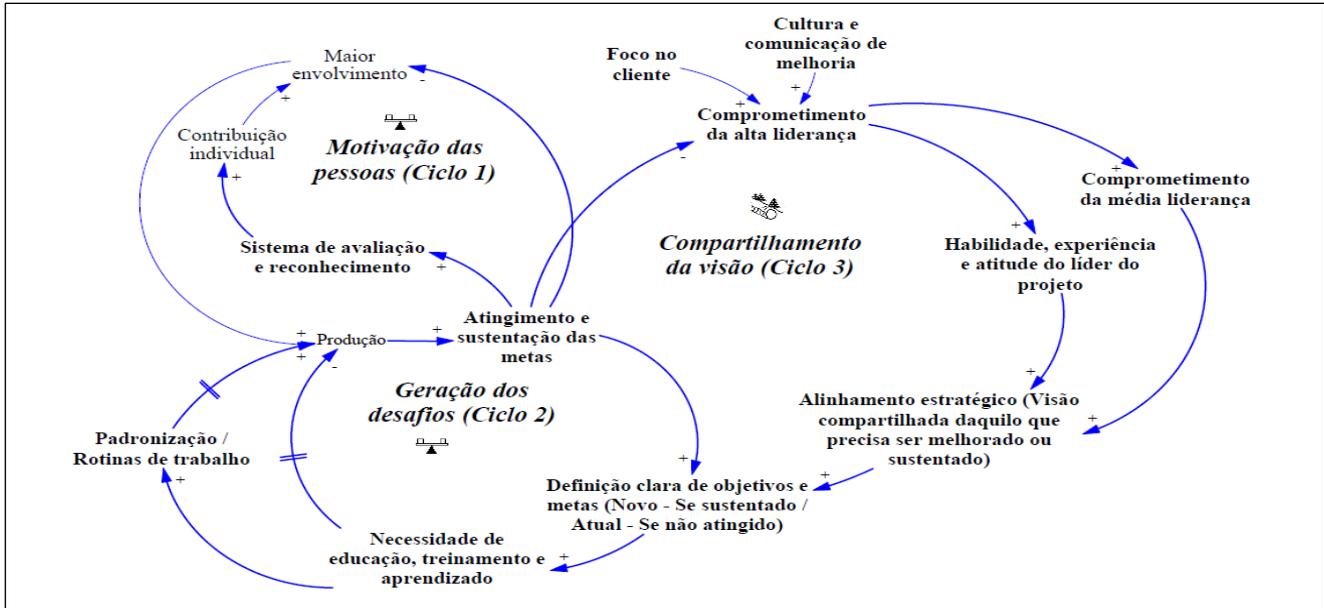
- **Padronização / Rotinas de trabalho:** (Inserido no Ciclo 2 reforçando-o): Com a sustentação das metas (FCS) existe mais necessidade de se definir novos objetivos e metas (FCS) → Com novos objetivos e metas (FCS) existe mais necessidade de educação, treinamento e aprendizado (FCS) → Havendo mais necessidade de educação, treinamento e aprendizado (FCS) isto requer que se trabalhe em mais padronização e rotinas de trabalho (FCS) para atingir a produção conforme → Uma vez que se atinge o nível de produção conforme, a meta objetivada é atingida e sustentada (FCS), concluindo o ciclo de reforço;

- **Foco no Cliente e Cultura / Comunicação de Melhoria** (Inserido no Ciclo 3 – Reforçando-o): Com menos atingimento e sustentação das metas (FCS) de produtividade e qualidade tem-se o aumento dos esforços da alta liderança no gerenciamento das melhorias → A alta liderança comprometida (FCS) compartilha visão estratégica e recursos (FCS) para desenvolver habilidade, experiência e atitude do líder do projeto (FCS) e o comprometimento da média liderança (FCS) para o que precisa ser atendido junto aos clientes (FCS), além do que deve ser mantido e melhorado continuamente (FCS) → Esta visão compartilhada ou alinhamento estratégico (FCS) estimula o atingimento dos objetivos e metas (FCS) voltados à satisfação do cliente (FCS) e a sustentação e melhoria contínua (FCS) das mesmas → Para alcançar estes objetivos e metas voltados a satisfação do cliente (FCS) e melhoria contínua (FCS) é necessário investir em mais educação, treinamento e habilidade e isto requer algum tempo de dedicação → Uma vez que é alcançado o nível de habilidade (FCS) a produção se torna conforme e o atingimento das metas (FCS) é alcançado, permitindo que a Alta

Direção reduza seus esforços para manter os objetivos atingidos fechando o ciclo de reforço.

Na figura 19 é apresentado como ficou o diagrama de enlace causal com a adição dos demais FCSs.

Figura 19 – Diagrama de enlace causal do modelo com os demais FCSs



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Complementarmente à criação do diagrama de enlace causal dos demais FCSs, foi à criação do diagrama de estoque fluxo. Conforme já comentado na sessão 3.1, cada ciclo foi criado e testado individualmente para assegurar o funcionamento do sistema de avaliação quantitativo. Os resultados dos testes são apresentados na próxima sessão.

Para a adição do FCS Sistema de Avaliação e Reconhecimento, no digrama de estoque fluxo, foram consideradas as seguintes premissas de modelagem:

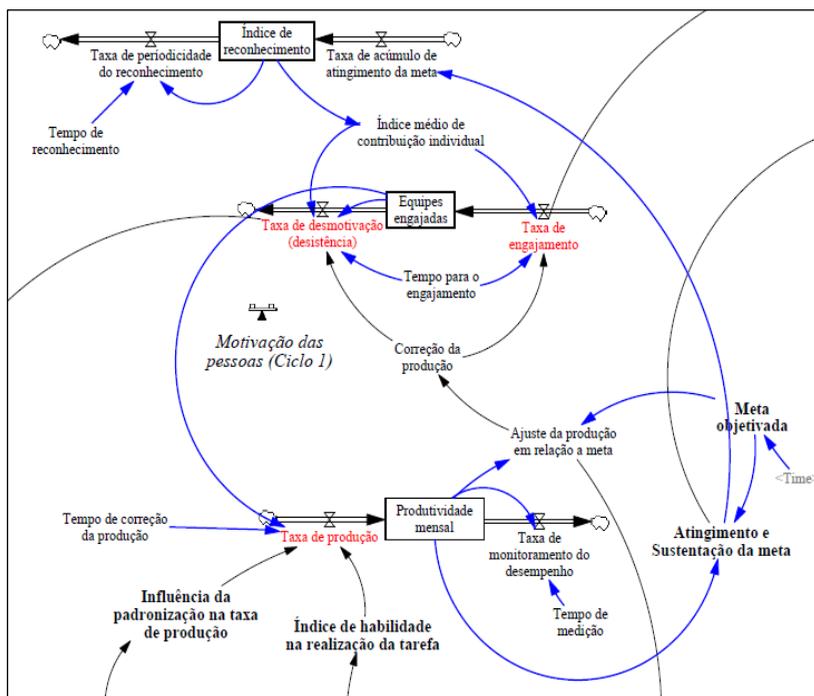
- Visto que este FCS se trata de avaliação e reconhecimento de pessoas, o mais coerente é encaixá-lo no Ciclo 1 – Motivação das pessoas;

- Foi então criada uma representação adicional de estoque fluxo para tratar do estoque de reconhecimento e da sua periodicidade. Na entrada da estrutura foi estabelecido uma “Taxa de acúmulo do atingimento da meta” que recebe uma entrada do FCS “Atingimento e sustentação da meta”, estoca “Reconhecimento”, e o libera por meio da “Taxa de periodicidade de reconhecimento” influenciada pelo “Tempo de reconhecimento”. Este estoque ou “Índice de reconhecimento” alimenta o “Índice médio de contribuição individual” reforçando o Ciclo 1 – Motivação das Pessoas;

- Em termos práticos isto representa que o sistema de avaliação e recompensa influencia positivamente a contribuição individual dos membros do time e conseqüentemente impacta no engajamento da equipe.

A seguir (figura 20) é possível ver os detalhes da sua construção.

Figura 20 – Adição do FCS sistema de avaliação e reconhecimento - Diagrama de estoque fluxo – Ciclo 1 – Motivação das pessoas



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Para a adição do FCS Padronização / Rotinas de trabalho, no diagrama de estoque fluxo, foram consideradas as seguintes premissas de modelagem:

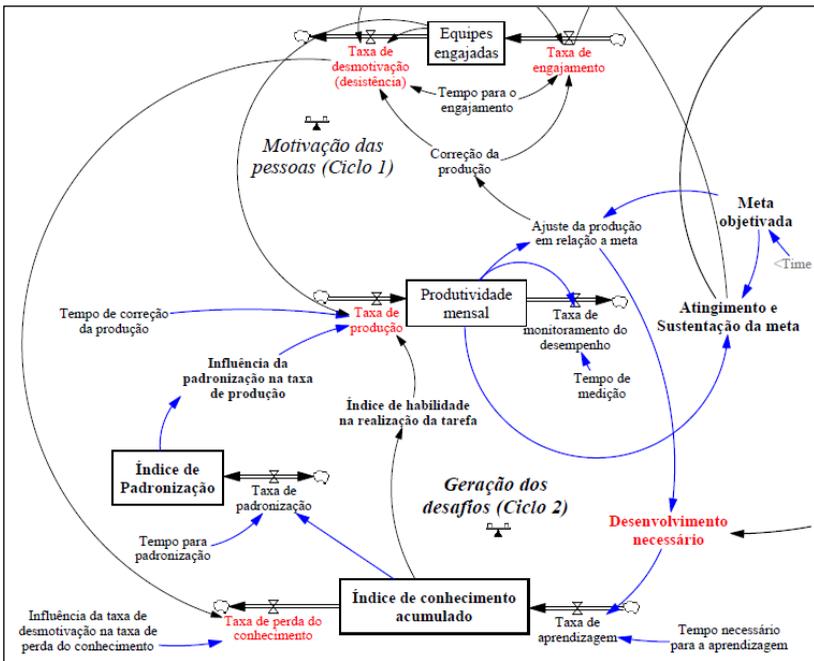
- Visto que este FCS se trata de padronizar o conhecimento organizacional para se atingir e manter a produtividade desejada, o mais adequado foi encaixá-lo no Ciclo 2 – Geração dos desafios;

- Foi então criada uma representação adicional de estoque fluxo para tratar da padronização. Na entrada da estrutura foi estabelecida uma “Taxa de padronização” influenciada pelo “Tempo de padronização” que recebe uma entrada do FCS “Índice de conhecimento acumulado”. Este estoque ou “Índice de padronização” alimenta a “Influência da padronização na taxa de produção” que por sua vez alimenta a “Taxa de produção” reforçando o Ciclo 2 – Geração de desafios;

- A padronização pode ser percebida sob diferentes aspectos. Aqui neste contexto foram focados aspectos que influenciam mais diretamente a produtividade em relação aos objetivos do PM: padronização das atividades para garantir a qualidade do produto, a produtividade do processo para otimizar tempo e recursos de produção, além do acompanhamento e feedback de desempenho. Em termos práticos, ao reduzir as formas com que as pessoas trabalham adotando a melhor forma conhecida pela equipe, esta redução de variação diminui as variações de ritmo e desperdícios de recursos no processo de produção, influenciando positivamente na produtividade mensal.

A seguir (figura 21) é possível ver os detalhes da sua construção.

Figura 21 – Adição do FCS padronização / rotinas de trabalho - Diagrama de estoque fluxo – Ciclo 2 – Geração dos desafios



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Visto que os FCS Foco no Cliente e Cultura de Melhoria são aspectos de compartilhamento da visão, sendo reconhecidos por muitas organizações que buscam a excelência como valores que devem influenciar

a visão compartilhada, e se servindo do mesmo estoque fluxo de visão compartilhada, não se percebeu a necessidade de criar estruturas adicionais para atuar no sistema de AD dinâmico. O foco no cliente e a cultura de melhoria são valores estimulados pela alta liderança comprometida para o líder do projeto e para a média liderança, fazendo parte da visão compartilhada, e deverão ser considerados como parte da definição dos objetivos e metas, valendo-se exatamente da mesma estrutura de estoque fluxo do ciclo 3 – Compartilhamento da Visão. Avaliando o escopo das simulações propostas para o próximo capítulo, a estrutura atende plenamente as necessidades das análises, não justificando avançar mais neste sentido. Então na figura 22 é apresentada a visão consolidada do diagrama de estoque fluxo do modelo de AD dinâmico.

Após a diagramação do estoque fluxo dos demais FCSs, foram definidas as fórmulas e parametrizados todos os elementos do modelo de desempenho para permitir a simulação dinâmica do sistema. Para tal, o software *Vensim* ® *PLE Windows Version 7.3.5* foi utilizado. Conforme citado anteriormente a formulação é parte fundamental do diagrama de estoque fluxo, pois é ela que permite que os ciclos que compõem o diagrama se relacionem dinamicamente durante as simulações. É pelas formulações que se torna possível realizar as análises gráficas, quantitativas e as simulações de políticas de controle ou de intervenção.

Detalhes dos elementos dos demais FCSs podem ser vistos na tabela 11:

Tabela 11 – Formulação dos elementos dos demais FCSs do modelo

Estoque fluxo – Índice de reconhecimento	
Elemento	Fórmula / Constante
Tempo de reconhecimento	1
Taxa de acúmulo de atingimento da meta	MAX(100, Atingimento e Sustentação da meta)
Índice de reconhecimento	Taxa de acúmulo de atingimento da meta-Taxa de periodicidade do reconhecimento Obs: Valor inicial = 100
Taxa de periodicidade do reconhecimento	Índice de reconhecimento/Tempo de reconhecimento
Estoque fluxo – Índice de padronização	
Tempo para padronização	1 (mês)
Índice de padronização	Taxa de padronização Obs: Valor inicial = 0.2
Taxa de padronização	Índice de conhecimento acumulado/Tempo para padronização
Influência da padronização na taxa de produção	Índice de Padronização <i>with lookup</i> [(0,0.9)-(1,2)], (0,1), (0,2,1), (0.324159,1.08816), (0.412844,1.22807), (0.5,1.4), (0.6,1.6), (0.7,1.75), (0.8,1.85), (0.9,1.92), (1.00306,1.95175))

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.5. Testes de verificação do modelo com os demais FCSs

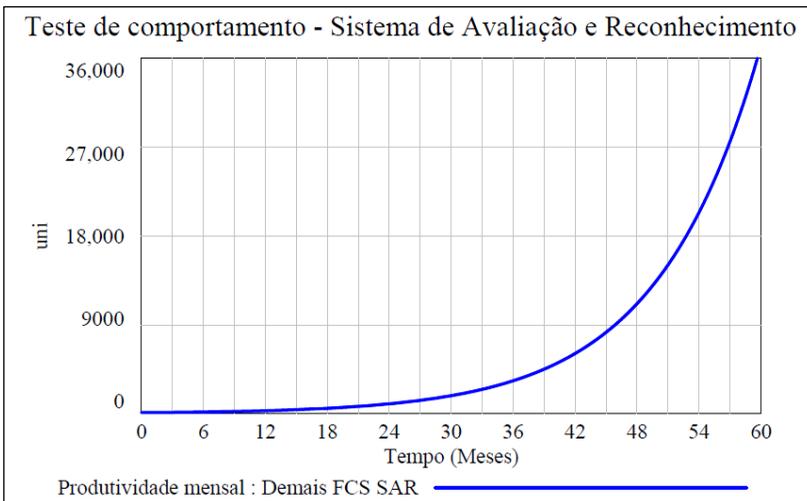
Foram realizados testes de verificação do comportamento gráfico de cada FCS adicionado assim como do modelo integral. Para tal, o software *Vensim* ® *PLE Windows Version 7.3.5* foi utilizado. Os resultados são apresentados na sequência.

Inicialmente foi realizada a verificação do comportamento gráfico do FCS Sistema de avaliação e reconhecimento no Ciclo 1. Para garantir a não

interferência dos ciclos 2 e 3 e de parte do ciclo 1, este foi isolado. Os elementos isolados previamente a simulação foram “taxa de engajamento”, utilizando a fórmula “*IF THEN ELSE*(Correção da produção>0, (Correção da produção*0)+(Índice médio de contribuição individual)/Tempo para o engajamento, 0)”, “taxa de desmotivação (desistência)”, utilizando a fórmula “*IF THEN ELSE*(Equipes engajadas>=0, *IF THEN ELSE*(Correção da produção<=0, (Correção da produção*0)+(Índice médio de contribuição individual)/Tempo para o engajamento * (-1) , 0) , 0)”, e “taxa de produção”, utilizando a fórmula “(Equipes engajadas/Tempo de correção da produção)+(Índice de habilidade na realização da tarefa*0)+(Influência da padronização na taxa de produção*0)”, pois estas conexões poderiam interferir neste ciclo de balanço, conforme se pode observar na figura 20 (em vermelho).

Para este teste foram ajustados os valores de produtividade mensal e tempo de engajamento, para realçar o comportamento do ciclo isolado. O elemento observado graficamente em um horizonte de 60 meses foi a produtividade mensal, pois é o estoque fluxo de produtividade mensal que é afetado pelo sistema de avaliação e reconhecimento. Os resultados são apresentados na figura 23.

Figura 23 – Verificação do comportamento – FCS sistema de avaliação e reconhecimento (Reforço)



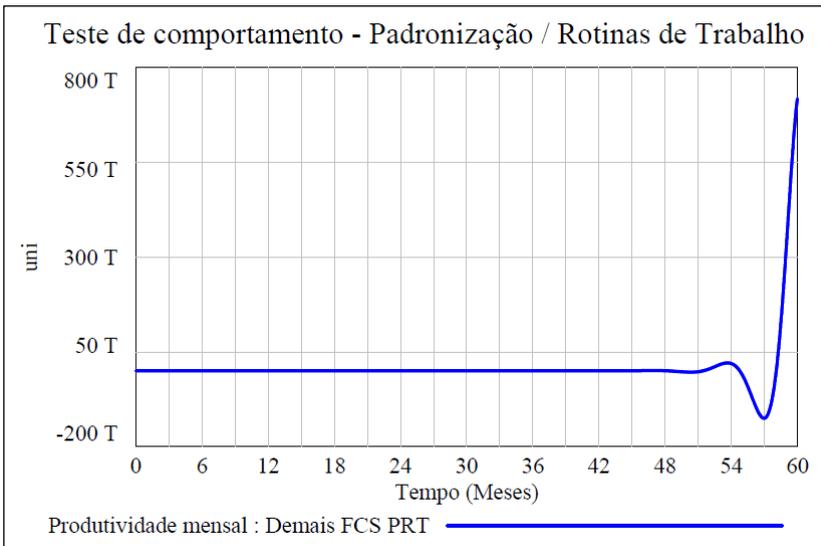
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico do ciclo do sistema de avaliação e reconhecimento não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele inicia do ponto 0 no mês 0 e desenvolve uma crescimento exponencial ao longo dos 60 meses. Este gráfico apresenta um comportamento de crescimento típico desejado para um ciclo de reforço.

Foi então realizada a verificação do comportamento gráfico do FCS Padronização / Rotinas de trabalho. Para garantir a não interferência dos ciclos 1 e 3, e de parte do ciclo 2, este foi isolado. Os elementos isolados previamente a simulação foram a “Taxa de desmotivação (desistência)”, utilizando a fórmula “Correção da produção*Equipes engajadas*Índice médio de contribuição individual*Tempo para o engajamento*0”, a “Taxa de engajamento”, utilizando a fórmula “Correção da produção*Índice médio de contribuição individual*Tempo para o engajamento*0”, a “Taxa de produção”, utilizando a fórmula “(Equipes engajadas/Tempo de correção da produção)*Influência da padronização na taxa de produção+(Índice de habilidade na realização da tarefa*0)”, a “Taxa de perda do conhecimento”, utilizando a fórmula “Taxa de desmotivação (desistência)*(Influência da taxa de desmotivação na taxa de perda do conhecimento*0)”, e “Desenvolvimento necessário”, utilizando a fórmula “(Ajuste da produção em relação a meta)+(Índice de definição clara de objetivos e metas*0)”, pois estas conexões poderiam interferir neste ciclo de balanço, conforme se pode observar na figura 21 (em vermelho).

Para este teste foram ajustados os valores de tempo de correção da produção, tempo para padronização, tempo necessário para aprendizagem e tempo de medição da taxa de monitoramento do desempenho, para realçar o comportamento do ciclo isolado. O elemento observado graficamente em um horizonte de 60 meses foi a produtividade mensal, pois o estoque fluxo de produtividade mensal é influenciado pelo índice de padronização. Os resultados são apresentados na figura 24.

Figura 24 – Verificação do comportamento – FCS padronização / rotinas de trabalho (Reforço)

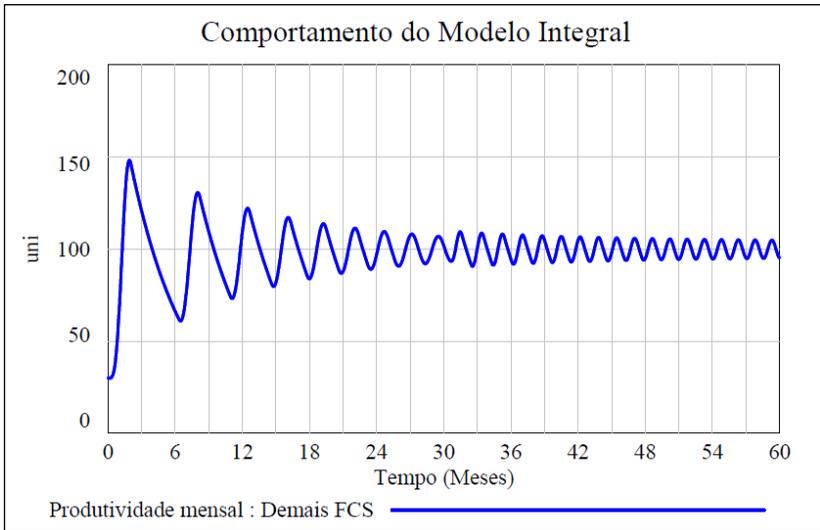


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico do ciclo do sistema de padronização e rotinas de trabalho não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele se mantém sem crescimento até o 51º mês quando apresenta um rápido decréscimo seguido por um crescimento exponencial até o 60º mês. Este decréscimo de produtividade pode ser considerado normal em função da perda de produtividade que pode ocorrer até que as atividades estejam plenamente padronizadas. Este gráfico apresenta um comportamento de crescimento desejado para um ciclo de reforço.

Para concluir, foi realizado o teste de verificação do comportamento do modelo, no qual foi observado o comportamento de todos os ciclos integralmente. Nesta etapa foram ajustados valores dos índices do modelo até o gráfico apresentar similaridade com o modo de referência. Estes valores foram apresentados na tabela 11. Os resultados gráficos são apresentados na figura 25.

Figura 25 – Verificação do comportamento – Modelo calibrado



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico do modelo não apresenta anomalias de comportamento que podem não refletir a realidade. Ele apresenta um padrão de comportamento oscilatório próximo ao do modo de referência e do arquétipo. Inicialmente suas oscilações apresentam grande amplitude, que diminuem gradativamente ao longo dos 30 meses onde ocorre novamente um ligeiro aumento da oscilação que vai então diminuindo levemente até o final dos 60 meses, se manifestando de forma bastante similar ao modo de referência.

Uma vez concluídas estas análises gráficas de comportamento do sistema, deu-se por encerrada a fase de modelagem do arquétipo. Conforme Sterman (2000) existem diversos tipos de testes de verificação que podem ser aplicados para validação do modelo dinâmico, como adequação aos limites, avaliação da estrutura, consistência dimensional, avaliação dos parâmetros, condições extremas, erros de integração, reprodução do comportamento, anormalidades no comportamento e análise de sensibilidade dentre outros. Pela resposta dos testes de verificação do comportamento observados nas condições usuais da organização do estudo de caso, e pelo fim ao que o modelo se aplica, esta etapa restringiu-se a verificação do comportamento gráfico dos ciclos, do arquétipo, dos demais FCS e do modelo integral.

4.3.6. Considerações finais sobre a modelagem realizada

Tanto o arquétipo adaptado quanto a versão integral do modelo, possuem algumas diferenças em relação ao formato do arquétipo inicialmente escolhido. As variações de formato ocorreram em função dos consensos da equipe de lideranças da empresa (do caso em estudo) que participou da modelagem, no qual o que fez mais sentido para o contexto da empresa prevaleceu. Então o arquétipo adaptado e a versão integral do modelo, não devem ser comparados com o arquétipo inicialmente escolhido. Vale ressaltar que o desenvolvimento de um modelo utilizando o método tradicional de modelagem DS para analisar limitações e benefícios em relação ao método ágil (fazendo o uso de arquétipos), permanece como oportunidade futura de pesquisa.

Também podem existir algumas diferenças entre o comportamento gráfico dos resultados do modo de referência do caso em estudo e os gráficos resultantes da validação do modelo e da simulação, por não ter sido realizado tratamento estatístico para eliminar as variações mais discrepantes do modo de referência e incorporados os ruídos observados no comportamento gráfico dos resultados do caso em estudo para a curva de resultados simulada pelo modelo. Isto também pode ser encarado como futura oportunidade de pesquisa, para avaliar as diferenças de comportamento das simulações com e sem este tratamento.

5. APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AO ESTUDO DE CASO

Ao longo desta pesquisa sobre AD em PMs utilizando DS, foi observado que 2 pontos importantes relacionados aos FCSs não eram praticados pela organização avaliada no estudo de caso: Sistema de avaliação e reconhecimento e revisão periódica de metas atingidas e sustentadas.

Então esta descoberta serviu como um ótimo ponto de partida para a análise de possíveis cenários a partir do modelo criado. Quando foram observadas estas carências na gestão da organização do estudo de caso, algumas questões interessantes vieram à mente:

1- Qual a influência que o SAR poderia ter na curva de resultados da organização do estudo de caso nos diagramas de estoque fluxo associados?

2- Qual a influência que a revisão periódica de metas sustentadas poderia ter na curva de resultados do estudo de caso?

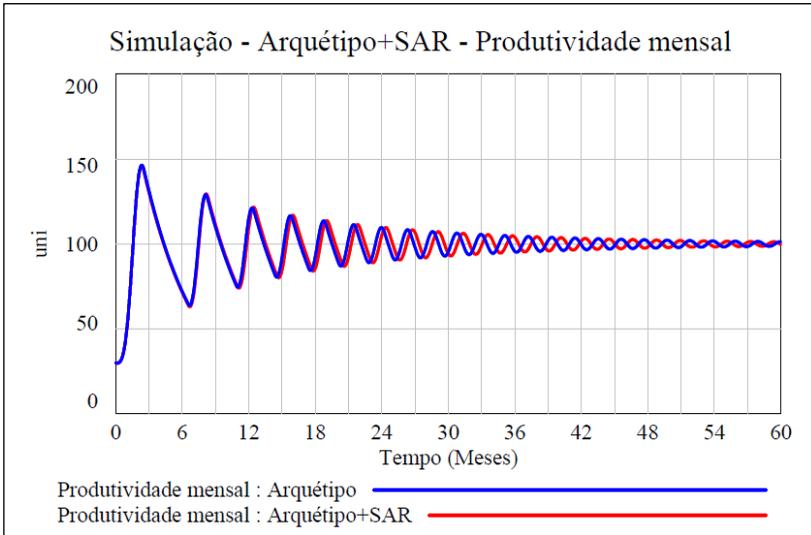
3- Como estes FCSs citados influenciam o sistema de forma conjunta ou individualmente?

4- Qual o impacto dos mesmos nos principais componentes do sistema?

5.1. INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO E RECONHECIMENTO NO ARQUÉTIPO ADAPTADO

Para a simulação do sistema de avaliação nesta etapa, foi considerado o sistema dinâmico constituído do arquétipo calibrado e o FCS SAR, atuando simultaneamente. Para não haver interferência, o FCS PRT foi isolado no elemento “Taxa de produção”, utilizando-se a fórmula “(Equipes engajadas/Tempo de correção da produção)*Índice de habilidade na realização da tarefa+(Influência da padronização na taxa de produção*0)”. A seguir são apresentados os gráficos de comportamento do sistema de avaliação de desempenho dinâmico para Produtividade mensal (Figura 26), Equipes engajadas (Figura 27), Conhecimento acumulado (Figura 28), e Visão compartilhada (Figura 29). As análises estão descritas logo após cada figura. O objetivo de analisar isoladamente este FCS junto ao arquétipo calibrado foi verificar a contribuição deste FCS de forma isolada.

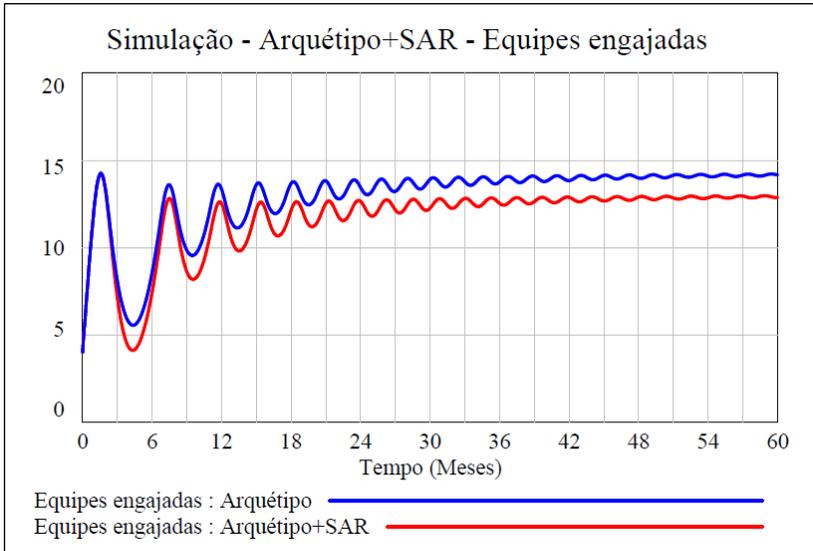
Figura 26 – Influência do SAR no arquétipo – Produtividade mensal



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico de comportamento da produtividade mensal do “arquétipo+SAR” é muito similar ao do arquétipo, apresentando um padrão de comportamento oscilatório muito próximo. Observando-se este comportamento gráfico, é possível perceber que o sistema de avaliação e reconhecimento, atuando de forma isolada junto ao arquétipo, apresenta pouca influência na produtividade mensal.

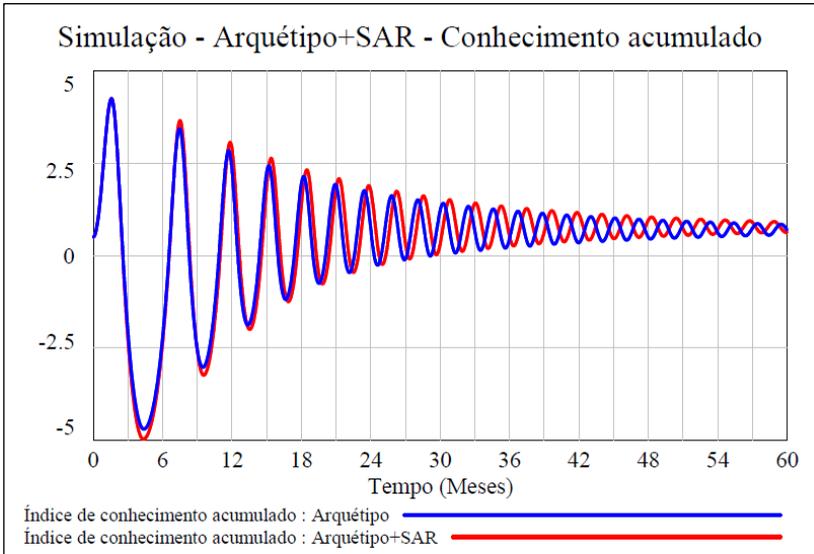
Figura 27 – Influência do SAR no arquétipo – Equipes engajadas



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico de comportamento das equipes engajadas é o que mais sofre influência neste conjunto avaliado (arquétipo+SAR). Isto ocorre, pois este ciclo de reforço está inserido dentro ciclo de motivação das equipes, influenciando de forma mais próxima. O padrão de comportamento das curvas de desempenho é similar, apresentando praticamente os mesmos tipos de oscilação, porém as linhas descolam-se a partir do 3º mês e vão mantendo este descolamento progressivo até o 60º mês num sentido levemente ascendente. Após os 12 meses iniciais, o descolamento pode representar uma diferença de aproximadamente 10% que se mantém até o 60º mês. O que diferencia principalmente as duas curvas de desempenho deste conjunto “arquétipo+SAR”, é que elas evidenciam que uma iniciativa de melhoria requer menos equipes engajadas para atingir a meta objetivada, pela influência positiva do sistema de avaliação e reconhecimento na contribuição individual dos membros das equipes, tornando a máxima da produtividade “fazer mais com menos” uma realidade, pelo reconhecimento obtido.

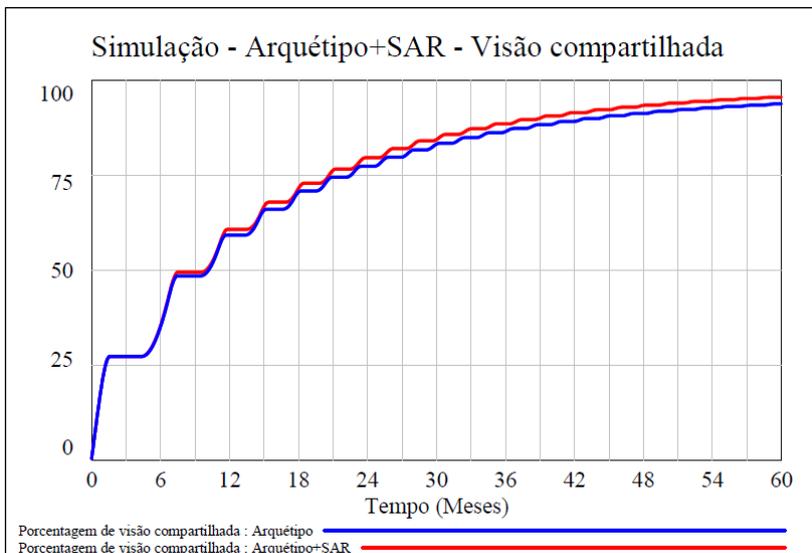
Figura 28 – Influência do SAR no arquétipo – Conhecimento acumulado



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico de comportamento do conhecimento acumulado do “arquétipo+SAR” é parecido com o do arquétipo possuindo o mesmo número de oscilações, porém apresentando algum incremento em termos de amplitude das oscilações. Inicialmente suas oscilações apresentam grande amplitude, mas diminuem gradativamente ao longo dos 60 meses. Observando-se este comportamento gráfico é possível perceber que o sistema de avaliação e reconhecimento atuando de forma isolada junto ao arquétipo, apresenta alguma influência no conhecimento acumulado, porém isto não é muito significativo.

Figura 29 – Influência do SAR no arquétipo – Visão compartilhada



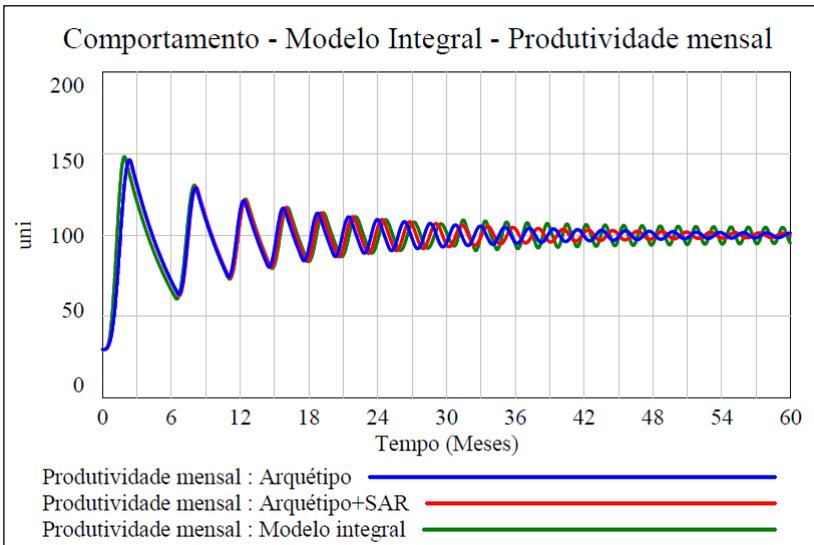
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico de comportamento da visão compartilhada do “arquétipo+SAR”, é muito parecido com o do arquétipo, apresentando as mesmas oscilações, porém demonstrando algum incremento de desempenho em relação ao arquétipo. É um gráfico cujas curvas ascendentes partem do mesmo ponto crescendo em torno de 70% nos primeiros 18 meses, suavizando a curva de crescimento até o 60º mês. Observando-se este comportamento gráfico é possível perceber que o sistema de avaliação e reconhecimento, atuando de forma isolada junto ao arquétipo, apresenta alguma influência positiva no percentual da visão compartilhada, apresentando um descolamento entre as curvas de desempenho que se manifesta a partir do 6º mês e vai aumentando suavemente até o 60º mês com aproximadamente 5% de incremento. É provável que a otimização das equipes engajadas também tenha contribuído positivamente para este resultado, pois compartilhar visão com menos pessoas é mais fácil que com maior número.

5.2. SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO MODELO INTEGRAL

Para a simulação do sistema de avaliação nesta etapa, se considerou o modelo de AD integral sem a revisão periódica das metas sustentadas. Como parâmetro de comparação, os mesmos elementos avaliados no item anterior (Produtividade mensal, Equipes engajadas, Conhecimento acumulado e Visão compartilhada) foram considerados, onde as simulações do arquétipo, arquétipo+SAR e modelo integral foram comparados. Abaixo são apresentados os gráficos de comparação do comportamento do sistema de avaliação de desempenho dinâmico para Produtividade mensal (Figura 30), Equipes engajadas (Figura 31), Conhecimento acumulado (Figura 32), e Visão compartilhada (Figura 33). As análises estão descritas logo após cada figura. O objetivo de analisar estes cenários foi verificar as contribuições dos FCS de forma integrada sem a revisão periódica das metas.

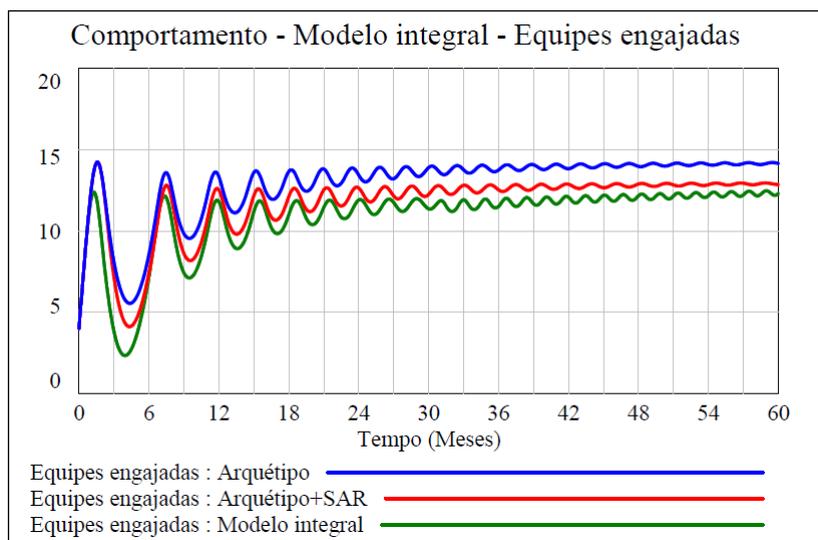
Figura 30 – Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral – Produtividade mensal



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo do comportamento da produtividade mensal apresentou maior diferença entre o “arquétipo+SAR” e o “modelo integral”. Todos apresentam oscilações muito similares até o 30º mês, quando então o gráfico do modelo integral apresenta um aumento oscilatório que se reduz muito mais suavemente do que os demais. É provável que isto se deva em função da adição do FCS PRT no conjunto que reforça a produtividade ao longo do tempo pela retenção do conhecimento acumulado que foi padronizado. Pode-se afirmar que a padronização além de reduzir a variação na forma como as pessoas realizam as tarefas, tem um efeito positivo sobre a qualidade e sobre a produtividade das equipes de trabalho, quando considerados os aspectos relacionados às expectativas dos clientes quanto à qualidade do produto e ao prazo de entrega, reforçando o ritmo da produção.

Figura 31 – Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral – Equipes engajadas

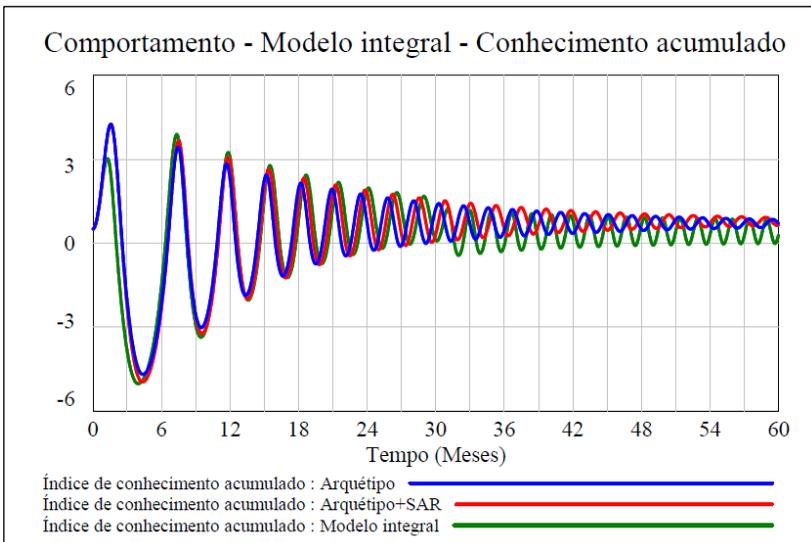


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo do comportamento das equipes engajadas é novamente o que mais sofre influência. O padrão de comportamento das curvas de desempenho é similar, apresentando praticamente os mesmos tipos de oscilação, porém o descolamento entre as curvas de desempenho do “arquétipo”, “arquétipo+SAR” e do “modelo integral” acentua-se ainda

mais. Do 12º mês até o 60º mês pode apresentar uma diferença de até 15% de otimização de equipes. No modelo integral também se pode perceber um reforço oscilatório mais acentuado que nas demais curvas de desempenho, constatando-se que o FCS PRT, operando de forma conjunta com o SAR e demais FCS do “modelo integral”, reforça que uma iniciativa de melhoria requer ainda menos equipes engajadas para atingir a meta objetivada, pela influência positiva da PRT no sistema dinâmico, pelo compromisso da equipe com a regularidade na qualidade do que se produz e pela capacidade de entrega no prazo.

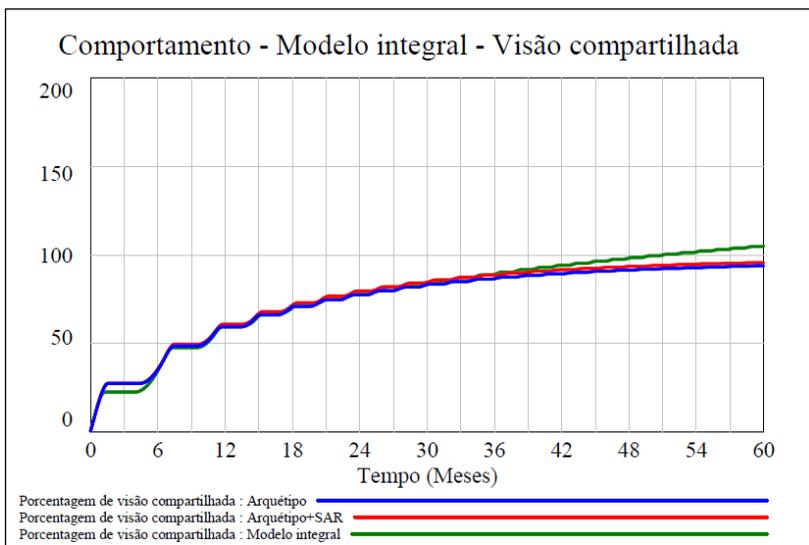
Figura 32 – Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral – Conhecimento acumulado



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo entre os comportamentos é parecido entre os três, porém apresenta maior diferença entre o “modelo integral” e os demais. A curva de desempenho do “modelo integral” se diferencia a partir do 30º mês quando apresenta um reforço oscilatório que se reduz muito mais suavemente que os demais até o 60º mês. É provável que isto ocorra em função da padronização fazer parte do ciclo que geração dos desafios que contribui para as necessidades de desenvolvimento das habilidades e retenção do conhecimento organizacional.

Figura 33 – Comparação entre arquétipo x arquétipo+SAR x modelo integral – Visão compartilhada



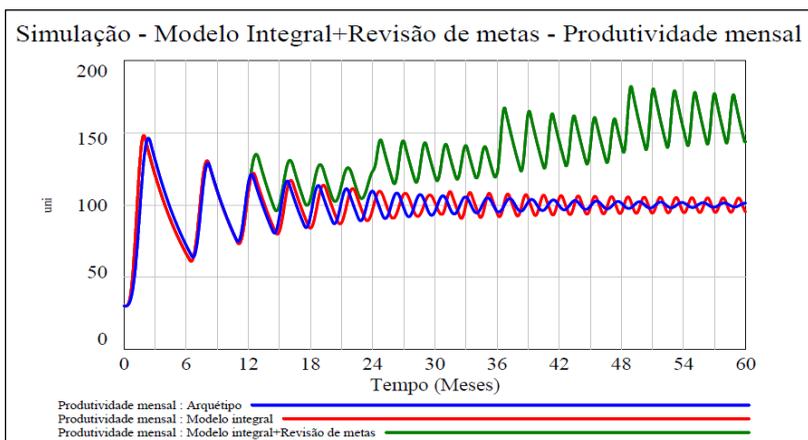
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo de comportamento da visão compartilhada apresenta uma mudança na curva de desempenho do “modelo integral”, quando a partir do 36º mês demonstra um descolamento das curvas de desempenho com um crescimento mais acentuado da visão compartilhada. De fato com a adição da PRT no conjunto, existe interferência positiva no compartilhamento da visão por meio da padronização de boas práticas de gestão, que se desdobram da estratégia à operação com um efeito de amplo espectro, se considerados além da definição operacional das habilidades, o acompanhamento do desenvolvimento da habilidade, o ritmo de produção, o monitoramento do desempenho, o reconhecimento dos resultados, o relacionamento do projeto com estratégia da organização entre outros. É interessante observar o quão representativo isto pode ser em relação à análise arquétipo+SAR, chegando a aproximadamente 10% de crescimento ao fim do 60º mês.

5.3. SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO MODELO INTEGRAL COM REVISÃO DE METAS

Para a simulação do sistema de avaliação nesta etapa, se considerou o modelo de AD integral com a revisão periódica das metas sustentadas. Como critério para ajuste de metas, foi considerado que metas sustentadas no ano deveriam ser reajustadas a uma taxa de melhoria de 15% ao ano. Para preparar a simulação do sistema de avaliação foi ajustado o elemento “Meta objetivada”, utilizando-se a fórmula “IF THEN ELSE (Time<12, 100, IF THEN ELSE (Time<24, 115, IF THEN ELSE (Time<36, 130, IF THEN ELSE (Time<48, 145, 160))))”. Como parâmetro de comparação, os mesmos elementos avaliados no item anterior (Produtividade mensal, Equipes engajadas, Conhecimento acumulado e Visão compartilhada) foram considerados, onde as simulações do “arquétipo”, “modelo integral” e “modelo integral+revisão de metas” foram comparados. Abaixo são apresentados os gráficos de comparação do comportamento do sistema de avaliação de desempenho dinâmico para Produtividade mensal (Figura 34), Equipes engajadas (Figura 35), Conhecimento acumulado (Figura 36), e Visão compartilhada (Figura 37). As análises estão descritas logo após a apresentação de cada figura. O objetivo de analisar estes cenários foi verificar como a revisão periódica de metas pode contribuir e influenciar o sistema de avaliação dinâmico.

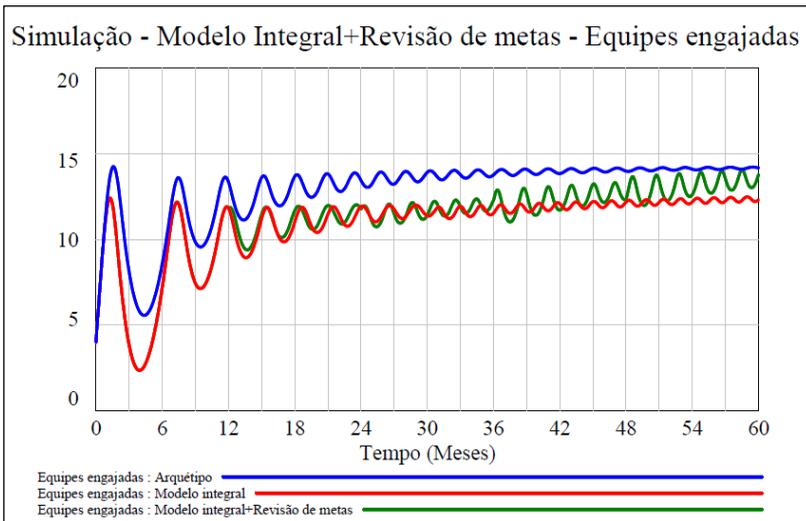
Figura 34 – Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas – Produtividade mensal



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo do comportamento da produtividade mensal apresenta uma grande diferença entre o “modelo integral+revisão de metas” e os demais. Considerando um percentual anual de 15% de melhoria sobre as metas que estão sustentadas, o sistema apresentou comportamento de crescimento e reforços oscilatórios a cada ano, exibindo o maior crescimento e reforço oscilatório mais intenso entre as comparações realizadas. Este crescimento e os reforços oscilatórios parecem se intensificar 36º e 48º meses. Observa-se que estas oscilações são potencializadas pelas mudanças sistemáticas de metas sustentadas que criam novas necessidades de desenvolvimento de equipe, que ao se deparar com o novo desafio precisa se preparar para enfrentá-lo, desenvolvendo novos conhecimentos e habilidades. É muito interessante observar como a revisão de metas pode deixar o sistema mais ativo em termos de oscilações. Fazendo-se uma analogia, ao se definir novas metas desafiadoras, criam-se “crises positivas” na organização fazendo as equipes perceberem a necessidade de desenvolvimento para encarar os desafios. O reflexo desta constatação pode ser observado no gráfico da Figura 36.

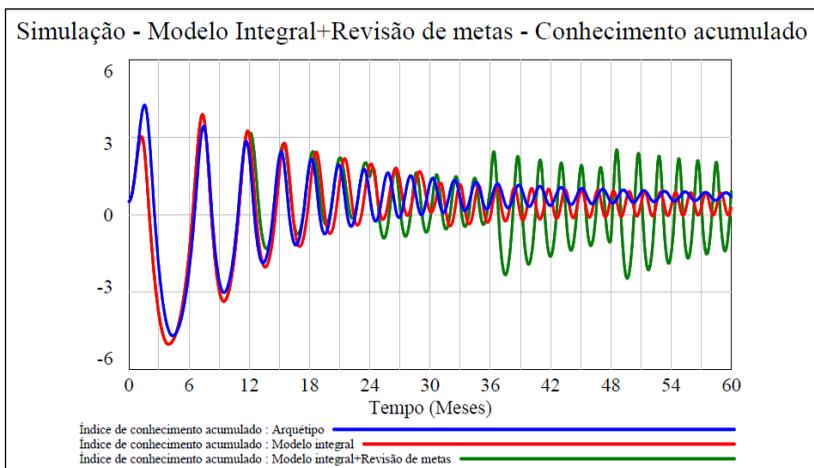
Figura 35 – Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas – Equipes engajadas



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo do comportamento das equipes engajadas no cenário do “modelo integral+revisão de metas” apresentou um aumento mais significativo em relação ao “modelo integral” a partir do 36º mês. A partir deste ponto há um descolamento significativo das curvas de desempenho que evolui até o 60º mês, além de um crescimento oscilatório que é reforçado a cada ano em função das revisões das metas, que desencadeiam novas necessidades de desenvolvimento e padronização. Apesar de haver este aumento da necessidade das equipes engajadas no cenário “modelo integral+revisão de metas” a partir do 36º mês, se comparado com os volumes de produtividade obtidos na simulação de produtividade mensal no mesmo período, este crescimento é irrisório e substancialmente compensado.

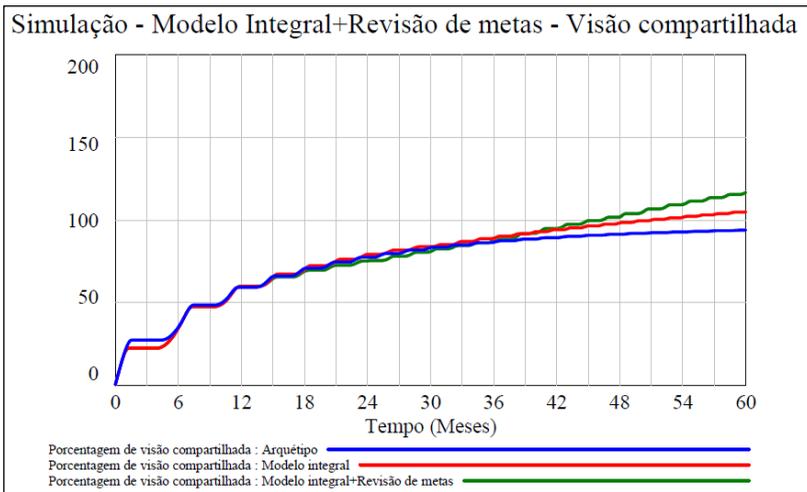
Figura 36 – Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas – Conhecimento acumulado



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo sobre o conhecimento acumulado entre os comportamentos do “arquétipo”, “modelo integral”, e “modelo integral+revisão de metas”, apresenta um impacto tão significativo quanto o da produtividade mensal. A inserção da revisão das metas no modelo integral intensifica significativamente o reforço oscilatório que apresenta crescimento das oscilações que vinham diminuindo a partir do 24º, se intensificando no 36º e 48º meses. Aqui a padronização e a revisão das metas trabalham juntas na geração dos desafios, amplificando o desenvolvimento das habilidades e a padronização do conhecimento organizacional. Conforme citado anteriormente, ao se definir novas metas desafiadoras, criam-se “crises positivas” na organização fazendo as equipes perceberem da necessidade de desenvolvimento para encarar os desafios.

Figura 37 – Comparação entre arquétipo x modelo integral x modelo integral+revisão de metas – Visão compartilhada



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

O gráfico comparativo de comportamento da visão compartilhada apresenta uma mudança na curva de desempenho do “modelo integral+revisão de metas”, quando a partir do 42º mês demonstra um descolamento da curva de desempenho do “modelo integral”, com um crescimento ainda mais acentuado da visão compartilhada. É estimulante perceber como a revisão periódica de metas sustentadas pode influenciar também neste aspecto, visto que ela conecta o sistema de avaliação e reconhecimento com visão compartilhada e a necessidade continua de desenvolvimento. É interessante também observar o quão representativo isto pode ser em relação à análise do “modelo integral”, chegando a aproximadamente 10% de crescimento ao fim do 60º mês.

6. CONCLUSÕES

Quanto ao primeiro objetivo da pesquisa, “identificar na literatura existente quais os FCSs e suas potenciais contribuições para o atingimento e a sustentação de resultados em PMs”, o objetivo foi plenamente atingido. Utilizando o *SSF*, combinando a literatura científica relativa aos eixos de pesquisa de FCSs e PMs e desenvolvendo a análise bibliométrica sobre os conteúdos das pesquisas, foi possível sintetizar novos conhecimentos a respeito dos FCSs e sua aplicação em processo e projeto de melhoria, o que permitiu o avanço desta pesquisa, assim como permitirá outros pesquisadores, acadêmicos e praticantes evoluir nesta área do conhecimento. Deste primeiro objetivo foi possível agrupar e sintetizar todos os FCSs responsáveis pelo sucesso de projetos de melhoria de diferentes iniciativas de melhoria como *Total Quality Management*, *Lean Management*, *Six Sigma*, *Lean Six Sigma* e *Kaizen*. No fragmento da literatura estudado foram identificados 25 fatores críticos, dos quais 15 FCSs relacionados à gestão das iniciativas de melhoria, excedendo o escopo do PM. São eles: Alinhamento Estratégico; Seleção, Priorização e Acompanhamento de Projetos; Foco no Cliente; Gestão do Fornecedor; Infraestrutura Organizacional; Cultura e Comunicação de Melhoria; Comprometimento da Alta Liderança; Comprometimento da Média Liderança; Educação, Treinamento e Aprendizado; Trabalho em Equipe; Autonomia e Empoderamento da Equipe / Funcionário; Sistema de Avaliação e Reconhecimento; Participação dos Funcionários; Motivação e Atitude para Mudança; e Cooperação Interdepartamental. Dos 10 FCSs relativos diretamente aos projetos de melhoria, pode-se identificar 1 FCS relativo ao pré-projeto (Planejamento do evento de melhoria), 6 FCSs relativos ao projeto (Habilidade, Experiência e Multi Disciplinaridade da Equipe; Habilidade, Experiência e Atitude do Líder; Conhecimento de Metodologias e Ferramentas; Escopo, Objetivos e Metas; Atingimento de Objetivos e Resultados; e Padrões / Rotinas da Área de Trabalho), e 3 FCSs relativos ao pós-projeto (Impacto e Sucesso Percebido; Monitoramento e Comunicação do Desempenho; e Sustentação dos Objetivos e Resultados). Este estudo possibilitou a diagramação dos FCSs em relação ao processo de melhoria e as fases do PM, permitindo apresentá-los de forma estruturada na figura 6. Também foi possível descrever todas as definições conceituais que os FCSs identificados representam, abrangem e compreendem. A definição conceitual de cada um dos FCSs durante a pesquisa do primeiro objetivo deve auxiliar os

praticantes e pesquisadores na compreensão do que efetivamente se entende por cada um dos FCSs.

Quanto ao segundo objetivo da pesquisa, “determinar quais os FCSs relevantes para desenvolver o modelo de AD, para simulação do comportamento dinâmico do sistema”, foi possível atender e este objetivo durante a análise do PB relativo à FCSs em PMs, em função da descoberta de duas pesquisas que tratam da realização de *surveys* para avaliar os FCSs em PMs e além disto, identificam os FCSs mais significativos segundo a perspectiva das lideranças das áreas, líderes de projetos e consultores em melhoria. Estas pesquisas foram conduzidas no Brasil e no México, em diversas indústrias de transformação (Automotiva, Agroquímica, Usinagem, Estamparia, Aeroespacial, Elétrica, Médica, Plástico e Têxtil) que possuem iniciativas de melhorias (TANAKA; MUNIZ; NETO, 2012; GARCÍA; RIVERA; INIESTA, 2013). Pela aderência destas pesquisas a este objetivo, pelo alinhamento das mesmas ao modelo de referência a ser explorado na abordagem DS e pelas restrições de tempo de pesquisa, foram adotados estes FCSs mais significativos: 1-Cultura e comunicação de melhoria; 2-Alinhamento estratégico; 3-Foco no cliente; 4-Comprometimento da alta liderança; 5-Comprometimento da média liderança; 6-Habilidade, experiência e atitude do líder do projeto; 7-Educação, treinamento e aprendizado; 8-Sistema de avaliação e reconhecimento; 9-Escopo, objetivos e metas claras; 10-Padrões / Rotinas da área de trabalho; 11-Monitoramento e comunicação do desempenho.

Quanto a primeira parte do terceiro objetivo “desenvolver e aplicar o modelo de AD dinâmico, por meio do modo de referência”, pela metodologia proposta e pelo modo de referência escolhido, foi plenamente possível desenvolver e validar o modelo. A metodologia se mostrou ágil, facilitando a construção a partir de um arquétipo existente recomendado por Senge *et al.* (2010). As iterações rápidas para “modelar um ciclo no diagrama de enlace causal (de cada vez), modelar um ciclo no diagrama de estoque fluxo, testar e ajustar até validar o comportamento” apresenta vantagem em relação ao método de modelagem dinâmica tradicional, onde toda modelagem de enlace causal (qualitativa) é concluída antes que se realize a modelagem do estoque fluxo (quantitativa), pois por meio de cada ciclo ágil de modelagem, verifica-se o funcionamento adequado de cada ciclo, antes de seguir para o próximo ciclo, além de isolar falhas ou problemas que o modelo em construção possa apresentar. Isto permite construir o modelo mais rapidamente e evitar retrabalho no processo de modelagem.

Quanto a segunda parte do terceiro objetivo, “avaliar como a falta de políticas de controle sobre os FCSs “SAR” e “Revisão de Metas Sustentadas”, podem impactar no desempenho dos PMs” foi possível observar descobertas interessantes durante as simulações realizadas por meio do modelo de AD dinâmico criado. Elas são apresentadas na tabela 12 e resumidas na sequência:

Tabela 12 – Constatações da aplicação do modelo de AD

Aspectos avaliados	Simulações		
	Arquetipo+SAR	Modelo integral	Modelo integral+ Revisão de metas
Produtividade mensal	Apresentou baixa influência na produtividade.	Apresentou média influência na produtividade. Foi observado um reforço oscilatório na produtividade a partir do 30º mês devido ao FCS PRT.	Apresentou alta influência. Aqui aconteceu o maior crescimento (60%) e o maior reforço oscilatório devido as forças combinadas (SAR + PRT + Revisão de Metas).
Equipes engajadas	Apresentou alta influência. Foi observada a otimização do engajamento em até 10% a partir dos 12 meses da curva de desempenho.	Apresentou alta influência. Foi observada a otimização do engajamento em até 15% a partir dos 12 meses da curva de desempenho.	Apresentou alta influência. Foi observado o aumento do número de equipes em aproximadamente 10% do 36º ao 60º mês, porém foi compensado pelo aumento da produtividade mensal.
Conhecimento acumulado	Apresentou baixa influência sobre o conhecimento acumulado.	Apresentou média influência. Foi observado um reforço oscilatório a partir do 30º mês devido à PRT.	Apresentou alta influência, com aumentos oscilatórios significativos ao 24º, 36º, 48º meses.
Visão compartilhada	Apresentou média influência no crescimento da visão compartilhada a partir do 6º mês em até 5%.	Apresentou alta influência no crescimento da visão compartilhada a partir do 36º mês em até 10%.	Apresentou alta influência no crescimento da visão compartilhada a partir do 42º mês em até 20%.

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Resumo das descobertas:

- O modelo integral com revisão sistemática de metas sustentadas é o que apresenta o melhor desempenho em todos os aspectos

- avaliados: produtividade mensal, equipes engajadas, conhecimento acumulado e visão compartilhada;
- O SAR atuando de forma isolada no arquétipo, quase não influencia na melhoria da produtividade mensal e no conhecimento acumulado, apesar de impactar consideravelmente na otimização das equipes engajadas e contribuir para melhorar a visão compartilhada;
 - Para assegurar a melhoria contínua da produtividade é fundamental trabalhar com o “modelo integral + revisão de metas” sustentadas;
 - Os reforços oscilatórios observados no aspecto “Conhecimento acumulado” do “modelo integrado+revisão das metas” não devem ser considerados como negativos, mas sim encarados como fruto das necessidades de desenvolvimento de habilidade gerado a partir da revisão das metas e das necessidades de padronização;
 - O SAR, a PRT e a revisão de metas sustentadas trabalhando integradas ao arquétipo, contribuem para geração do melhor desempenho da visão compartilhada;

Quanto a originalidade desta dissertação, não foram observadas pesquisas no fragmento da literatura avaliado, que apresente proposta similar, de desenvolver um modelo de AD para PMs baseado nos FCSs por meio da abordagem DS. Esta oportunidade de pesquisa é somente comentada como oportunidade futura no trabalho de Godinho Filho e Uzsoy (2011).

Como futuras oportunidades de evoluir este trabalho pode-se relacionar:

- 1) Comparar as pesquisas conduzidas utilizando o método tradicional e o método ágil, para avaliar os benefícios e limitações de ambos os métodos;
- 2) Realizar tratamento estatístico na curva de desempenho do modo de referência e incorporar os ruídos observados no gráfico de resultados do modo de referência para a curva de simulação do desempenho do modelo, para avaliar as diferenças de comportamento das simulações com e sem este tratamento;
- 3) Ampliar o modelo de AD dinâmico, incorporando os demais FCSs não considerados na sua primeira versão;
- 4) Ampliar partes do modelo, como por exemplo, a parte da motivação das pessoas, para avaliar o impacto das estratégias

e práticas de gestão das pessoas no desempenho dos projetos e processos de melhoria;

- 5) Adaptar o modelo e desenvolver estudo de caso para avaliar projetos de melhoria administrativos;
- 6) Ampliar a aplicação do modelo na indústria, por meio de pesquisa-ação, testando-o e validando-o em diferentes empresas;

São apontadas algumas limitações desta pesquisa em relação revisão da literatura: (i) A fórmula de busca para capturar o banco de artigos relativo à FCSs em PMs estava limitada aos seguintes termos: “*success factor**”, “*success critical factor**”, “*critical factor**”, “*improvement project**”, “*kaizen*” e “*organi?ational change**”; (ii) A fórmula de busca para capturar o banco de artigos relacionado a AD em PMs utilizando a abordagem DS estava limitada aos seguintes termos: “*improvement project*”, “*kaizen*”, “*organi?ational change**”; “*system dynamic**”; “*systems thinking*”; “*performance measurement*”; “*performance evaluation*”; “*performance assessment*”; “*performance appraisal*”; “*best practices*” e “*management*”; (iii) Os artigos foram coletados de 5 bases de dados científicas (*Scopus*, *Compendex-Engineering Village*, *Web of Science*, *ANTE-ProQuest* e *EBSCO*) que estavam disponíveis gratuitamente na internet. (iv) O PB foi determinado baseado nas delimitações da pesquisa durante o processo: artigos publicados em Português e Inglês. (v) O conhecimento conceitual foi usado para selecionar e categorizar os artigos, então há possibilidade que alguma perda possa ter ocorrido durante a classificação.

São também apontadas algumas limitações desta pesquisa em relação ao estudo de caso desenvolvido: (i) O estudo de caso foi realizado em somente uma empresa de grande porte do segmento têxtil, sendo necessário investigar mais profundamente se o modelo pode ser aplicável para mais empresas de diferentes segmentos; (ii) O modo de referência utilizado para o estudo de caso é baseado em 5 projetos de melhoria de produtividade realizados de 2013 a 2017.

Quanto às contribuições e implicações práticas, este trabalho pode auxiliar pesquisadores com interesse nas áreas de avaliação de desempenho, melhoria contínua, mudança organizacional e dinâmica de sistemas:

- Por meio da estrutura consolidada de FCSs para PMs apresentada, que serve como ponto de partida para outras pesquisas associadas ao tema;

- Auxiliando na adoção e desenvolvimento de métodos de modelagem DS mais ágeis;
- Permitindo aos pesquisadores a visualização da aplicação da DS em novos contextos;

Quanto às contribuições e implicações para praticantes, este modelo pode auxiliar as lideranças das organizações industriais, na gestão das melhorias organizacionais:

- Sendo um instrumento de apoio à decisão para melhorar a compreensão do que é mais crítico;
- Possibilitando a definição de políticas de controle visando à geração de melhores resultados.

REFERÊNCIAS

(*) ABRAHAM, M.; CRAWFORD, J.; FISHER, T. **Key factors predicting effectiveness of cultural change and improved productivity in implementing total quality management.** International Journal of Quality & Reliability Management. v. 16, n. 2, p.112-132, 1999.

ARIENTE NETO, R. **Modelo para avaliar o comportamento dinâmico da agregação de serviços no contexto de PSS.** 2013. 230 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ARIENTE NETO, R. **Modelo de Dinâmica de Sistemas para avaliar a capacidade na Manufatura Orientada a Serviços.** 2018. 213 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

ARIENTE NETO, R.; SILVA, S. L.; MIGUEL, P. A. C.; FORCELLINI, F. A.; FERREIRA, M. G. G. **Elementos integrantes de um sistema produto-serviço como potencial para alcançar um desenvolvimento sustentável:** bibliometria e análise de conteúdo. REVISTA PRODUÇÃO ONLINE. , v.14, p.914 - 938, 2014.

ARIENTE NETO, R. ; WERNER, S. M. ; MALDONADO, M. U. ; FORCELLINI, F. A. **Modelo para o ensino/aprendizagem da modelagem pela Dinâmica de Sistemas:** baseado na abordagem Toyota Kata. In: CLADS - LATIN AMERICAN CONFERENCE ON SYSTEM DYNAMICS, 15, 2017, Santiago. Anais. p. 529 - 542.

ARGOTE, L.; EPPLE, D. **Learning curves in manufacturing.** Science, v. 247, n. 4945, p. 920-924, 1990.

(*) ANTONY, J.; BANUELAS, R. **Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program.** Measuring Business Excellence. v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002.

BEECHAM, S.; HALL, T.; RAINER, A. **Deining a Requirements Process Improvement Model**. *Software Quality Journal*, n. 13, p. 247-279, 2005.

(#) BIANCHI, C.; BIVONA, E.; COGNATA, A.; FERRARA, P. ; LANDI, T.; RICCI, P. **Applying system dynamics to foster organizational change, accountability and performance in the public sector: A case-based Italian perspective**. *Systems Research and Behavioral Science*. v. 27, p. 395-420, 2010.

(*) CORONADO, R.B.; ANTONY, F. **Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations**. *The TQM Magazine*. v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

DANIEL, R. D. **Management Information Crisis**. *Harvard Business Review*. v. 39, n. 5, p. 111-121, 1961.

DEMING, W. E. **The New Economics: For Industry, Government, Education**. MIT Press, Cambridge, 1993. 135 p.

(#) EMUZE, F.; SMALLWOOD, J.; HAN, S. **Factors contributing to non-value adding activities in South African construction**. *Journal of Engineering, Design and Technology*. v. 12, n. 2, p. 223-243, 2014.

(*) FARRIS, J.A.; VAN AKEN, E.M.; DOOLEN, T.L.; WORLEY, J. **Critical success factors for human resource outcomes in Kaizen events: An empirical study**. *International Journal of Production Economics*. v. 117, p. 42-65, 2009.

FERENHOF, H.A.; FERNANDES, R.F. **Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF**. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*. v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

FORRESTER, J. W. **Industrial Dynamics**. Massachusetts Institute of Technology Press, 1961. 464 p.

FORRESTER, J. W. **System Dynamics and a lesson for 35 years**. Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA, 1991.

(*) GARCÍA, J. L.; RIVERA, D. G.; INIESTA, A. A. **Critical success factors for Kaizen implementation in manufacturing industries in Mexico.** International Journal of Advanced Manufacturing Technology. v. 68, p.537-545, 2013.

(*) GARCÍA, J. L.; MALDONADO, A. A.; ALVARADO, A.; RIVERA, D. G. **Human critical success factors for kaizen and its impacts in industrial performance.** International Journal of Advanced Manufacturing Technology. v. 70, p.2187-2198, 2014.

GEORGE, M. L.; ROWLANDS, D.; PRICE, M.; MAXEY, J. **The Lean Six Sigma Pocket Book: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity.** McGraw-Hill, New York, 2005. 282 p.

(*) GLOVER, W. J.; FARRIS, J. A.; VAN AKEN, E. M.; DOOLEN, T. L. **Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: An empirical study.** International Journal of Production Economics. v. 132, n. 2, p. 197-213, 2011.

(#) GODINHO FILHO, M.; UZSOY, R. **Effect of lot size reduction and continuous improvement on Work In Process and utilization.** Produção, v. 19, n. 1, p. 214-229, 2009.

(#) GODINHO FILHO, M.; UZSOY, R. **The effect of shop floor continuous improvement programs on the lot size-cycle time relationship in a multi-product single-machine environment.** International Journal of Advanced Manufacturing Technology. v. 52, p. 669–681, 2011.

(*) HAILU, H.; KEDIR, A.; BASSA, G.; JILCHA, K. **Critical success factors model developing for sustainable Kaizen implementation in manufacturing industry in Ethiopia.** Management Science Letters. v. 7, n.12, p. 585-600, 2017.

(#) HILMOLA, O.-P.; HELO, P. **Productivity of software projects: A case analysis.** International Journal of Information Technology and Management. v. 5, n.1, p.37-51, 2006.

IMAI, M. **Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management.** McGraw-Hill, New York, 1997. 385 p.

(#) KO, C.-H.; CHUNG, N.-F. **Lean design process**. Journal of Construction Engineering and Management. v. 140, n. 6, p. 1-11, 2014.

(*) LERTWATTANAPONGCHAI, S; SWIERCZEK, F.W. **Assessing the change process of Lean Six Sigma: a case analysis**. International Journal of Lean Six Sigma. v. 5, n. 4, p. 423-443, 2014.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman, Porto Alegre, 2005. 316 p.

(*) MAGNUSSON, M.G.; VINCIGUERRA, E. **Key factors in small group improvement work: An empirical study at SKF**. International Journal of Technology Management. v. 44, n.3-4, 2008.

MATTOS, D. L., ARIENTE NETO, R., MERINO, E. A. D., FORCELLINI, F. A. **Simulating the influence of physical overload on assembly line performance: A case study in an automotive electrical component plant**. Applied ergonomics. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.001>.

MERINO, E. A. D.; FORCELLINI, F. A.; ARIENTE NETO, R.; WAGNER, A. **Modelo para avaliar o comportamento dinâmico da evolução da comercialização de produtos em um contexto de inovação aberta**. Gestão & Produção. , p.1 - 13, 2015.

(#) MINAMI, N. A.; SOTO, L. L.; RHODES, D. H. **Dynamic Lean Management of the Naval Construction Process**. Engineering Management Journal. v.22, n.2, p. 36-43, 2010.

(#) MORADI, S., NASIRZADEH, F.; GOLKHOON, F. **Modeling labor productivity in construction projects using hybrid SD-DES approach**. Scientia Iranica A. v. 24, n. 6, p. 2752-2761, 2017.

(*) MOTWANI, J. **A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study**. Industrial Management & Data Systems. v. 103, n. 5, p.339-346, 2003.

(*) NORDIN, N.; MD DEROS, B.; WAHAB, D. A.; AB. RAHMAN, M. N. **A framework for organisational change management in lean**

manufacturing implementation. International Journal of Services and Operations Management. v. 12, n. 1, p. 101-117, 2012.

(#) OGUNLANA, S. O.; LI, H.; SUKHERA, F.A. **System dynamics approach to exploring performance enhancement in a construction organization.** Journal of Construction Engineering and Management. v. 129, n.5, p.528-536, 2003.

(*) OROPESA-VENTO, M.; GARCÍA-ALCARAZ, J. L.; RIVERA, L.; MANOTAS, D. F. **Effects of management commitment and organization of work teams on the benefits of kaizen: Planning stage.** DYNA, v. 82, n. 191, p.76-84, 2015.

(#) PEÑA-MORA, F.; HAN, S.; LEE, S.; PARK, M. **Strategic-operational construction management: Hybrid system dynamics and discrete event approach.** Journal of Construction Engineering and Management. v. 134, n.9, p.701-710, 2008.

(#) REDDI, K. R.; MOON, Y. B. **Simulation of new product development and engineering changes.** Industrial Management & Data Systems. v. 112, n. 4, p. 520-540, 2012.

ROCKART, J. F. **Chief Executives Define Their Own Data Needs.** Harvard Business Review, v. 52, n. 2, p. 81-93, 1979.

(#) SANTOS, S. P.; BELTON, V.; HOWICK, S.; PILKINGTON, M. **Measuring organisational performance using a mix of OR methods.** Technological Forecasting & Social Change, v. 131, p.18-30, 2018.

SAITO, C. E.; LEZANA, A. G. R. **Panorama sobre fatores críticos de sucesso em projetos: uma revisão sistemática dos últimos cinco anos (2010-2014) de contribuições científicas sobre o tema.** *Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul*, 2015.

(#) SCHNELLBACH, P.; REINHART, G. **Evaluating the effects of energy productivity measures on lean production - key performance indicators.** *12th Global Conference On Sustainable Manufacturing. Procedia, CIRP 26*, p. 492-497, 2015.

SENGE, P. M.; ROSS, R.; ROBERTS, C.; KLEINER, A.; SMITH, B. **The Fifth Discipline Fieldbook: Strategies and Tools for Building a Learning Organization.** Nicholas Brealey Publishing, London, 2010. 684 p.

SHARMA, A.; HOURSELT, G. **The Antidote: How to transform your business for the extreme challenges of the 21st century.** Managing Times Press, Durhan, 2006. 194 p.

SHARMA, A.; MOODY, P. **A Máquina Perfeita: Como vencer a nova economia produzindo com menos recursos.** Prentice Hall, São Paulo, 2003. 255 p.

STERMAN, J. D. **Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World.** McGraw-Hill, New York, 2000. 982 p.

(*) TANAKA, W. Y.; MUNIZ JR, J.; NETO, A. F. **Fatores críticos para implantação de projetos de melhoria contínua segundo líderes e consultores industriais.** Revista Eletrônica Sistemas & Gestão. v. 7, p. 103-121, 2012.

TASCA, J.E.; ENSSLIN L.; ENSSLIN S.R.; ALVES. M.B.M. **An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs.** Journal of European Industrial Training. v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010.

(*) TAYLOR, W.A.; WRIGHT, G.H. **The impact of senior managers' commitment on the success of TQM programmes: An empirical study.** International Journal of Manpower. v. 24, n. 5, p.535-550, 2003.

(*) TLAPA, D.; LIMON, J.; GARCÍA-ALCARAZ, J. L.; YOLANDA BAEZ, CUAUHTÉMOC SÁNCHEZ, C. **Six Sigma enablers in Mexican manufacturing companies: a proposed model.** Industrial Management & Data Systems. v. 116, n. 5, p.926-959, 2016.

THOMPSON JR., A. A.; STRICKLAND III, A. J. **Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução.** Pioneira, São Paulo, 2004.

(#) ULLAH, F.; JAMALUDDIN, M.; SIDDRRA, T.; SIDDIQUI, Q.; KHURSHID, M. B. **Influence of Six Sigma on project success in construction industry of Pakistan.** *The TQM Journal.* v. 29, n. 2, p. 1-44, 2017.

(#) YE, G.; YUAN, H.; SHEN, L.; WANG, H. **Simulating effects of management measures on the improvement of the environmental performance of construction waste management.** *Resources, Conservation and Recycling.* v. 62, p. 56–63, 2012.

(*) YEH, Y.-J. **Implementing a sustainable TQM system: employee focus.** *The TQM Magazine.* v. 15, n. 4, p. 257-265, 2003.

(#) YANG, M. M.-H.; YOUNG, S.; LI, S.-J.; HUANG, Y.-Y. **Using System Dynamics to Investigate How Belief Systems Influence the Process of Organizational Change.** *International Conference Of The System Dynamics Society,* p.1-16, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.** Free Press, New York, 2003. 396 p.

(#) WOODWARD-HAGG, H.; BAR-ON, I. **Large system transformation within healthcare organizations utilizing lean deployment strategies.** *International Conference Of The System Dynamics Society.* p.1-22, 2013.

(#) ZAWEDDE, A.; WILLIAMS, D. **Determinants of requirements process improvement.** *International Conference Of The System Dynamics Society,* p.1-16, 2013.