

Revista Eletrônica de Sistemas de Informação

ISSN 1677-3071

V. 12, n. 1

jan-abr 2013

doi:10.5329/RESI.2013.1201

Sumário

Editorial

[Editorial](#)

Alexandre Reis Graeml

Foco nas organizações

[JORNAIS BRASILEIROS E SUA ATUAÇÃO NA INTERNET](#)

Christian Manrich, Eduardo Henrique Diniz, Luisa Veras de Sandes-Guimarães

[FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO E BENEFÍCIOS DA ADOÇÃO DO ITIL: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES](#)

Valter de Assis Moreno Jr., João Alexandre Coelho Andrade

[MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO](#)

Evandro Alencar Rigon, Carla Merkle Westphall

Foco na tecnologia

[UM MODELO BASEADO EM ONTOLOGIA E ORIENTADO A RISCOS PARA CERTIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE PRODUTOS DE SOFTWARE](#)

Lizandra Bays dos Santos, Sergio Crespo Coelho da Silva Pinto

Foco nas pessoas

[APOIO À TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO DE PESSOAS EM PROJETOS DE SOFTWARE COM BASE EM MODELOS DE SIMULAÇÃO](#)

Simone Dornelas Costa, José Luis Braga, Luiz Antônio Abrantes, Bernardo Giori Ambrósio

[MERCADO DE TRABALHO NA ÁREA DE TI E A FORMAÇÃO SUPERIOR NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL](#)

Claudio Sonáglio Albano, Alexandre Lazaretti Zanatta, Fabiane Tubino Garcia

Ensaio

[PRINCÍPIOS E TENDÊNCIAS EM GREEN CLOUD COMPUTING](#)

Carlos Becker Westphall, Sergio Roberto Villarreal



Este trabalho está licenciado sob uma [Licença Creative Commons Attribution 3.0](#).

ISSN: 1677-3071

Revista hospedada em: <http://revistas.facecla.com.br/index.php/reinfo>
Forma de avaliação: *double blind review*

Esta revista é (e sempre foi) eletrônica para ajudar a proteger o meio ambiente, mas, caso deseje imprimir esse artigo, saiba que ele foi editorado com uma fonte mais ecológica, a *Eco Sans*, que gasta menos tinta.

APOIO À TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO DE PESSOAS EM PROJETOS DE SOFTWARE COM BASE EM MODELOS DE SIMULAÇÃO

SUPPORT TO THE DECISION MAKING PROCESS IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT IN SOFTWARE PROJECTS BASED ON SIMULATION MODELS

(artigo submetido em novembro de 2012)

Simone Dornelas Costa

Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa e Professora do Depto. de Computação da Univ. Federal do Espírito Santo (UFES)
sidornellas@gmail.com

José Luis Braga

Doutor em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e Professor do Depto. de Informática da Universidade Federal de Viçosa (UFV)
zeluis@dpi.ufv.br

Luiz Antônio Abrantes

Doutor em Administração pela Univ. Federal de Lavras e Professor do Depto. de Administração da Universidade Federal de Viçosa (UFV)
abrantes@ufv.br

Bernardo Giori Ambrósio

Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa e Professor do Depto. de Computação da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
bgambrosio@gmail.com

ABSTRACT

In this paper, we describe the results of a research project that aimed at investigating specific aspects of the decision making on people management in software project teams. Dynamic intangible variables, like stress, motivation, conflict and performance have a very high impact on people and should be included in management models. We adopted a simulation using system dynamics models, which represent a powerful technique to deal with dynamic variables taken from the problem domain. Initial results allow analyzing and testing real world decision scenarios in software project management, leading to risk avoidance and improved management.

Key-words: system dynamics; managing technical people; software project management; staffing.

RESUMO

Este artigo descreve os resultados de um projeto, cujo objetivo era investigar aspectos específicos da tomada de decisão em gestão de pessoas em equipes de desenvolvimento de projetos de software. Variáveis dinâmicas e intangíveis, como o estresse, o conflito, a motivação e a performance têm alto impacto nesta área, e devem ser incluídos nos modelos. Adotou-se a simulação utilizando modelos de dinâmica de sistemas como uma técnica poderosa para lidar com o problema. Os resultados iniciais tomados a partir das simulações realizadas utilizando o modelo desenvolvido permitem analisar e testar cenários do mundo real na gestão de projetos de software, evitando possíveis riscos associados com as decisões.

Palavras-chave: dinâmica de sistemas; gerenciamento de pessoas; gerenciamento de projeto de software; pessoal.

1 INTRODUÇÃO

As organizações durante muitos anos acreditaram que os seus bens de maior valor eram os bens materiais ou tangíveis, como, por exemplo, equipamentos, carros, produtos, entre outros. Essa concepção surgiu antes da revolução industrial e até hoje notam-se indícios ou comportamentos que justificam essa linha de pensamento. As pessoas eram vistas como apenas mão de obra que deveria ser explorada ao máximo, sem nenhum privilégio ou direito. Até o século XX, os métodos de gerenciamento de pessoas eram baseados nos Princípios de Gerenciamento Científico de Frederick Winslow Taylor, publicados em 1911, também conhecidos como Teoria X, que propunha que os trabalhadores deveriam ser tratados como máquinas, sem sentimentos, motivações ou habilidades. Recebiam ordens precisas de como realizar o trabalho e eram pagos com base na quantidade de peças produzidas (HUMPHREY, 1997).

Os trabalhos de Mary Parker Follett levaram ao conceito de ambiente organizacional integrativo, que sustenta a identidade de interesses entre trabalhadores e empresa e valoriza aspectos como a auto-realização, o autodesenvolvimento e a satisfação do ser humano (FRAGA, 2000). Mas, estudos como os de Elton Mayo, iniciados em 1924, mostram resultados que evidenciam que a forma como os trabalhadores eram tratados afetava a *performance* no trabalho (HUMPHREY, 1997). Essa descoberta foi um fator chave para o início da mudança do pensamento sobre o gerenciamento de pessoas. Segundo Albuquerque *et al.* (2005, p. 4), “na década de 1930, a preocupação com o comportamento humano nas empresas foi intensificada por dois acontecimentos: os estudos conduzidos por Elton Mayo em Hawthorne e a promulgação nos EUA do *National Labor Relations Act*, em 1934, garantindo o direito de associação dos trabalhadores americanos.” Atualmente, com a globalização, a revolução da informação e a mudança do pensamento sobre o gerenciamento de pessoas, esse cenário está em mutação constante. As pessoas, que antes ficavam no final da fila de prioridades das empresas, passaram a ser consideradas o recurso mais importante das organizações (ABDEL-HAMID, 1989; HUMPHREY, 1997; ORTIZ *et al.*, 2006; VIJAY, 1996), o que gerou consequências favoráveis e determinantes, que contribuem para reforçar essa prática gerencial.

Por outro lado, o mercado passou a exigir pessoas cada vez mais qualificadas (VIJAY, 1996). Segundo Humphrey (1997), as organizações não são criativas, apenas as pessoas o são e, para construir uma organização inovadora, deve-se ser eficaz na utilização das pessoas. Atualmente, as pessoas são reconhecidas como o capital intelectual das organizações (HUMPHREY, 1997; ORTIZ *et al.*, 2006; VIJAY, 1996). As organizações se conscientizaram de que devem também procurar formas de priorizar as pessoas, dar mais suporte para extrair maior qualidade dos serviços, inovar, competir, criar estratégias e assim melhorar ou alcançar de forma efetiva a *performance*, a produtividade e o mercado que tanto buscam. *Performance* pode ser definida como sendo uma realização, um feito,

atuação ou desempenho; e produtividade refere-se ao rendimento de uma atividade econômica em função de tempo, área, capital, pessoal e outros fatores de produção (MICHAELIS, 2009).

Estudos sobre a competitividade das empresas demonstram que as iniciativas tradicionais de aumento de qualidade e produtividade não garantem a sustentação ou incremento de posições conquistadas no mercado no passado, levando as empresas a buscar inovar, inclusive na gestão por competências (RUAS, 2005, *apud* LUCIANO *et al.*, 2012). Segundo Curtis *et al.* (2002), “as organizações, hoje em dia, estão competindo em dois mercados, um para seus produtos e serviços e outro para o talento requerido para produzir e realizá-los”. Assim, o sucesso de uma organização em seu mercado de negócios é parcialmente determinado pelo seu sucesso no mercado de talentos (CURTIS *et al.*, 2002).

Gerenciar o capital intelectual de forma correta e eficiente é um desafio que ronda as organizações. A gestão eficiente das pessoas permite obter maior produtividade, maturidade, economia, qualidade de serviço e diminuição do tempo de mercado (SAMPAIO *et al.*, 2010; HUMPHREY, 1997; ORTIZ *et al.*, 2006; VIJAY, 1996). Nas empresas de Tecnologia da Informação (TI), que desenvolvem software, a *performance* e a produtividade são impactadas por diversos fatores, sendo estratégico identificar os fatores mais relevantes que afetam a produtividade e o bem estar (SAMPAIO *et al.*, 2010). Segundo Humphrey (1997), existem muitas formas de melhorar a *performance* da organização e todas envolvem uma melhor utilização das pessoas. A gestão de pessoas é regida por parâmetros intangíveis (HUMPHREY, 1997; NOORDIN *et al.*, 2011; ORTIZ *et al.*, 2006; VIJAY, 1996), como: desejos, motivação, autoestima, confiança, satisfação, respeito, criatividade, entre outros, todos com uma característica em comum: dificuldade para avaliar e medir (SAMPAIO *et al.*, 2010; ORTIZ *et al.*, 2006).

No contexto de projetos de software, a gestão de pessoas se apresenta também como um grande desafio (HUMPHREY, 1997; VIJAY, 1996). Pinsonneault e Rivard (1998), *apud* Bobsin *et al.* (2010), afirmam que “a literatura é falha quanto ao entendimento da relação entre a TI e o trabalho gerencial”, devido à natureza das atividades que compreendem a ação gerencial, permeadas de discontinuidades, grande variabilidade e imprevisibilidade (MOTTA, 1995, *apud* BOBSIN *et al.*, 2010). De acordo com Vijay (1996), grande parte dos problemas de gestão de projetos estão relacionados com a natureza do comportamento humano. Não existe solução definitiva que possa ser aplicada para resolver todos os problemas relacionados com a produtividade no desenvolvimento de software (ALEXANDRINI *et al.*, 2006; SAMPAIO *et al.*, 2010). Focar apenas em questões técnicas, utilizar boas técnicas e métodos (CORDERO *et al.*, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2010; FREITAS e BELCHIOR, 2006), aplicar modelos de maturidade organizacional que apoiam o gerenciamento e a evolução das empresas ao definir caminhos mais bem planejados, e não dar a devida atenção às pessoas, pode levar as organizações ao fracasso.

Segundo Alexandrini *et al.* (2006), os modelos de maturidade aproximam as características de um processo eficaz, mas a organização deve abordar as questões essenciais, de acordo com o seu perfil, para desenvolver um projeto com sucesso, não esquecendo de levar em consideração pessoas, tecnologia e processos. De acordo com dados encontrados na literatura, os profissionais que trabalham na área de tecnologia ainda não recebem um tratamento adequado e, portanto, ainda existem índices insatisfatórios relacionados às pessoas, impulsionados por uma má gestão e uma visão arcaica das organizações. Por exemplo, 28% das pessoas ainda encontram-se insatisfeitas no trabalho e 41% estão desmotivadas (FRANÇA e SILVA, 2009).

Este artigo descreve resultados de um projeto que teve como objetivo construir um modelo de apoio à decisão na gestão de recursos humanos em empresas do segmento de tecnologia da informação, com foco em desenvolvimento de software. O modelo descrito permite obter uma visão sistêmica acerca das principais variáveis envolvidas e de seus relacionamentos. A maioria das variáveis envolvidas no contexto do problema apresenta comportamento dinâmico, o que contribui para que os gerentes tenham dificuldade para reproduzir mentalmente o comportamento do problema. Por essas características, as principais decisões não devem ser baseadas em modelos normativos ou de otimização, sendo adequada a adoção de técnicas de simulação com dinâmica de sistemas, que permitam trabalhar com modelos contendo variáveis dinâmicas, exibindo como soluções cenários possíveis de decisão, ao invés de indicar uma solução normativa e definitiva.

Depois de revisão sistemática e crítica da literatura sobre o tema, em áreas de conhecimento como psicologia, sociologia, antropologia, administração e nas áreas da computação que tratam das relações humanas, não foram encontrados relatos que contivessem menção a equações que estabeleçam as relações entre as variáveis do modelo e nem suas quantificações. Portanto, os modelos aqui apresentados foram baseados em coeficientes de influência desenvolvidos nesta pesquisa. Reforçando a estratégia utilizada, vários autores citados por Ortiz *et al.*, (2006) indicam a dificuldade para avaliar a confiabilidade, realismo e objetividade dos modelos que incluem variáveis intangíveis. Em contrapartida, Forrester e Richardson (*apud* Ortiz *et al.*, 2006) insistem na necessidade de incluir as variáveis intangíveis nos modelos e acreditam que omiti-las devido a não ser possível quantificá-las com precisão é um erro muito maior do que não incluí-las, mesmo com informação limitada. Sterman (*apud* Ortiz *et al.*, 2006) reforça a inclusão dessas variáveis, se forem importantes para o propósito do modelo.

A pesquisa foi realizada em bases *online* (por exemplo: *ACM Digital Library* e *IEEE Xplore*), buscando por termos que abordassem o tema do trabalho, por exemplo *managing technical people*, entre outros. Como a literatura a respeito do tema tratado é escassa, acredita-se que a literatura consultada é uma das mais relevantes, talvez as mais citadas ou completas.

Este trabalho está organizado como se segue: a seção 2 caracteriza a revisão da literatura sobre a gestão de pessoas e a dinâmica de sistemas; a seção 3 descreve o modelo de dinâmica de sistemas proposto; a seção 4 apresenta o cenário modelado; a seção 5 apresenta uma análise dos resultados obtidos a partir das simulações; e a seção 6 apresenta as principais conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 CONTEXTO

2.1 GESTÃO DE PESSOAS EM PROJETOS DE SOFTWARE

Autoconfiança, motivação, incerteza, satisfação, inovação, sentir-se importante, colaboração, experiência, conhecimento, disciplina, comunicação, respeito, autoestima, compromisso, *performance*, profissionalismo, frustração, criatividade e habilidades são exemplos de fatores intangíveis que caracterizam as pessoas (FRANÇA e SILVA, 2009; FRANÇA e SILVA, 2010; ESPINOSA *et al.*, 2012; HUMPHREY, 1997; NOORDIN *et al.*, 2011; VIJAY, 1996; WONG e BHATTI, 2009).

A gestão de pessoas é desafiadora por estar relacionada com fatores que representam expectativas relativas às pessoas. Segundo Silva e César (2009), estudos consolidados da psicologia humana afirmam que as pessoas são diferentes em diversos aspectos. Isso pode contribuir para o agravamento da obtenção do alinhamento estratégico pretendido pela empresa já que, segundo Abib *et al.* (2012), encontram-se diferentes atores, contextos, setores e realidades, ou seja, pessoas que mesmo pertencendo a uma organização podem ter expectativas diferentes e trabalhar com estratégias paralelas ao invés de complementares.

Os fatores intangíveis tornam a gestão de pessoas uma tarefa não trivial, a ser tratada pelos gerentes e pelas organizações. Segundo Vijay (1996), “em muitos casos, os problemas de gestão de projetos estão relacionados à natureza de comportamento.” Segundo Silva e César (2009), “essas diferenças influenciam motivação, preferência por atividades profissionais, efetividade no trabalho em equipe e, em última instância, desempenho individual e coletivo”. Segundo Silva e César (2009), “nos últimos anos, diversas pesquisas têm buscado aplicar teorias da psicologia à engenharia de software com o objetivo de obter teorias, técnicas e ferramentas específicas para projetos de software, em dois aspectos complementares: na alocação de pessoas a papéis funcionais (técnicos e gerenciais) do desenvolvimento de software; e na composição e gerenciamento das equipes de desenvolvimento.”

O novo enfoque para a gestão de projetos de software passa a exigir de seus gerentes habilidades voltadas para as questões relacionadas aos recursos humanos, não bastando apenas as habilidades em questões administrativas ou técnicas (CORDERO *et al.*, 2004). Portanto, deve-se entender a dinâmica do comportamento das pessoas envolvidas no ambiente de trabalho e como ela influencia os relacionamentos, as percepções e a

produtividade (VIJAY, 1996), tornando mais fácil entender o comportamento global do sistema.

Luciano *et al.* (2012) afirmam que, no contexto de gestores de TI, a dimensão “Características Comportamentais” tem relação direta com a dimensão “Relacionamento Interpessoal”, que indica a necessidade de se trabalhar mais diretamente com as características comportamentais para poder atingir as competências de relacionamento necessárias no novo cenário da TI, de menor ênfase na tecnologia em si e maior ênfase na sua utilidade para o negócio.

A gestão de pessoas é baseada nos modelos mentais dos gerentes de projeto, em suas experiências (ORTIZ *et al.*, 2006) e em suas competências técnicas, que em geral são insuficientes para enfrentar os desafios das transformações ocorridas no âmbito estratégico, de negócios e de gestão de pessoas (ROSS e FEENY, 1999, *apud* LUCIANO *et al.*, 2012). Isto se dá principalmente em organizações que não implementaram modelos de maturidade, geralmente por serem empresas de pequeno ou médio porte, não dispendo de recursos para suportar os investimentos necessários (ALEXANDRINI *et al.*, 2006), e por não competirem no mercado internacional em que as exigências nesse sentido são mais fortes. Segundo Alexandrini *et al.* (2006), no cenário brasileiro apenas as grandes empresas de desenvolvimento de software têm buscado implantar modelos de maturidade como CMM/CMMI/P-CMM, desenvolvidos pelo *Software Engineering Institute* (SEI) (CURTIS *et al.*, 2002; SEI, 2012), a fim de melhorar a gerência e o desenvolvimento de software. Os modelos mentais dos gerentes, mesmo quando muito experientes, segundo Ortiz *et al.* (2006), são simples e defeituosos devido à complexidade do relacionamento das variáveis que influenciam e compõem o ambiente de gerência de projetos de software. Simples e defeituosos no sentido de a racionalidade humana ser limitada, conforme ressaltado por Simon (1965), o qual observou a busca por uma aproximação satisfatória dos resultados desejados, devido ao processamento limitado das informações pelas pessoas. Segundo Simon (1965, p. 80), “é impossível, evidentemente, que o indivíduo conheça todas as alternativas de que dispõe ou todas as suas consequências”, o que leva Albuquerque *et al.* (2005, p. 4) a concluir “que o administrador não terá acesso a todas as informações necessárias e não será possível saber qual a melhor alternativa de comportamento ou estratégia a ser selecionada e implementada”.

Essa complexidade torna inviável tratar o problema sem a ajuda de uma ferramenta de modelagem o que justifica a necessidade do desenvolvimento de um modelo para simular a dinâmica do comportamento humano.

2.2 DINÂMICA DE SISTEMAS (DS)

A dinâmica de sistemas é um método descritivo, adequado para modelar e simular sistemas (BRAGA *et al.*, 2004), sendo baseada no pensamento e análise sistêmicos e na teoria matemática dos sistemas dinâmicos (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Essa técnica de

modelagem permite representar o comportamento dinâmico dos problemas, o que possibilita analisar, compreender e visualizar, de maneira integrada e interconectada, a forma como as políticas adotadas, ou a própria estrutura do sistema, afetam ou determinam o seu comportamento dinâmico, deixando claras as relações existentes entre as variáveis de decisão, de maneira a antecipar colapsos (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Os modelos de dinâmica de sistemas auxiliam a descoberta das principais causas sistêmicas dos comportamentos indesejados relacionados ao problema sendo analisado, o que contribui para que as soluções a serem tomadas não agravem ainda mais o problema fundamental, como ocorre quando as decisões são tomadas de forma reativa, adotando soluções paliativas (BRAGA *et al.*, 2004).

A dinâmica de sistemas foi introduzida por Jay Forrester como um método para modelar e analisar o comportamento de sistemas complexos, os quais são formados por diversas variáveis que se relacionam de forma não linear no decorrer do tempo (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Segundo Hermsdorf (2010, p. 8), “a dinâmica de sistemas é uma forma de modelagem para simulação computacional que utiliza os conceitos de realimentação de informação e variáveis de estado para modelar sistemas e explorar a ligação entre a estrutura do sistema e o comportamento evolutivo no tempo.” Segundo Ortiz *et al.* (2006, p. 80), “devido ao caráter estrutural dos modelos de dinâmica de sistemas, entende-se que a evolução temporal das variáveis do sistema modelado deriva do número de *loops*, seus tipos e a forma em que são combinados no sistema”. Com a dinâmica de sistemas, torna-se possível criar modelos com diversas variáveis de forma a representar o comportamento e as relações, evidenciando assim o comportamento de um ambiente ou sistema.

Na fase inicial do processo de modelagem, apenas como ferramenta para ajudar a entender melhor as relações entre as variáveis levantadas para o problema, podem ser utilizados diagramas de influência, que não fazem parte da notação de dinâmica de sistemas, mas servem como base para a obtenção de um modelo de dinâmica de sistemas (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Os diagramas de influência (*causal loop diagrams*) são diagramas simples com palavras e setas que ajudam a descrever relações de causa e efeito e realimentação de informações em um sistema (HERMSDORF, 2010; MADACHY, 2008).

Os diagramas de influência permitem visualizar graficamente as relações entre as variáveis chave do problema, facilitando a identificação de possíveis laços de realimentação e atrasos nos efeitos resultantes das interações entre essas variáveis (BRAGA *et al.*, 2004; HERMSDORF, 2010). Na Figura 1, apresenta-se um exemplo de um diagrama de influência que representa um comportamento que ocorre frequentemente no ambiente de trabalho. O relacionamento positivo (rotulado com “+”) entre as variáveis *conflict* e *stress* indica que, com o aumento do conflito, o estresse também aumenta. O aumento do conflito também é responsável por gerar mais conflito estabelecendo um comportamento de realimen-

tação da variável *conflict* (VIJAY, 1996). O relacionamento negativo (rotulado com "-") entre as variáveis *conflict* e *trust* indica que o aumento do conflito diminui a confiança (VIJAY, 1996). No diagrama, as ligações rotuladas com o sinal positivo ("+") indicam que ambas as variáveis variam no mesmo sentido (quando uma variável aumenta/diminui a outra variável também aumenta/diminui). Já as ligações rotuladas com o sinal negativo ("-") indicam que as variáveis variam em sentidos opostos (quando uma variável aumenta/diminui a outra variável diminui/aumenta) (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011).

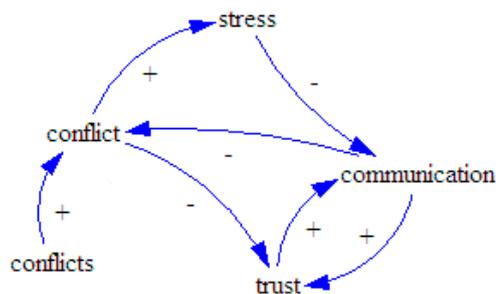


Figura 1. Diagrama de Influência
Fonte: elaborada pelos autores

Os diagramas de influência permitem identificar e visualizar as variáveis e seus relacionamentos no ambiente que se pretende estudar. Esse entendimento acerca da estrutura do problema facilita a construção dos modelos de dinâmica de sistemas, que são usados para simulações e são compostos pelos seguintes elementos: estoques, fluxos e as variáveis também conhecidas como conversores (AMBRÓSIO, 2008; BRAGA *et al.*, 2004; HERMSDORF, 2010). Os estoques são utilizados para representar algo que sofre acúmulos ou perdas ao longo do tempo. Já os fluxos modelam as funções que representam políticas ou decisões da empresa e são responsáveis pelo crescimento ou redução dos estoques (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Segundo Ambrósio (2008, p. 14), “há também os conversores, ou variáveis simples, que são os elementos do modelo que exercem influência sobre os valores dos fluxos responsáveis pela variação dos estoques”, sendo utilizado o termo “variável” para se referir aos conversores do modelo descrito neste trabalho. Os símbolos dos elementos de um modelo de dinâmica de sistemas são apresentados na Figura 2.

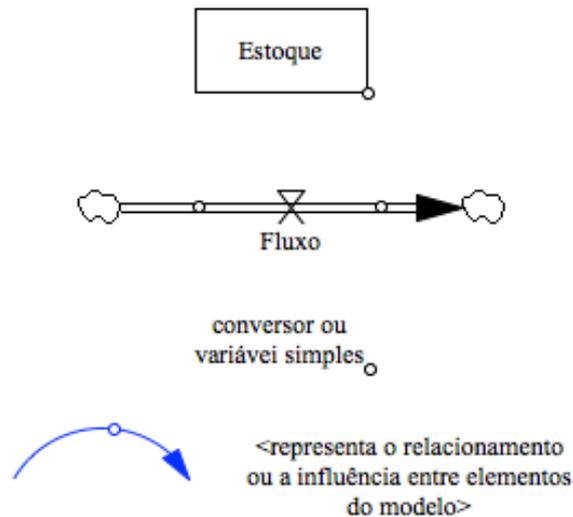


Figura 2. Símbolos dos elementos contidos em um modelo estoque-fluxo da DS
 Fonte: adaptado de Ambrósio (2008)

Na dinâmica de sistemas, os tipos de variáveis mais utilizados na construção dos modelos são: (a) variáveis de configuração, que segundo Ambrósio (2008, p. 62), “são responsáveis pela portabilidade do modelo e permitem ajustá-lo de acordo com as características da organização, da equipe e do projeto que definem o contexto da simulação”; (b) variáveis de análise, que segundo Ambrósio (2008, p. 64), “são utilizadas para determinar as regras que regem como as decisões gerenciais são tomadas e ajustar o modelo para simular as políticas gerenciais”; e (c) variáveis-gráfico que são utilizadas quando o relacionamento entre as variáveis do modelo é complexo e difícil de ser definido por meio de equações e operações matemáticas (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). As variáveis-gráfico permitem representar um relacionamento por meio de um esboço do gráfico correspondente à função matemática que quantifica o relacionamento (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.* 2011).

A dinâmica de sistemas permite identificar aspectos importantes do problema e entender e justificar comportamentos esperados e anormais. Segundo Ambrósio (2008, p. 13), “a modelagem com a dinâmica de sistemas facilita a descoberta das causas do problema e também, por meio de simulações utilizando o modelo (STERMAN, 1992), permite analisar os impactos e os efeitos colaterais das alterações planejadas antes que elas sejam implementadas no sistema real” e com isso prevenir a tomada de decisões paliativas. Por não ser um método de modelagem de uma área específica e ter um vocabulário comum, a dinâmica de sistemas permite modelar sistemas com comportamento dinâmico de qualquer área de conhecimento, facilitando a comunicação sobre problemas que possam envolver especialistas de diversas áreas (AMBRÓSIO, 2008; BRAGA *et al.*, 2004; HERMSDORF, 2010).

3 MODELAGEM DA GESTÃO DE PESSOAS EM PROJETOS DE SOFTWARE

O método para levantamento de dados e identificação de variáveis utilizado neste trabalho é classificado como pesquisa aplicada ou tecnológica, por utilizar conhecimentos básicos para gerar novos conhecimentos para aplicação prática. Como a pesquisa não é experimental, todas as variáveis que compõem o modelo foram levantadas e justificadas com base na literatura. Esse tipo de pesquisa consiste em um estudo observacional e, no âmbito dos procedimentos de pesquisa, é caracterizada pela extensa pesquisa bibliográfica. Após identificar as variáveis foram identificados os relacionamentos existentes entre elas, levando por consequência ao desenvolvimento do modelo (JUNG, 2004; MARCONI e LAKATOS, 2005; WAZLAWICK, 2009).

3.1 MÉTODO UTILIZADO

O método ou processo de construção do modelo é iterativo e incremental, tendo sido extraído de Ambrósio (2008) e Ambrósio *et al.* (2011) e é dividido em três etapas e oito passos (Figura 3). As etapas são: (a) modelagem com diagramas de influência; (b) mapeamento de diagramas de influência para modelo de dinâmica de sistemas; e (c) modelagem com dinâmica de sistemas. Na etapa (a) foi convencionado um processo de sumarização e atribuição de importância, primeira e segunda regras descritas na seção 3.2, para cada variável levantada da literatura com intuito de selecionar e refinar as variáveis mais relevantes para compor o modelo inicial. A primeira etapa (a) é subdividida em três passos, sendo eles: (a1) identificar as variáveis envolvidas; (a2) identificar os relacionamentos existentes entre as variáveis; e (a3) construir um ou mais diagramas de influência contendo as principais variáveis e relacionamentos.

A segunda etapa (b) possui um único passo, sendo ele: (b4) mapear os diagramas de influência em um modelo de dinâmica de sistemas. Após realizar esse mapeamento, deve-se obter: (b4-1) a versão preliminar do modelo de dinâmica de sistemas.

A terceira etapa (c) é subdividida em quatro passos, sendo eles: (c5) simular e refinar o modelo de dinâmica de sistemas; (c6) quantificar os relacionamentos entre os elementos do modelo de dinâmica de sistemas; (c7) validar o modelo de dinâmica de sistemas; e (c8) definir um painel de controle para o modelo de dinâmica de sistemas, que permita o seu uso para a tomada de decisão pelos gerentes de projetos de software. Segundo Ambrósio (2008) e Ambrósio *et al.* (2011), “o painel de controle do modelo é constituído por um conjunto de variáveis que permite aos gerentes ajustar o modelo de acordo com o cenário que será simulado e as características da organização, da equipe e do projeto que definem o contexto da simulação”. Embora não seja uma regra geral, o painel de controle pode conter variáveis classificadas em dois grupos: variáveis de configuração e variáveis de análise.

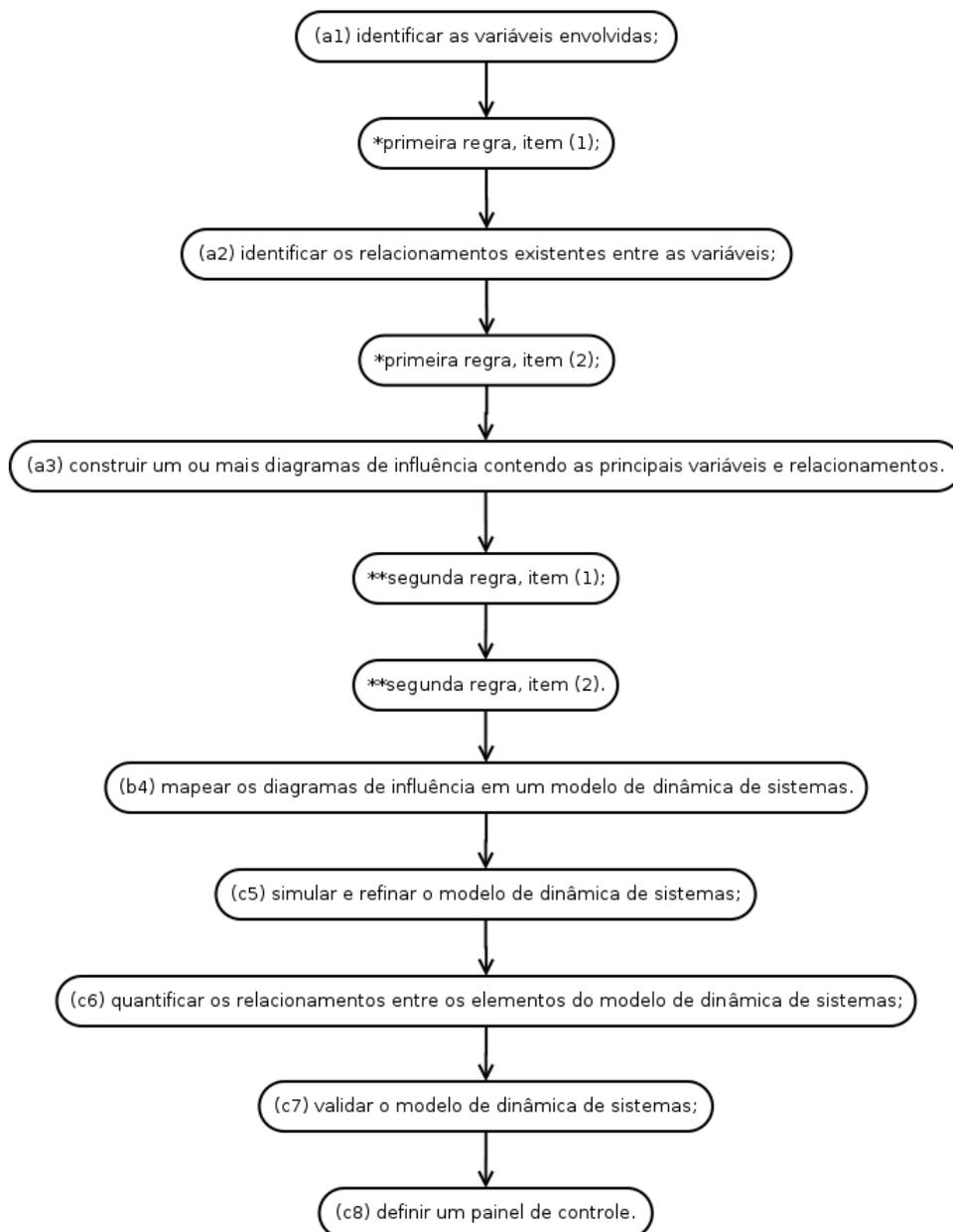


Figura 3. Diagrama de atividades para o processo de construção do modelo

*Primeira regra, itens: 1 e 2 (Seção 3.2);

**Segunda regra, itens: 1 e 2 (Seção 3.2)

Fonte: adaptado de Ambrósio (2008)

3.2 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DO MODELO

Um levantamento inicial foi realizado em diversas publicações científicas relacionadas com o contexto de gestão de pessoas em projetos de software com intuito de identificar as variáveis a serem incluídas no modelo, sendo que as principais fontes foram as seguintes: os livros *Managing Technical People* (HUMPHREY, 1997) e *Human Resource Skills For The Project Manager* (VIJAY, 1996); e os artigos de França e Silva (2009), França e Silva (2010), Espinosa *et al.* (2012), Noordin *et al.* (2011), Sampaio *et al.* (2010) e Wong e Bhatti (2009). Todo o conteúdo descrito

neste item se refere à execução da primeira etapa (a), passos (a1) e (a2), do método utilizado na construção do modelo.

Foram identificadas 66 variáveis relacionadas com a gestão de pessoas. Para o desenvolvimento de um modelo inicial foi convencionado um processo de sumarização, conforme citado na seção 3.1, composto por duas regras para refinar e selecionar as variáveis mais relevantes, ou seja, que possuem um maior grau de importância e que deveriam ser incluídas no modelo inicial. Esse grau de importância está diretamente relacionado com: (1) a quantidade de vezes que a variável aparece na literatura; e (2) a quantidade de variáveis com as quais se relaciona. Quanto maiores forem os valores de (1) e (2) maior será o grau de importância atribuído.

A primeira regra, do processo convencionado, se baseia na sumarização, itens: (1) de cada variável para cada fonte estudada; e (2) do relacionamento de influência de cada variável com as demais. A sumarização de cada variável (item 1) foi contabilizada da seguinte forma: quando uma variável é referenciada em uma fonte pesquisada evidenciando alguma informação sobre o seu comportamento, e/ou a sua influência e/ou o seu relacionamento com outras variáveis, ela é contabilizada apenas uma vez para cada fonte estudada, mesmo que outras fontes contenham a mesma informação a seu respeito. Dessa forma, a sumarização não foi baseada na contagem de ocorrências de cada variável para cada fonte estudada, como é feito em Sampaio *et al.* (2010). Para o livro "*The Human Aspects of Project Management: Human Resource Skills for the Project Manager*" (VIJAY, 1996), os capítulos 1, 2, 3 e 6, que tratam da comunicação, motivação, conflito e estresse respectivamente, foram assumidos como referências diferentes. Isso foi realizado devido a cada capítulo tratar de uma das variáveis selecionadas e trazer informações antes não discutidas em outras fontes estudadas sobre o relacionamento e comportamento tanto da variável tema do capítulo quanto das outras variáveis selecionadas.

Na Tabela 1, pode-se notar que a variável *motivation* foi contabilizada duas vezes para a referência *VIJAY, 1996*, a qual se refere a alguma agregação de informação para esta variável nos capítulos: 1 – que apesar de tratar sobre a comunicação, evidencia que a motivação influencia a *performance* positivamente e é influenciada positivamente pelo *relationship*; e 2 – que trata da motivação e evidencia a sua influência: (a) negativa ao *conflict* e *stress*; (b) positiva à *productivity*, à *performance* e a outras cinco variáveis entre as 66 levantadas. Já a sumarização do relacionamento de influência (item 2) teve por objetivo determinar o número de variáveis influenciadas por cada uma das variáveis levantadas. Para facilitar o entendimento da primeira regra, a variável *motivation* (Tabela 1, linha 6) é usada como exemplo, sendo esta contabilizada em 6 fontes (aplicação do item 1) e se relaciona influenciando outras 11 variáveis (aplicação do item 2) (sendo 3 com relacionamento negativo e 8 com relacionamento positivo), recebendo o valor 17 como grau de importância para o modelo. Todas as 66 variáveis passaram pelo mesmo processo de sumarização estabelecido na primeira regra, mas a Tabela 1, por razão de concisão, apresenta

apenas as doze variáveis que sobreviveram ao refinamento proposto pela regra 2, discutida a seguir.

Tabela 1. Variáveis do modelo inicial e suas respectivas sumarizações, após aplicação das duas regras de refinamento

Variáveis	Relacionamento com outras variáveis		Referências (Ref.)									Grau de importância
	negativo	positivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>communication</i>	5	8	x	x	x	x		x			x	19
<i>conflict</i>	7	4			x			x	x			14
<i>experience</i>	3	4	x	x								9
<i>freedom</i>	0	4	x	x								6
<i>harmony work environment</i>	1	3	x	x					x			7
<i>motivation</i>	3	8	x	x	x	x	x			x		17
<i>performance</i>	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	9
<i>productivity</i>	0	0	x	x		x	x	x	x	x		7
<i>relationship</i>	0	4			x	x						6
<i>reward systems</i>	0	7		x					x	x		10
<i>stress</i>	6	0							x			7
<i>trust</i>	0	4	x	x	x		x					8

Ref. [1] Humphrey (1997); [2] Noordin *et al.* (2011); [3] Wong e Bhatti (2009); [4] Capítulo 1 (VIJAY, 1996); [5] Capítulo 2 (VIJAY, 1996); [6] Capítulo 3 (VIJAY, 1996); [7] Capítulo 6 (VIJAY, 1996); [8] França e Silva (2009); França e Silva (2010); [9] Espinosa *et al.* (2012)

Fonte: elaborada pelos autores (dados da pesquisa)

A segunda regra do processo convencionado, com o objetivo de refinar ainda mais o conjunto de variáveis, foi definida de acordo com os seguintes itens: (1) selecionar as variáveis que têm o grau de importância, estabelecido a partir da primeira regra, maior ou igual a 5; e (2) dentre as variáveis selecionadas no item (1) desta segunda regra, manter apenas as que possuem pelo menos um relacionamento com outra variável, também selecionada no item (1) desta segunda regra. O item (2) desta segunda regra assegura que as variáveis selecionadas relacionam-se entre si possibilitando a construção do modelo.

Após aplicar as duas regras acima definidas, as variáveis selecionadas para serem incluídas no modelo e seus respectivos graus de importância são: (1) *communication* - 19; (2) *conflict* - 14; (3) *experience* - 9; (4) *freedom* - 6; (5) *harmony work environment* - 7; (6) *motivation* - 17; (7) *performance* - 9; (8) *productivity* - 7; (9) *relationship* - 6 (10) *reward systems* - 10; (11) *stress* - 7; e (12) *trust* - 8.

3.3 DIAGRAMA DE INFLUÊNCIA

Todo o conteúdo descrito neste item se refere à execução da primeira etapa (a), passo (a3), do método utilizado para a construção do modelo. A partir das variáveis e dos relacionamentos de influência identificados foi construído o diagrama de influência apresentado na Figura 4.

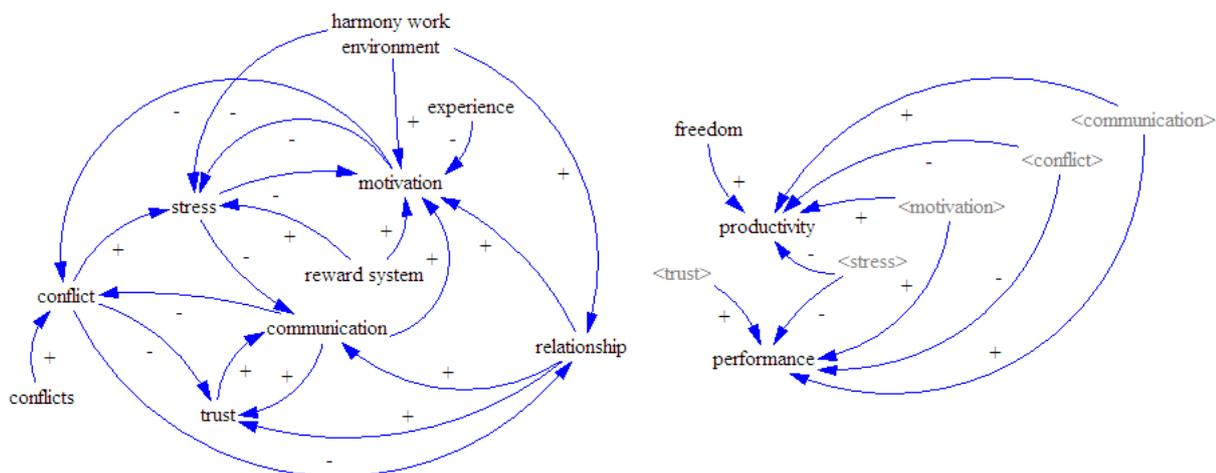


Figura 4. Diagrama de influência – variáveis do modelo inicial
Fonte: elaborada pelos autores (dados da pesquisa)

O diagrama de influência na Figura 4 mostra as relações de causa e efeito e também de realimentação entre as variáveis. Por exemplo, a variável *conflict* influencia outras quatro variáveis, a saber: *conflict* (realimentação), *relationship*, *trust* e *stress*, e é influenciada por outras três variáveis, a saber: *conflict*, *communication* e *motivation* (VIJAY, 1996).

Analisando o diagrama de influência (Figura 4) e aplicando novamente os dois itens da primeira regra descrita na seção 3.2 agora sobre as doze variáveis selecionadas, reafirma-se que as variáveis de maior grau de importância são: *motivation*, *communication* e *conflict*; e reafirma-se *freedom* e *experience* como as de menor grau de importância. Portanto, nesta primeira análise pode-se inferir que a variável que demanda mais atenção por parte do gestor é *conflict*, pois afeta negativamente e indiretamente as variáveis *communication* e *motivation*. Segundo Vijay (1996), o conflito faz parte da vida do projeto e é causado por incompatibilidade de objetivos, pensamentos ou emoções que influenciam de forma a dificultar a tomada de decisões para alcançar objetivos comuns do projeto e da organização.

Segundo Vijay (1996), “conflitos causados por problemas de comunicação são os mais comuns e acontecem em todas as fases do ciclo de vida do projeto. Entretanto, a comunicação efetiva é essencial para o sucesso do projeto.” Esta afirmativa está de acordo com o modelo apresentado, pois a comunicação afeta diretamente o conflito. Em trabalho realizado por Abib *et al.* (2012) foi constatado que o relacionamento ativo entre *stakeholders* influencia de maneira positiva a comunicação, que pode ser

promovida pela realização de reuniões, *workshops* ou conversas informais e auxilia na obtenção efetiva do planejamento estratégico pretendido.

Equipes motivadas levam à melhora da produtividade e da qualidade, ao aumento do moral e ao alcance dos objetivos do projeto. Por outro lado, a falta de motivação contribui para o aumento do nível de estresse e para a baixa produtividade e pode acarretar falhas no projeto (VIJAY, 1996). No modelo apresentado na Figura 4, isso é representado pela relação de influência entre a variável *motivation* e as variáveis *conflict*, *stress*, *productivity* e *performance*.

Após identificar a fonte de problemas, o gestor deve se respaldar na literatura e/ou em profissionais que atuam no domínio de conhecimento, uma vez que existem conflitos positivos e negativos que podem afetar a *performance*. Deve-se atentar para as principais consequências do conflito, que geram as falhas nos projetos, a saber: as tensões, o estresse, o mau relacionamento no trabalho, a diminuição mútua de confiança e de cooperação entre as pessoas (VIJAY, 1996).

Para melhorar o entendimento dos relacionamentos acerca das variáveis do diagrama de influência, apresentado na Figura 4, as relações entre as variáveis são apresentadas no Quadro 1. Neste quadro, são apresentadas todas as variáveis do diagrama de influência e seus relacionamentos, de acordo com as informações adquiridas na literatura pesquisada e as duas regras convencionadas. Pode-se observar que as variáveis *productivity* e *performance* são modeladas como fluxo (Figura 5).

Variáveis	Relacionamento	
	Negativo	Positivo
<i>communication</i>	<i>conflict</i>	<i>motivation, trust, productivity^a, performance^b</i>
<i>conflict</i>	<i>relationship, trust, productivity^a, performance^b</i>	<i>conflict, stress</i>
<i>experience</i>	<i>motivation</i>	
<i>freedom</i>		<i>productivity^a</i>
<i>harmony work environment</i>	<i>stress</i>	<i>motivation, relationship</i>
<i>motivation</i>	<i>conflict, stress</i>	<i>productivity^a, performance^b</i>
<i>performance</i>		
<i>productivity</i>		
<i>relationship</i>		<i>communication, motivation, trust</i>
<i>reward systems</i>		<i>motivation, stress</i>
<i>stress</i>	<i>communication, motivation, productivity^a, performance^b</i>	
<i>trust</i>		<i>communication, performance^b</i>

Quadro 1. Variáveis do modelo inicial e seus relacionamentos
a. *rate of productivity* (Figura 5); b. *rate of performance* (Figura 5)
Fonte: elaborada pelos autores

3.4 MODELO DE DINÂMICA DE SISTEMAS

O modelo de dinâmica de sistemas foi construído de maneira incremental, a partir do diagrama de influência apresentado na Figura 4, adicionando-se os elementos e os relacionamentos um de cada vez até se obter um modelo completo. O versionamento não é abordado neste artigo devido a questões de espaço. Todo o conteúdo descrito neste item se refere à execução da segunda etapa (b), passo (b4), e da terceira etapa (c), passos (c5), (c6) e (c7), do método utilizado para a construção do modelo.

As variáveis que no diagrama de influência apenas são influenciadas por outras e não influenciam nenhuma outra, como é o caso das variáveis *performance* e *productivity*, foram mapeadas em estoques. As variáveis que afetam diretamente alguma outra variável previamente mapeada em estoque deram origem aos fluxos no modelo de dinâmica de sistemas (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Foram criados dois fluxos no modelo de dinâmica de sistemas, a saber: *rate of performance* e *rate of productivity* cujas equações foram definidas de forma a considerar a influência de todas as variáveis que afetam respectivamente os estoques *Performance* e *Productivity*. As demais variáveis presentes no diagrama de influência (Figura 4) foram mapeadas em conversores. Estes são elementos utilizados para armazenar resultados parciais de cálculos e podem ter relações de influência com outros conversores (AMBRÓSIO, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2011). Foram incluídos outros conversores no modelo de dinâmica de sistemas para permitir a configuração dos cenários a serem simulados. O modelo de dinâmica de sistemas construído é apresentado na Figura 5.

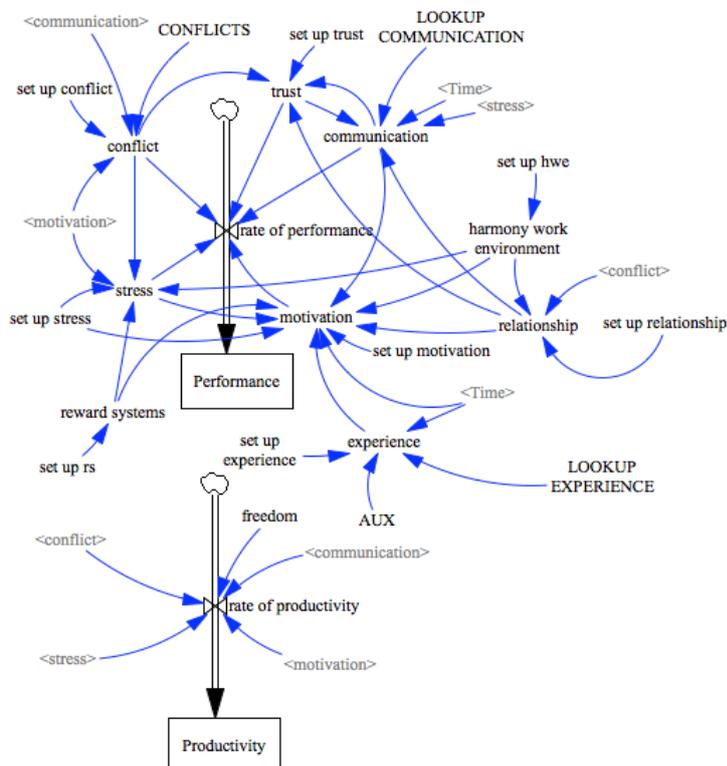


Figura 5. Modelo estoque-fluxo de dinâmica de sistemas
Fonte: elaborada pelos autores (dados da pesquisa)

O fluxo *rate of performance* é utilizado para explicar o funcionamento do processo utilizado para determinar os coeficientes de influência entre os elementos do modelo. Esses coeficientes são utilizados nas equações do modelo para definir o peso da influência de um elemento sobre o outro. O fluxo *rate of performance* é influenciado pelos conversores: *communication*, *motivation* e *trust* (positivamente); e *conflict* e *stress* (negativamente). Para determinar o coeficiente de influência de cada um desses conversores sobre o fluxo *rate of performance* foi utilizada uma tabela para listar quais dentre as 66 variáveis identificadas inicialmente influenciam a variável *performance* (que deu origem ao fluxo *rate of performance* no modelo de dinâmica de sistemas).

Verificou-se que a variável *rate of performance* é influenciada por outras quatro variáveis de forma negativa e por outras treze de forma positiva. Para cada uma das quatro variáveis relacionadas de maneira negativa foram considerados os seus respectivos graus de importância e a soma dos graus de importância de todas essas variáveis. O coeficiente de influência de cada uma dessas variáveis foi determinado pela razão entre o grau de importância da respectiva variável e a soma dos graus de importância das quatro variáveis. Por exemplo, a soma total dos graus de importância dessas quatro variáveis foi 29 e a variável *stress* possui grau de importância igual a 7. Então, o coeficiente de influência da variável *stress* sobre o fluxo *rate of performance* é igual a $7/29 = 0,241$. O mesmo processo foi aplicado para obter os coeficientes de influência dos conversores que influenciam o fluxo *rate of performance* positivamente.

Esse processo foi utilizado para definir todos os coeficientes de influência de todos os relacionamentos entre os elementos do modelo. Por exemplo, a equação do fluxo *rate of performance* foi estabelecida como segue: se $(\mathbf{0,268} \times \textit{communication} + \mathbf{0,239} \times \textit{motivation} + \mathbf{0,113} \times \textit{trust} - (\mathbf{0,483} \times \textit{conflict} + \mathbf{0,241} \times \textit{stress})) > 0$, o fluxo *rate of performance* recebe o valor resultante da avaliação da equação, caso contrário, recebe zero. Os valores em negrito são os coeficientes de influência encontrados para as variáveis que se relacionam com a variável *performance*.

Neste trabalho o estoque *Performance* poderia ter sido modelado com as variáveis que afetam a *performance* de maneira negativa dando origem a um fluxo de saída na *Performance*. Mas, para fins de analisar a real influência entre as variáveis e seus coeficientes encontrados, considerou que a melhor forma seria representar esse relacionamento em uma única equação, como mostrado acima, e representar no modelo o real fluxo de *performance* que alimentaria o estoque *Performance*, levando em conta as variáveis de maior influência nas simulações. Caso as variáveis de maior influência fossem as de comportamento negativo, o fluxo de *performance* seria pequeno ou nulo, do contrário, ele aumentaria e, por consequência, o estoque *Performance* também diminuiria/aumentaria de acordo com esses coeficientes.

4 MODELAGEM DO CENÁRIO

Devido ao grau de importância encontrado para a variável *communication*, a construção do modelo de dinâmica de sistemas teve como foco o comportamento típico da comunicação entre os *stakeholders* das equipes de projetos de software durante o ciclo de vida do projeto. A variável *communication* foi modelada de acordo com o capítulo 1 da referência VIJAY, 1996, que aborda a comunicação de equipes de projetos e apresenta um gráfico, que representa o comportamento dos níveis de comunicação de uma equipe nas quatro fases de execução de um projeto (*Concept*, *Detail*, *Execute* e *Finish*) (Figura 6). Vale ressaltar que no gráfico obtido no livro (VIJAY, 1996) não é apresentada a amplitude da comunicação de forma quantificada, ou seja, o gráfico descreve apenas como a comunicação da equipe se comporta durante as quatro fases do projeto. A forma desse gráfico foi utilizada para definir o esboço do gráfico da variável-gráfico *LOOK UP COMMUNICATION* que afeta o conversor *communication*. O tempo de simulação foi configurado para ser igual a 104 semanas, equivalente a aproximadamente dois anos de projeto.

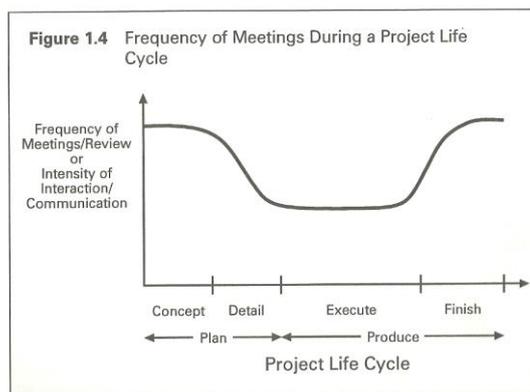


Figura 6. Níveis de comunicação da equipe ao longo da vida do projeto
Fonte: Vijay (1996)

Este modelo segue a literatura que considera a visão tradicional de influência do conflito sobre a *performance*, em que o conflito é responsável por diminuir a *performance* (VIJAY, 1996). Existe também na literatura a visão interacionista, que acredita na existência de um nível ideal de conflito na equipe, que contribui para o aumento da *performance*, sendo que valores abaixo ou acima do nível ideal contribuem para diminuir a *performance* (VIJAY, 1996).

A equipe de desenvolvimento no cenário modelado é composta por jovens que vão passar por um período inicial de dificuldade ou de pouco aprendizado e que irão, com o passar do tempo, obter uma ideia melhor, aprender e entender de fato o projeto e, portanto, obter mais experiência. Como se pode notar na Figura 4, a variável *experience* influencia negativamente a variável *motivation*. Há uma linha de pensamento que está correlacionada com a idade dos desenvolvedores, com base na qual se acredita que quanto mais velho ou experiente for o desenvolvedor, menor será a sua motivação por ele já ter alcançado todos os níveis ou ambições

desejados ou pelo fato de já estar entediado com o seu trabalho (HUMPHREY, 1997; VIJAY, 1996). Mas, neste modelo, a experiência só passa a influenciar negativamente a motivação quando o desenvolvedor sair do período inicial de dificuldade. A variável *LOOK UP EXPERIENCE* (Figura 5) foi modelada como uma variável-gráfico utilizando como esboço a forma da curva de aprendizado como é mostrado na Figura 7.

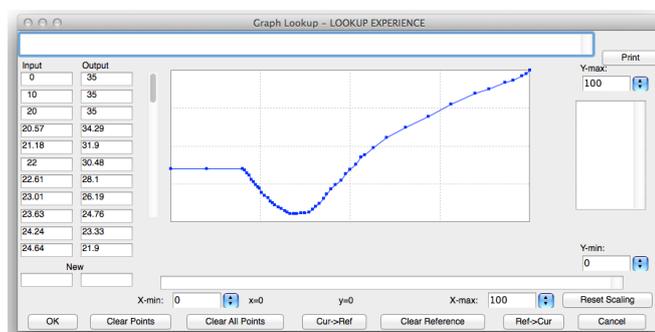


Figura 7. *LOOK UP EXPERIENCE* (variável-gráfico)
 Fonte: elaborada pelos autores

As curvas de aprendizado, segundo Anzanello e Fogliatto (2007), são representações matemáticas introduzidas por Wright em 1936, sendo úteis no monitoramento do desempenho de um trabalhador submetido a uma nova tarefa, a fim de avaliar o seu progresso à medida que as repetições da tarefa são efetuadas. A partir das repetições, o trabalhador demanda menos tempo para a execução da tarefa, há um ganho de experiência por ter se familiarizado com os meios de produção, pela adaptação às ferramentas utilizadas ou pela descoberta de “atalhos” para a realização da tarefa. A utilização das curvas de aprendizado no monitoramento e na avaliação do desempenho originou modelos compostos por funções matemáticas de complexidades diversas, distintos de curvas univariadas e multivariadas, que possibilitam a descrição do processo de aprendizado em diversos setores (ANZANELLO e FOGLIATTO, 2007).

Para permitir a configuração do modelo foi construído o painel de controle apresentado na Figura 8. Neste painel, os gestores ou tomadores de decisões podem ajustar o valor das variáveis de análise, *set up <name>*, que refletem o ajuste nas variáveis enumeradas abaixo de cada quadro desta figura. O painel de controle descrito neste item se refere à execução da terceira etapa (c), passo (c8), do método utilizado na construção do modelo. A seguir são apresentadas simulações e análises dos resultados obtidos.

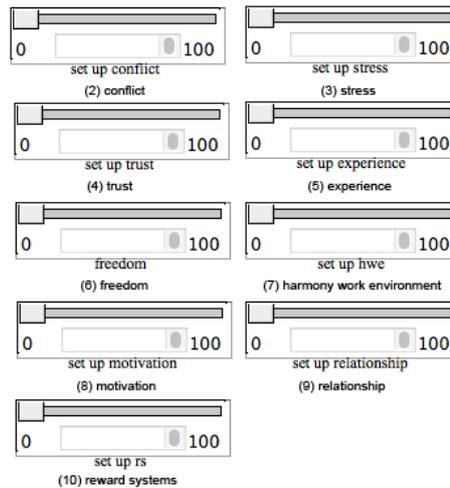


Figura 8. Painel de controle
 Fonte: elaborada pelos autores

5 SIMULAÇÕES E ANÁLISES DOS RESULTADOS

O modelo apresentado está calibrado para o cenário proposto e, seguindo as regras descritas e utilizadas (Seção 3.2), e apresenta o comportamento descrito na literatura. Este modelo tem por objetivo evidenciar a influência das principais variáveis que afetam a *performance*. O modelo não possui variáveis de configuração, que permitem modificar o cenário modelado; possui apenas variáveis de análise que podem ser ajustadas para se verificar como influenciam as demais variáveis. Este modelo, com o cenário proposto, não abrange todos os perfis de equipes e organizações, mas descreve os relacionamentos entre os fatores intangíveis que regem a gestão de pessoas e contribui para aumentar o conhecimento sobre os aspectos relativos às pessoas e apoiar os gerentes na tomada de decisões mais seguras e mais bem informadas, assegurando melhor *performance* da equipe ou do projeto.

Devido ao grande número de relacionamentos entre as variáveis, torna-se difícil para os gestores visualizar ou identificar certos comportamentos e mapear o seu “fluxo/caminho” de influência apenas com a mente humana. Isso se agrava quando as variáveis se encontram em *loops* fechados, que são característicos nesses modelos e contribuem para o aumento da complexidade de entendimento. Esse tipo de *loop* nada mais é do que um fluxo caracterizado por um ciclo contínuo de influência entre algumas variáveis. Segundo Kirkwood (1998), é um fenômeno em que mudanças no valor de uma variável influenciam indiretamente os valores futuros dessa mesma variável. Como um exemplo de *loop* fechado tem-se: o *stress* que influencia a *communication*, que influencia a *motivation* que por sua vez influencia o *stress* (Figura 4).

A primeira simulação realizada, denominada *default* ou padrão, teve por objetivo obter o esboço do gráfico da *Performance* para o modelo em equilíbrio. O modelo está em equilíbrio quando todas as variáveis de análise

se são definidas com o valor zero e por isso não influenciam as demais variáveis durante a simulação. As demais simulações tiveram por objetivo obter o esboço do gráfico da *Performance* sob a influência de cada uma das variáveis de análise, a fim de compará-lo com o resultado obtido com a simulação *default*.

Foram realizadas 11 simulações com o modelo. As variáveis cuja influência foi analisada em cada simulação e a variável de análise que foi alterada no modelo para o valor 10 (valor assumido por convenção nas simulações) são apresentadas a seguir, sendo as simulações enumeradas como segue: (1) *default* [nenhuma variável alterada]; (2) *conflict* [*set up conflict*]; (3) *stress* [*set up stress*]; (4) *trust* [*set up trust*]; (5) *experience* [*set up experience*]; (6) *freedom* [*set up freedom*]; (7) *harmony work environment* [*set up hwe*]; (8) *motivation* [*set up motivation*]; (9) *relationship* [*set up relationship*]; (10) *reward systems* [*set up rs*]; e (11) *all-vars* [variáveis: (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8) e (9) configuradas com o valor 10].

Para comparar os resultados das 11 simulações foi considerada a área sob a curva do gráfico obtido para o estoque *Performance*, a fim de analisar de maneira holística a *performance* durante toda a duração do projeto. Os dados ou coordenadas da curva do gráfico obtido para o estoque *Performance* em cada simulação realizada com o software Vensim PLE 5.11A (VENSIM, 1996-2012) foram inseridos no software Graph 4.4 (JOHANSEN, 2012) em forma de uma série de pontos ou coordenadas. Em seguida foi feita a criação/prospecção dos gráficos e a definição das respectivas funções, o que permitiu realizar o cálculo da área utilizando a integral da função. Para a construção das funções foi utilizada a inserção da linha de tendência do tipo polinomial com ordem 104 sobre a série de pontos obtidos para que as funções dos gráficos fossem estabelecidas de modo que mais se aproximassem dos pontos inseridos e dos gráficos resultantes da simulação no Vensim (VENSIM, 1996-2012). Foge aos objetivos deste artigo entrar em detalhes sobre esse ponto da simulação.

A Figura 9 apresenta os gráficos, resultantes das 11 simulações realizadas, obtidos para o estoque *Performance*, sendo o valor inicial (origem) igual a zero. A partir do gráfico (2) é apresentada nos gráficos uma linha vermelha que representa a simulação (1) *default* e a linha azul representa a variação obtida no estoque *Performance* resultante da alteração na respectiva variável de análise. É possível comparar e analisar, via gráfico, a variação no estoque *Performance*. Como algumas variações na *Performance* foram pequenas ou nulas, torna-se difícil a visualização ou distinção entre as linhas vermelho e azul.

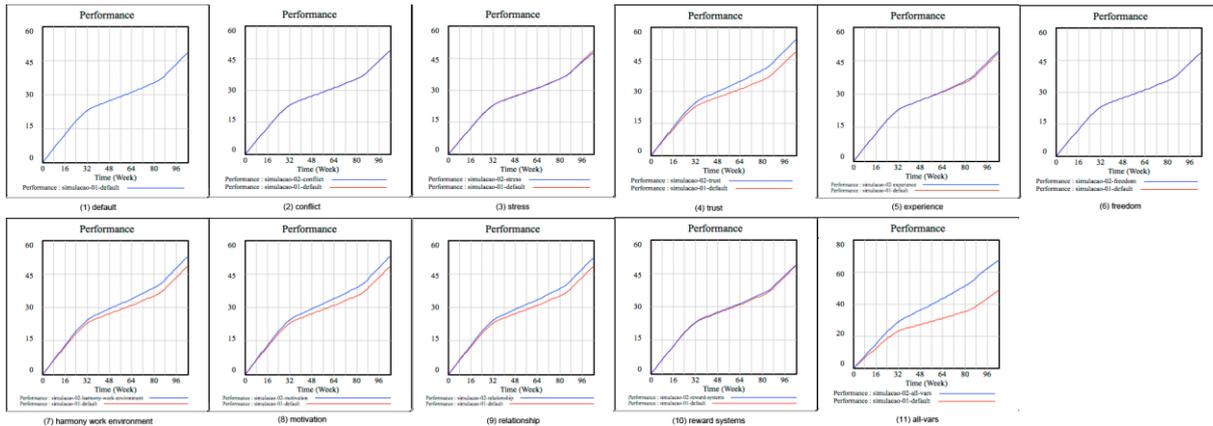


Figura 9. Gráficos resultantes das 11 simulações que apresentam o estoque *Performance* de acordo com cada variável alterada
 Fonte: elaborada pelos autores (dados da pesquisa)

Para permitir uma melhor comparação e análise, as áreas encontradas para as 11 simulações e seus respectivos percentuais de variação com relação à simulação *default* são apresentados na Figura 10. Os valores das áreas encontradas para cada simulação são enumerados como segue: (1) 2773.534; (2) 2773.534; (3) 2756.2826; (4) 3086.634; (5) 2801.0497; (6) 2773.534; (7) 3012.717; (8) 3020.3956; (9) 2987.3041; (10) 2813.778; e (11) 3807.5532. Foi realizada também uma comparação da porcentagem de variação, ou seja, de aumento ou redução, ocorrida em cada simulação com relação à simulação (1) *default*. A alteração do valor das variáveis de análise, de zero para 10, altera a *Performance* da seguinte forma: (2) *conflict* não influencia a *Performance*, ou seja, o percentual de variação entre as áreas é 0,0%; (3) *stress* é responsável por reduzir em 0,62%; (4) *trust* é responsável por um aumento de 11,29%; (5) *experience* é responsável por um aumento de 0,99%; (6) *freedom* não influencia a *Performance*; (7) *harmony work environment* é responsável por um aumento de 8,62%; (8) *motivation* é responsável por um aumento de 8,90%; (9) *relationship* é responsável por um aumento de 7,71%; (10) *reward systems* é responsável por um aumento de 1,45%; e (11) todas as variáveis (*all-vars*) são responsáveis em conjunto por um aumento de 37,28%.

De acordo com os resultados das simulações as variáveis *conflict* e *freedom* não alteram a *Performance*. *Freedom* não influencia a *Performance* (não existe uma ligação entre essas variáveis no modelo construído) e nem influencia variáveis que afetam a *Performance*. *Conflict*, para valores inferiores a 22,5 como é o caso deste trabalho, não foi capaz de desestruturar a *Performance* no ambiente simulado, devido ao alto nível de comunicação da equipe nas fases iniciais do projeto (Figura 6). Essa alta taxa de comunicação também é responsável pelo aumento da motivação e confiança, e por sua vez, as três diminuem o conflito. Em uma outra simulação realizada, em que *conflict* foi inicializado com valor igual a 22,5, ocorreu uma diminuição na *Performance* nas semanas ao longo do projeto em que a taxa de comunicação da equipe diminuiu (fases *Detail* e *Execute*, Figura 6). Nas simulações em que a variável *conflict* foi configurada com valores acima de 22,5 foi obtida uma redução mais significativa na *Performance*.

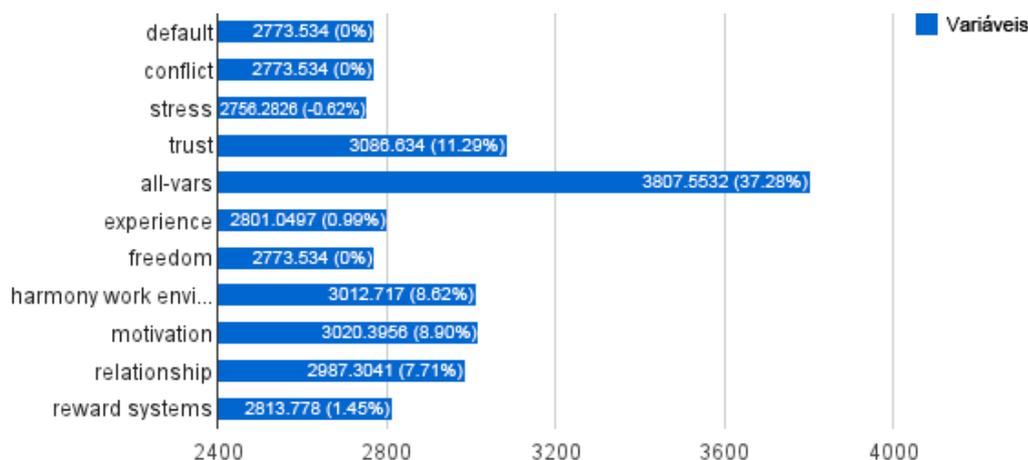


Figura 10. Resultados das áreas encontradas para a *Performance*, nas onze simulações, e percentuais de variação com a simulação default
 Fonte: elaborada pelos autores (dados da pesquisa)

Analisando-se os resultados das simulações, é possível verificar as variáveis que afetam a *performance* da equipe de maneira mais significativa, sendo elas: confiança (*trust*), harmonia no ambiente de trabalho (*harmony work environment*), motivação (*motivation*) e relacionamento (*relationship*). Um gerente que tenha essa informação, mesmo que os resultados tenham alguma margem de erro, pode gerenciar a equipe com maior segurança. De acordo com o perfil da equipe e da organização, o gestor deve buscar soluções que atendam às necessidades para cada uma das variáveis em questão, baseando-se na literatura e em profissionais da respectiva área de conhecimento. Se o problema for relacionado a motivação, o gestor, segundo Vijay (1996), deve formular planos estratégicos, estabelecer metas claras, incentivar um processo participativo de gestão, ter um estilo de gestão aberto e comunicação eficaz; deve incentivar novas ideias com um pouco de tolerância para o fracasso, desenvolver um sistema justo de reconhecimento e recompensa, criar um ambiente que ofereça oportunidade para o funcionário se destacar e crescer, e desencorajar a burocracia; e deve concentrar-se na construção de confiança entre todos os participantes do projeto.

No modelo apresentado, a *Performance* e a *Produtividade* não foram modeladas de forma a se relacionarem ou influenciarem as demais variáveis, justamente para melhor visualizar a real influência das demais variáveis sobre elas. Os resultados apresentados confirmam os relacionamentos das doze variáveis também encontrados na literatura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou uma proposta de modelagem de processos com foco na gestão de pessoas e procurou justificar, com base em dados e informações obtidas na literatura, a relação entre as variáveis presentes no modelo e os resultados das simulações. Neste quesito, o trabalho está

fortemente amparado pela pesquisa bibliográfica de trabalhos de autores de diversas áreas correlatas.

A pesquisa foi enriquecida com a aplicação do método de modelagem de processos conhecido como dinâmica de sistemas, que se mostrou promissor para a solução de problemas que envolvem fatores intangíveis. Além disso, este método permite a identificação de *loops* fechados, que são recorrentes nesses ambientes e que devem ser analisados com cautela, a fim de descobrir o real fator multiplicador de um comportamento indesejado, que possa surgir no ambiente de trabalho.

A maior dificuldade da pesquisa foi encontrar valores quantitativos dos relacionamentos de influência entre as variáveis na literatura estudada, para alimentar as equações do modelo construído. A dificuldade se deveu ao fato desse estudo trabalhar com variáveis intangíveis, como: estresse, conflito, *performance*, motivação, entre outros.

O método elaborado e utilizado para definição dos coeficientes de influência referentes aos relacionamentos entre os elementos do modelo foi embasado em todas as variáveis levantadas na literatura. O cálculo da área sob a curva do gráfico obtido para a *Performance* se mostrou a forma mais interessante para comparar e analisar os resultados da *performance* obtidos nas simulações.

Como trabalhos futuros, pode-se investigar a influência entre todas as variáveis levantadas, passo a passo, pois nessa pesquisa foi considerada apenas a influência sobre a *performance*; melhorar o modelo com a adição de variáveis que não foram incluídas; realizar a mesma análise apresentada nesse trabalho alterando o valor das variáveis de análise de 10 em 10; interpretar os resultados obtidos sob o foco de CMM/CMMI e P-CMM e apresentá-los a gerentes de projeto de software de forma mais facilmente interpretável e que possa induzir o uso da simulação em situações reais; acrescentar um terceiro item à primeira regra convencionada que trate de sumarizar a influência de outras variáveis sobre a variável foco de obtenção do valor do grau de importância; e fazer um estudo ou análise dos resultados junto com profissionais da área de psicologia, para validar melhor os resultados e ampliá-los talvez com novas variáveis e relações entre elas.

Os modelos de simulação não são apenas uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, podendo também ser vistos como um meio para a geração de informações e conhecimento. A área de aplicação desses modelos de simulação transcende o horizonte de aplicação empresarial, sendo adequados ainda para ensino e aprendizagem. Pode-se com base nos resultados obtidos e consolidados por meio de diversas simulações, utilizar o modelo para implementar jogos com foco no ensino de disciplinas específicas, o que ampliaria significativamente o escopo da sua utilização.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAMID, T.K. The dynamics of software project staffing: a system dynamics based simulation approach. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 15, n. 2, p. 109-119, February, 1989. <http://dx.doi.org/10.1109/32.21738>
- ABIB, G.; HOPPEN, N.; RIGONI, E. H. The social dimension in the strategic alignment between it and the business. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 11, n. 1, art. 1, 2012. <http://dx.doi.org/10.5329/RESI.2012.1101001>
- ALBUQUERQUE, A. F.; ESCRIVÃO FILHO, E. Administrar é decidir: a visão de Herbert A. Simon. *Revista DCS On Line*. v. 1, n. 1, 2005. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasil.
- ALEXANDRINI, F.; SIEVES, D. A.; MEURER, E.; STEINHAUSER, P. L.; SCHLICKMANN, R. Perfil das empresas de software na adoção do CMM – Capability Maturity Model. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET), 3., Rio de Janeiro, *Anais...* AEDB, 2006. http://w.aedb.br/seget/artigos06/861_CMM_seget.pdf.
- AMBRÓSIO, B. G. Modelagem da fase de requisitos em processos de desenvolvimento de software: uma abordagem utilizando dinâmica de sistemas. 2008. Dissertação de Mestrado – CCE/DPI, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- AMBRÓSIO, B. G.; BRAGA, J. L.; RESENDE FILHO, M. A. Modeling and scenario simulation for decision support in management of requirements activities in software projects. *Journal of Software Maintenance and Evolution*, v. 23, p. 35-50, 2011. <http://dx.doi.org/10.1002/smr.469>
- ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa. *Revista Gestão e Produção*, v. 14, n. 1, p. 109-123, Jan/Abr, 2007.
- BOBSIN, D.; VISENTINI, M. S.; LÖBLER, M. L. The influence of managerial work determinants on the perception of fitness between technology and task: an exploratory study. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 9, n. 2, artigo 3, jul-dez, 2010. <http://dx.doi.org/10.5329/RESI.2010.0902003>
- BRAGA, J. L.; SILVA, C. A. B.; WIAZOWSKI, B. A.; AVELLAR, S. O. C. Modelagem com dinâmica de sistemas. In: Maurinho Luiz dos Santos; Wilson da Cruz Vieira. (Org.). *Métodos quantitativos em economia*. Viçosa: Editora UFV, 2004.
- CORDERO, R.; FARRIS, G. F.; DITOMASO, N. Supervisors in R&D laboratories: using technical, people, and administrative skills effectively. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 51, n. 1, p. 19-30, February, 2004. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2003.822467>
- CURTIS, Bill; HEFLEY, William E.; MILLER, Sally A. *The people capability maturity model: guidelines for improving the workforce*. Boston, MA: Addison-Wesley, 2002.

ESPINOSA, J. A.; CUMMINGS, J. N.; PICKERING, C. Time separation, coordination, and *performance* in technical teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 59, n. 1, p. 91-103, February, 2012. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2011.2126579>

FRAGA, M. L. A empresa produtiva e a racionalidade substantiva. Dissertação de Mestrado do PPGA - UFRGS, Porto Alegre, out/2000.

FRANÇA, A. Cesar C.; SILVA, Fabio Q. B. da. An empirical study on software engineers motivational factors. In: International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM '09), 3., Lake Buena Vista, Florida. *Proceedings...* 2009. <http://dx.doi.org/10.1109/ESEM.2009.5316011>

FRANÇA, A. Cesar C.; SILVA, Fabio Q. B. da. Designing motivation strategies for software engineering teams: an empirical study. In: ICSE Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, 32., Cape Town, South Africa. *Proceedings...* 2010. <http://dx.doi.org/10.1145/1833310.1833324>

FREITAS, Sergiana F.; BELCHIOR, Arnaldo D. Análise de aspectos motivacionais que podem influenciar atores no processo de software. In: Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, 2., Vila Velha, ES. *Anais...* 2006. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/~handrade/woses/woses2006/pdfs/09-Artigo09WOSES-2006.pdf>. Acesso em: 15 dez 2012.

HERMSDORF, V. O. Modelagem da atividade de elicitação do processo de engenharia de requisitos: uma abordagem utilizando dinâmica de sistemas. Dissertação de Mestrado – CCE/DPI, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

HUMPHREY, Watts S. *Managing technical people: innovation, teamwork, and the software process*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997.

JOHANSEN, Ivan. GRAPH. 2012. Disponível em: <http://www.padowan.dk/download/>. Acesso em: 12 dez 2012.

JUNG, C. F. *Metodologia para pesquisa & desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

KIRKWOOD, Craig W. System dynamics methods: a quick introduction. Arizona College of Business, Arizona State University, 1998. Disponível em: http://nutritionmodels.tamu.edu/copyrighted_papers/Kirkwood1998.pdf. Acesso em: 18 dez 2012.

LUCIANO, E. M.; BECKER, C. A.; TESTA, M. G. Relevant individual competences for chief information officers according to the perception of it professionals. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 11, n. 1, artigo 5, jan-jun, 2012. <http://dx.doi.org/10.5329/RESI.2012.1101005>

MADACHY, R.J. *Software process dynamics*. Hoboken, Piscataway, NJ: Wiley-IEEE Press, 2008. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470192719>

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2005.

MICHAELIS. Moderno dicionário da língua portuguesa, 1998-2009. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/>. Acesso em: 12 dez 2012.

NOORDIN, M. F.; OTHMAN, R.; ZAKARIA, N. A. Peopleware & heartware - The philosophy of knowledge management. In: International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2., Kuala Lumpur, Malaysia. *Proceedings...* p. 1-6, IEEE, Nov, 2011. <http://dx.doi.org/10.1109/ICRIIS.2011.6125675>

ORTIZ, A.; SARRIEGI, J. M.; SANTOS, J. Modelización de variables soft. *Revista de Dinámica de Sistemas*, v. 2, n. 1, p. 67-101, março, 2006.

SAMPAIO, S. C. de Barros; BARROS, E. A.; AQUINO JÚNIOR, G. S. de; SILVA, M. J. C.; MEIRA, S. R. de Lemos. A review of productivity factors and strategies on software development. In: International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA), 5., Nice, France. *Proceedings...* p. 196-204, IARIA, Aug, 2010. <http://dx.doi.org/10.1109/ICSEA.2010.37>

SEI. Software Engineering Institute Web Site. Carnegie Mellon University, 2012. Disponível em: <http://www.sei.cmu.edu/>. Acesso em: 05 dez 2012.

SILVA, F. Q. B. da; CÉSAR, A. C. F. An experimental research on the relationships between preferences for technical activities and behavioural profile in software development. In: Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES '09), 23., Fortaleza, Ceará, *Anais...* p. 126-135, SBC, Outubro, 2009. <http://dx.doi.org/10.1109/SBES.2009.16>

SIMON, H. A. *Comportamento administrativo: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1965.

VENSIM. Vensim from Ventana Systems, Inc., 1996-2012. Disponível em: <http://www.vensim.com/freedownload.html>. Acesso em: 12 dez 2012.

VIJAY, K. Verma. *The human aspects of project management: human resource skills for the project manager*, Volume Two (First ed.). Newtown, PA: Project Management Institute, 1996.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. *Metodologia de pesquisa para ciência da computação*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

WONG, B.; BHATTI, M. The influence of team relationships on software quality. In: ICSE Workshop on Software Quality (WOSQ '09), 7., Vancouver, Canada, *Proceedings...* p. 1-8, IEEE, May, 2009. <http://dx.doi.org/10.1109/WOSQ.2009.5071550>