

Literature Review on the Theory of Constraints Applied in the Software Development Process

S. A. Ribeiro, E. A. Schmitz, A. J. S. M. Alencar, M. F. Silva*

Abstract— This work is the result of a systematic mapping on the application of Theory of Constraints in the software development process. The objective of the research is to identify in the literature relevant primary studies published on the Theory of Constraints related to the software production process and its execution environment. The search principle was based on works that used the concepts of the Theory of Constraints (TOC), originally proposed by Israeli physicist Eliyahu Moshe Goldratt in the 1980s. In this research, we also sought to explore works that applied to TOC (Theory of Constraints) in other productive environments in an attempt to visualize possible applications that can be adapted to the software development process. The idea is to select jobs with examples and applications that can be extended and applied in the software development process. Thus, works with approaches in process optimization, process improvement, and process scheduling was also observed and cataloged in the mapping performed. The gaps found showed some research opportunities theoretical and practical on the application of TOC in the software process, improvement of the software process, identification and treatment of bottlenecks in software process and optimization of the software process, using heuristics, metaheuristics, mathematical models And Job Shop scheduling. As a result, this secondary study presents potential research areas relating TOC to PDS in the hope of contributing researchers and developers with an interest in this broader research front.

Keywords—Literature Review, Systematic Mapping, Theory of Constraints, Software Development Process

I. INTRODUÇÃO

A TEORIA das Restrições ou TOC como é amplamente conhecida, é conceitualizada como uma filosofia de melhoria continua que evoluiu e expandiu a sua base metodológica ao longo do tempo [1], sendo esta aplicada extensamente em linhas de pesquisa que envolve o processo produtivo industrial.

Proposta inicialmente por [2] nos anos 80, esta filosofia de gerenciamento produtivo incorpora um aspecto prático na

uma restrição do mesmo. Analogamente a uma corrente, a restrição seria o elo mais fraco ou “o menino gordo” conforme a analogia feita por [2] em seu livro, “A Meta”.

Devido às flutuações estatísticas em que cada processo ou sistema estão sujeitos, a TOC afirma que todo sistema possui pelo menos uma restrição [3], [2] e [4]. Uma restrição é qualquer valor que possa impedir que um sistema atinja seu objetivo/ganho [2].

Segundo [2], uma restrição pode ser externa (não física) ou interna (física). As restrições externas geralmente estão associadas a problemas circunstanciais, como: (1) a demanda do mercado: produção maior que capacidade do mercado ou produção inferior à capacidade do mercado; e (2) um procedimento corporativo: neste caso, uma decisão ou um procedimento adotado que limita o ganho. As restrições internas em geral são físicas e estão associadas a recursos. As restrições externas são de três tipos: (1) equipamentos: esta relacionado à usabilidade e a capacidade produtiva dos equipamentos; (2) pessoas: envolve a falta de pessoas qualificadas, a capacidade produtiva das pessoas, a capacidade intelectual e aspectos sócios comportamentais; e (3) política: a adoção de políticas escritas, como normas, leis e regulamentações, podem ser um limitador para o sistema produtivo.

Ao observar um processo ou um ambiente produtivo, esta afirmativa pode ser facilmente comprovada devido ao ambiente dinâmico ao qual o sistema está inserido e também devido a todas as influências externas que o sistema está sujeito.

De forma geral, a TOC baseia-se em cinco passos básicos para fundamentar o processo de melhoria continuada, caso as metas do sistema já tiverem sido estruturadas e estabelecidas [5]. Os cinco passos apresentado por [3], [6] e [2], são:

1. **Identificar** as restrições do sistema;
2. **Explorar** as restrições do sistema para tirar o máximo proveito da restrição;
3. **Subordinar** as decisões acima através do alinhamento de todo sistema ou organização para suportar a decisão tomada;
4. **Elevar** as restrições do sistema promovendo mudanças para incrementar a capacidade da restrição;
5. **Retornar** ao passo 1, se após a execução dos 5 passos uma restrição for quebrada. Não permitindo assim, que a inércia crie uma nova restrição no sistema.

As cinco etapas de foco da TOC objetivam garantir que os constantes esforços de melhoria sejam centrados nas restrições da organização [7]. Na literatura sobre a TOC, isto é referenciado como Processo de Melhoria Contínua (PMC).

Assim como um produto manufaturado, acredita-se que o software é um produto que requer as mesmas ou até mais criteriosas exigências durante o seu ciclo de construção. Uma

S.A. Ribeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro (CEFET/RJ), Coordenação de Automação Industrial, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, sildenir.ribeiro@cefet-rj.br, sildenir.ribeiro@ppgi.ufrj.br

E.A.Schmitz, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/PPGI), Instituto Tércio Paciti, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, eber@nce.ufrj.br

A.J.S.M Alencar, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/PPGI), Instituto Tércio Paciti, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, juarezalencar@nce.ufrj.br, antonio.juarez.alencar@gmail.com.

M. F. Silva, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/PPGI), Instituto Tércio Paciti, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, monica@nce.ufrj.br

tomada de decisão dentro do ambiente produtivo, baseando-se no princípio de que qualquer limitador de um sistema sinaliza

vez que o seu processo de desenvolvimento sofre influências de variáveis internas e externas. Além disso, as questões etnológicas, dado pelas características dos times de desenvolvimento, influenciam diretamente no processo de desenvolvimento, tornando o ambiente de desenvolvimento complexo e altamente dinâmico. Por esta razão, buscou-se identificar oportunidades para o processo de desenvolvimento de software com o emprego de uma filosofia altamente empregada na engenharia de produção e na administração de industrial.

II. REVISÃO DA LITERATURA

O grande de número de trabalhos científicos publicados a cada ano torna inviável e impensável a análise de todos eles. As áreas de desenvolvimento destes trabalhos estão cada vez mais multidisciplinares e abrangentes e encontrar material de pesquisa correlato com uma área específica de atuação ou com um tema específico tornou-se uma tarefa difícil e dispendiosa. Mesmo com os recursos tecnológicos a disposição, como: softwares, sites de buscas e bases organizadas por áreas temáticas, esta é uma tarefa muito demorada e difícil devido ao grande número de trabalhos publicados. Além disso, o mau uso destas ferramentas pode conduzir a uma pesquisa com erros de processamentos da informação coletada.

De acordo com [8] e [9], isto pode levar o pesquisador a: (1) eliminação, dada pela supressão de alguma informação considerada não fundamental para dar lugar à outra considerada fundamental; (2) distorção, que é a substituição ou adequação de informações para ajustá-las a uma determinada necessidade, sem a análise devida desta informação ou das fontes que a cercam, e (3) generalização, dado pelo agrupamento de experiências consideradas semelhantes ou por possuírem algum elemento em comum, mas que nem sempre estão realmente correlacionadas. Portanto, as análises sistemáticas de publicações é um caminho que pode vir a facilitar e direcionar a busca pela informação correta e adequada.

Segundo [3] e [8], um estudo secundário em engenharia de software é denominado de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e pode ainda ser tipificado, em: (1) Mapeamento Sistemático; e (2) Revisão Terciária. Neste trabalho foi realizado um mapeamento sistemático para identificar potenciais oportunidades de pesquisas em processo de desenvolvimento de software usando a TOC.

A. Estrutura Adotada para Revisão da Literatura

A estrutura adotada para esta revisão estabelece previamente os critérios de busca e a forma como a informação será tratada. Isto é importante, pois será a ferramenta de apoio e suporte para realizar este estudo secundário. A estrutura adotada será organizada em três fases, como sugere a literatura consultada [11], [12], [13], [8], [9] e [14]. Estas três fases são:

1. Planejamento da revisão: O planejamento pode ser subdividido em três etapas [12] e [15]: (1) Protocolo de Revisão: que define o propósito e os objetivos da pesquisa, as fontes consultadas, a estratégias e os critérios adotados para seleção dos documentos, a forma de extração dos dados e prospecção dos resultados; (2) Especificidade da pesquisa: define a área temática de acordo com o objeto fim da pesquisa; e (3) Execução da pesquisa: que se traduz pela busca nos repositórios escolhidos.

2. Condução da revisão: segundo [12], [10] e [8] a etapa de condução é uma das etapas de avaliação do protocolo estabelecido. Isto se dá através de testes de execução de busca de acordo com os critérios estabelecidos, onde algumas fontes ou repositórios são escolhidos e examinados. Nesta etapa também são selecionados, lidos e analisados os estudos primários, como sugere [8] e [9]. O ciclo se completa com a exclusão ou a aceitação de um documento. A exclusão se dá mediante ao descarte do documento [14], o qual não foi aprovado por pelo menos um dos critérios adotados para validar a seleção. A inclusão deve ser orientada pelos critérios estabelecidos no protocolo da revisão e alinhados aos objetivos da pesquisa [12]. Novas buscas ou novos critérios de avaliação podem ser adotados para validar o processo de revisão e aceitação [16], [17] e [18].

3. Relatório da Revisão: O relatório da revisão é a forma que deve ser utilizada para apresentar os resultados da revisão. De acordo com [3] é muito importante comunicar os resultados de uma revisão sistemática. Conforme [8] usualmente as revisões sistemáticas são relatadas em pelo menos dois formatos: (1) em um relatório técnico ou em uma seção de uma tese doutorado; ou (2) em um jornal ou artigo de conferência. As três fases apresentadas na Fig. 1, representam o estrutura de execução da revisão utilizada neste trabalho.

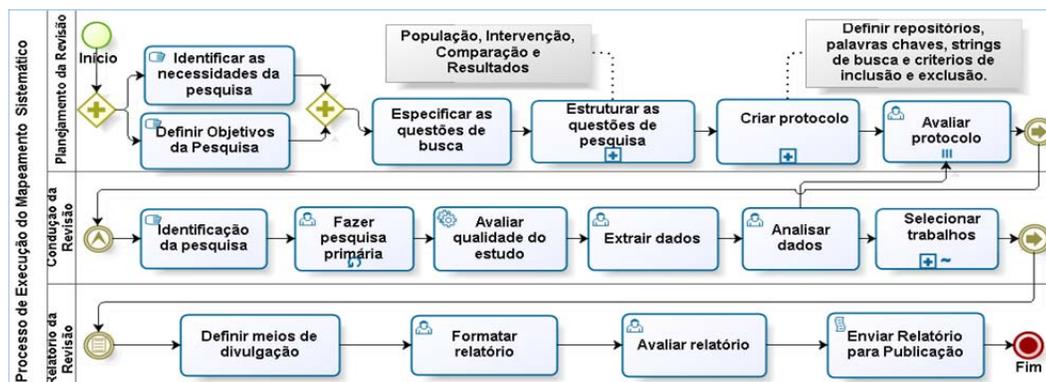


Figura 1: Processo do mapeamento sistemático modelado com a notação BPMN (Business Process Model Notation)

B. Protocolo da Revisão

O protocolo adotado nesta pesquisa segue estritamente um modelo específico, conforme apresentado na Tabela I. Portanto alguns itens podem ter sido suprimidos ou aparecer em uma ordem exclusivamente adequada a este trabalho. Ainda assim, o modelo construído representa com certa fidelidade as orientações de [11], [12], [10] e [8], para elaboração de protocolos para RSL.

TABELA I
PROTOCOLO ADOTADO PARA A REVISÃO

Id	Tópicos do protocolo	Definição
1	Contexto	Elaborar um mapeamento sistemático sobre a TOC em PDS.
2	Objetivos	Avaliar estudos primários completos e disponíveis eletronicamente nos repositórios escolhidos para encontrar lacunas e oportunidades de pesquisa com o emprego da TOC no PDS.
3	Escopo da Pesquisa	Realizar buscas de artigos completos em bibliotecas digitais através de suas máquinas de busca.
4	Métodos de busca	Busca eletrônica nos repositórios escolhidos, aqui denominados de “Alvos de Busca”.
5	Questões da pesquisa	Definição das questões primárias (Qp) e secundárias (Qs).
6	Procedimentos de seleção	Os estudos primários devem ser completos e estar disponíveis eletronicamente nos repositórios alvo.
7	Filtros	Os filtros aplicados irão estabelecer os critérios de inclusão e Exclusão. Os procedimentos de extração de dados foram realizados em três passos: (1) o preenchimento de um relatório de extração de dados (em forma de tabela) contendo: título, autores, ano de publicação, quantidade de páginas, palavras-chave, repositórios e uma nota para ranqueamento; (2) aplicação de filtros de acordo com os critérios de inclusão e exclusão; e (3) ranqueamento e análise discursiva sobre os estudos primários selecionados.
8	Procedimento de Extração de Dados	Análise correlacional do trabalho com a área temática da pesquisa e subáreas, de acordo com as palavras chave e as <i>strings</i> de busca.
9	Procedimento de Análise	Fechamento / Encerramento do trabalho que terá como resultado um relatório técnico contendo todo o processo da revisão o qual deverá ser inserido em uma Seção da tese de doutorado.
10	Empacotamento	

As sessões a seguir irão apresentar os tópicos do protocolo a partir do *Id* 5. Isto porque os tópicos 1- Contexto, 2 - Objetivos 3 - Escopo da pesquisa e 4 - métodos de busca já estão definidos na Tabela I

C. Repositórios Escolhidos

Os repositórios de documentos eletrônicos que serão explorados nesta pesquisa foram selecionados como fontes de pesquisa de estudos primários indexados e categorizados por suas máquinas eletrônicas de busca e suas bibliotecas digitais separadas por área de pesquisa (seção e subseções), como apresentado a Tabela II.

TABELA II

REPOSITÓRIOS ESCOLHIDOS PARA REALIZAR DAS BUSCAS

Repositório	Seção	Subseções
ACM-DL	Computing Literature	Science Computing and Software Engineering
Elsevier-SD (ESD)	Physical Sciences and Engineering	Computer Science
Google Scholar (GS)	Computer Science	Software Engineering and Process Optimization
IEEE Xplore (IX)	IEEE Transaction on Computers	IEEE Transaction on Software Engineering
Scopus (Scp)	Computer Science	Software Engineering
Springer Link (SL)	Computer Science	Information Systems and Applications

Foram adicionados ainda os repositórios para consultas de textos em português listados na Tabela III.

TABELA III
REPOSITÓRIOS NACIONAIS (PORTUGUÊS)

Repositório	Mecanismos
SciELO-Br (Sc-Br)	String de Busca e Palavras Chave
BDBComp (BC)	String de Busca e Palavras Chave
Google Acadêmico (GA)	Seção: Ciência da computação e Subseções Engenharia de software e Otimização de processo
Domínio Público (DP)	String de Busca e Palavras Chaves

As bases nacionais não dispõe de mecanismos de buscas avançadas ou filtros que possam ser aplicados para melhor direcionamento das buscas, como apresentam as bases da tabela 2. Por esse motivo, as buscas foram feitas usando apenas as *strings* de busca e/ou as palavras chaves isoladas ou compostas em *substrings*.

D. Critérios de Busca Adotados

De acordo com [11], [12], [10] e [8], o critério mais comum é a adoção de palavras chave. As palavras chave guiam a pesquisa desde a fase inicial até a fase final, podendo também ser usada para critério de seleção de documentos através da composição de *strings* de buscas. As *strings* são usadas para refinar os resultados obtidos durante o processo de busca. As palavras-chave usadas neste trabalho são apresentadas na Tabela IV.

Tabela IV
PALAVRAS CHAVE USADAS NAS BUSCAS

Palavras Chave	Expectativa
Theory Of Constraints	Palavra chave usada como referência e composição das buscas associadas às palavras chave abaixo.
Software Process	Publicações que associam o emprego da TOC ao processo de software
Software Process Improvement	Publicações sobre melhoria de processos de software com foco no uso da TOC
Software Process Optimization	Publicações que envolvem otimização de processo de software, preferencialmente usando TOC.
Process Optimization	Publicações que envolvem otimização de processos de forma geral com o uso de TOC.

Para as buscas realizadas nas bases nacionais foram utilizadas as mesmas palavras chave devidamente traduzidas para o idioma português, como: (1) Teoria das restrições; (2) Processo de Software; (3) Melhoria do Processo de Software; (4) Otimização de processo de software; e (5) Otimização de processo.

A tabela 5 apresenta as *strings* de buscas construídas a partir das palavras chave adicionados aos operadores, *E* e *OU*.

Com o intuito de restringir o número de resultados indesejados encontrados durante a busca, foram incluídos dois fechamentos, aspas {“,”} e parênteses {(,)}, conforme apresenta a Tabela V.

Tabela V
STRINGS DE BUSCA UTILIZADAS

Strings de Busca
String de busca com o operador \wedge (AND) e os fechamentos parênteses e aspas. ("Theory of Constraints \wedge Software Process \wedge Software Process Optimization \wedge Software Process Improvement \wedge Process Optimization")
String de busca com o operador \vee (OR) e os fechamentos parênteses e aspas. ("Theory of Constraints \wedge Software Process \vee Software Process Optimization \vee Software Process Improvement \vee Process Optimization")

O objetivo da primeira *string* é realizar buscas concatenadas, associando o termo *Theory of Constraints* a todos os outros termos adotados e desta forma tentar direcionar a busca e encontrar trabalhos diretamente correlacionados com a TOC e o PDS. A segunda *string* permite realizar buscas associando a *Theory of Constraints* com uma das palavra chaves. Desta forma pretende-se visualizar trabalhos que possam ter sido suprimidos com a primeira *string*.

E. Strigs para bases nacionais

Para as bases nacionais, as strings de busca com os operadores E (\wedge) e OU (\vee) da tabela 5, foram traduzidas para o português e as buscas obedeceram os mesmos critérios e objetivos apresentados no protocolo da revisão.

F. Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa estabelecem o direcionamento e a identificação das buscas nos repositórios a partir dos objetivos da pesquisa. Os objetivos são traduzidos através das questões de busca, que são previamente definidas para alinhar as buscas ao tema proposto. Foram definidas dois tipos de questões: (1) Questão principal (Q_p); e (2) Questões secundárias (Q_s). Os tópicos a seguir apresentam as questões elaboradas e utilizadas para delinear este estudo secundário.

Qp1 - É possível aplicar a TOC no Processo de desenvolvimento de software?

A questão $Qp1$, define e direciona o objetivo da pesquisa, que são apoiadas pelas questões $Qs1$, $Qs2$, $Qs3$, $Qs4$ e $Qs5$, apresentadas a seguir.

Qs1 - Qual tipo de aplicação podemos ter da TOC com o processo de desenvolvimento de software?

Qs2 - É possível aplicar a TOC para identificar gargalos no PDS.

Qs3 - Em que o uso da TOC pode ajudar na otimização de processos de Softwares?

Qs4 - O emprego da TOC associada a técnicas de otimização em outras áreas com eficácia comprovada pode ser associado ao processo de software?

Qs5 - Em quais ferramentas, técnicas, habilidades, processos e metodologias com foco na otimização e melhoria do processo de software a TOC pode ser aplicada?

A questão 4 ($Qs4$), procura uma relação direta do uso da TOC em outras áreas de conhecimento que podem ser associadas ou aplicadas na otimização de processo de software.

A questão 5 ($Qs5$) procura identificar ferramentas, técnicas e métodos de otimização podem ser usadas com a TOC.

III. MÉTODO DE SELEÇÃO DE TRABALHOS

Todos os trabalhos foram analisados de acordo com o tema central, sua relevância e profundidade. Para isso, foram determinados alguns critérios para considerar o documento relevante para este estudo secundário, como: (1) critérios de inclusão; (2) critérios de exclusão; (3) critérios de avaliação; e (4) critérios de seleção.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos com base nas questões de busca criadas na Seção 2.5. Já os critérios de avaliação e seleção foram baseados em um sistema de ranqueamento, desenvolvido especificamente para atender as necessidades deste trabalho.

A. Critérios de Inclusão

Os tópicos a seguir apresentam os critérios de inclusão adotados nesta pesquisa.

1. Estar relacionado com a TOC - *Theory of Constraints*;
2. Estar relacionado com a otimização de processos de software;
3. O trabalho deve estar completo (disponível integralmente) e publicado em um dos repositórios escolhidos para realizar as buscas;
4. O trabalho deve estar publicado nos idiomas inglês e português;
5. O trabalho deve conter no título e no resumo alguma relação com o tema central desta pesquisa.

B. Critérios De Exclusão

Os trabalhos poderão ser excluídos em três etapas:

1. **Exclusão súbita:** o trabalho está fora do período adotado (2006 – 2016) ou o trabalho é repetido;
2. **Exclusão após análise inicial:** O trabalho não possui nenhuma relação com o tema central desta pesquisa ou não está alinhado com o contexto desta pesquisa;
3. **Exclusão após análise detalhada:** o trabalho não tem profundidade suficiente em relação ao tema proposto, ou não atende a nenhuma das questões de pesquisas.

C. Critérios de Avaliação

Os resultados serão analisados em duas fases: A primeira fase consiste em: (1) Observar e interpretar o título do trabalho, (2) Analisar as palavras chaves usadas no trabalho; (3) Fazer a leitura do resumo e da conclusão do trabalho.

Os trabalhos selecionados após a primeira fase serão armazenados em um software gerenciador de referências bibliográficas para a análise detalhada. A análise detalhada é a segunda fase do processo de seleção dos trabalhos e consistem em uma análise aprofundada do conteúdo, focada nos métodos, modelos, técnicas e ferramentas usadas no estudo primário.

D. Critérios de Seleção

Durante a fase de avaliação os trabalhos pré-selecionados são “ranqueados” com um *score* (A, B ou C), sendo ($A > 80\%$), ($B > 65\% < A$) e ($C > 50\% < B$). A avaliação deve ser realizada com base nos critérios de inclusão e exclusão, e com a atribuição de pesos aplicados da seguinte forma: (1) Peso 3, para os trabalhos com forte correlação com a Qp e pelo menos uma questão secundária; (2) peso 2 para os trabalhos que atendem parcialmente a Qp e pelo menos uma questão secundária; e (3) peso 1, aos trabalhos que estejam relacionados com pelo menos uma das questões secundárias (Qs) e baixa correlação com a questão primária.

Para serem selecionados, todos os resultados deverão passar pelos critérios inclusão e devidamente “ranqueados”.

IV. ANÁLISE E RESULTADOS

A Tabela VI apresenta os resultados gerais das buscas após a primeira fase da análise, com a aplicação dos filtros e exclusões de trabalhos repetidos. Os dados da Tabela VI, bem como os dados das tabelas subsequentes, incluem os resultados das buscas por trabalhos em inglês e trabalhos em português.

TABELA VI
RESULTADOS INICIAIS OBTIDOS (1ª FASE DA ANÁLISE)

String	Resultados Iniciais										
	Resultados Iniciais (Inglês)						Resultados Iniciais (Português)				
	GS	IX	SL	ACM	ESD	Scp	GA	Sc-Br	BC	DP	
E (Λ)	58	13	26	33	27	16	2	0	1	1	
OU (∨)	27	24	15	32	15	11	1	0	0	0	
Total	75	37	1	65	42	9	3	0	1	1	

A Tabela VII apresenta os trabalhos pré-selecionados, incluídos para a análise inicial. Os trabalhos foram selecionados após a análise dos títulos e dos resumos.

TABELA VII
TRABALHOS PRÉ-SELECIONADOS (2ª FASE DA ANÁLISE)

String	Análise Inicial										
	Pré-Selecionados (Inglês)						Pré-Selecionados (Português)				
	GS	IX	SL	ACM	ESD	Scp	GA	Sc-Br	BC	DP	
E (Λ)	27	6	10	12	10	4	1	0	1	0	
OU (∨)	18	11	3	21	2	3	1	0	0	0	
Total	45	17	13	33	12	7	2	0	1	0	

Seguindo o mesmo critério de visualização dos dados, a Tabela VIII apresenta os trabalhos selecionados após a segunda fase, incluídos para análise final.

TABELA VIII
TRABALHOS INCLUÍDOS (3ª FASE DA ANÁLISE)

String	Análise Final									
	Analisados (Inglês)						Analisados (Português)			
	GS	IX	SL	ACM	ESD	Sc	GA	Sc-Br	BC	DP
E (Λ)	13	2	3	5	4	2	1	0	1	0
OU (∨)	12	9	2	8	0	1	1	0	0	0
Total	25	11	4	13	4	3	2	0	1	0

A. Trabalhos Selecionados

O resultado sumarizado da revisão sistemática, onde foram selecionados 24 artigos, seguiram as conformidades das questões de buscas e os critérios de avaliação adotados para este trabalho. A Tabela IX apresenta a totalização dos resultados.

TABELA IX
TRABALHOS SELECIONADOS POR ALVO (INGLÊS)

String	Resultado Final: Trabalhos Incluídos (Inglês)							Total por String	% Per String
	GS	IX	SL	ACM	ESD	Sc			
	E (Λ)	5	1	2	1	2	0		
OU (∨)	6	1	2	3	0	1	13	54,17	
Total por Base	11	2	4	4	2	1	24	100%	
% Per Base	45,83	8,33	16,67	16,67	8,33	4,17	100%		

A Tabela X apresenta os trabalhos selecionados nas bases nacionais (trabalhos em português).

TABELA X
TRABALHOS SELECIONADOS POR ALVO (PORTUGUÊS)

String	Resultado Final: Trabalhos Incluídos (Português)						Total por String	% por String
	GA	Sci-Br	BDBComp	Domínio Público				
	E (Λ)	1	0	1	0	2		
OU (∨)	0	0	0	0	0	0%		
Total por Base	1	0	1	0	2	100%		
% por Base	50,0 %	0%	50,0%	0 %	100%			

B. Relação de trabalhos selecionados

A Tabela XI apresenta respectivamente a relação dos trabalhos selecionados em inglês e português, organizados por alvos de busca e *score*. Além disso a tabela apresenta uma relação dos trabalhos selecionados com os termos usados na construção das strings de busca e as questões de pesquisa (Qp e Qs).

TABELA XI
LISTA DE TRABALHOS SELECIONADOS (INGLÊS)

Trabalhos Selecionados (Títulos em Inglês)					
Bases	Autores	Título do Trabalho	Termos	Questões	Score

			Associados	Relacionadas	
Google Scholar	Condori-Fernandez, et.al (2009)	A Roadmap Approach For Implementing Theory of Constraints In Manufacturing Organizations.	TOC, PO	Sq4, Sq5	C
	Ellis (2011)	A Theory of Constraints Service Systems Improvement Method: Case of the Airline Turnaround Problem.	TOC, SPI	Sq4, Sq5	C
	Murauskaitė, Adomaskas, (2008)	Bottlenecks in Agile Software Development Identified Using Theory of Constraints (TOC) Principles.	TOC, SP, SPI	Pq, Sq1, Sq2	B
	Feng, Gui, Ling, (2007)	Explorations of Thinking Process based on TOC.	TOC	Sq4, Sq5	C
	Gülsün, et al (2012)	Improving System Performance: The Theory of Constraints and an Application in a Production Firm.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Staron, Meding (2011)	Monitoring Bottlenecks in Agile and Lean Software Development Projects – A Method and Its Industrial Use.	TOC, SP	Qp, Qs1, Qs 2	C
	Rezaie, et al (2010)	Theory of Constraints and Particle Swarm Optimization Approaches for Product Mix Problem Decision.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Bailey (2009)	The Theory of Constraints: Productivity Metrics in Software Development	TOC, SP, SPI	Qq, Qs1, Qs2	A
	Almeida (2013)	Using the Theory of Constraints to Analyze Bottlenecks in the Freight Transportation System: the Case of the Center-north Corridor in Brazil.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Trojanowski, Pająk (2010)	Using The Theory Of Constraints To Production Processes Improvement.	TOC, PO	Qp, Qs4, Qs5	B
Scopus	Bakhtiyari, et al. (2013)	Using Theory of Constraints in selecting product mix.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Kasemset, Kachitvichyanukul (2012)	A PSO-based procedure for a bi-level multi-objective TOC-based job-shop scheduling problem	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
IEEE Xplorer	Lin (2009)	Using TOC Thinking Process Tools to Improve Safety Performance.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Ribeiro et al. (2015)	Bottleneck Identification in Software Development Processes: A Proposal Based on the Principles of the Theory of Constraints – Experimentation Report	TOC, SP, SPI, SPO	Qp, Qs1, Qs2, Qs3,	A
Springer Link	Geri, Ahituv (2008)	A Theory of Constraints approach to interorganizational systems implementation.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Rhee, Cho, Bae (2010)	Increasing the efficiency of business processes using a theory of constraints.	TOC, PO	Qp, Qs4, Qs5	B
	Baptista, et.al (2013)	Profit optimization in machining service providers using principles of the Theory of Constraints.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Kilger, Wetterauer (2007)	The Selection Process.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
ACM Digital Library	Zhou, Rose (2009)	A Bottleneck Detection and Dynamic Dispatching Strategy for Semiconductor Wafer Fabrication Facilities.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Sengupta, et al (2008)	A New Method for Bottleneck Detection.	TOC, PO	Qp, Qs4, Qs5	B
	Hasgul, Kartal (2007)	Analyzing A Drum-Buffer-Rope Scheduling System Executability Through Simulation.	TOC, PO	Qp, Qs4, Qs5	C
	Lemessi, et.al (2012)	Semi-Automatic Simulation-Based Bottleneck Detection Approach	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
Elsevier Science Direct	Xiao, et al. (2011)	Modified Active Set Projected Spectral Gradient Method for Bound Constrained Optimization.	TOC, PO	Qs4, Qs5	C
	Barreto, et al (2008)	Staffing a Software Project: A Constraint Satisfaction and Optimization-Based Approach.	PO	Qs4, Qs5	C

TABELA XII
LISTA DE TRABALHOS SELECIONADOS (PORTUGUÊS)
Trabalhos Seleccionados (Títulos em Português)

Google Acadêmico	Costa (2012)	Melhoria Contínua de Processo de Software Utilizando a Teoria das Restrições (Dissertação de Mestrado – COPPE/UFRJ 2012).	TOC, SPI, SP	Pq, Qs1, Qs2	A
BDB Comp	Costa et al., (2013)	Melhoria Contínua de Processo de Software Utilizando a Teoria das Restrições (Artigo SBQS 2013).	TOC, SPI, SP	Pq, Qs1, Qs2	A

V. ANÁLISE DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS SELECIONADOS

A TOC é uma metodologia amplamente empregada em processos produtivos, com vasto campo de estudo explorado pela engenharia de produção, logística e administração de pátios industriais. Os estudos primários selecionados neste texto correspondem apenas a trabalhos alinhados com as questões de pesquisa, listados na seção III, subseção F. No entanto é importante frisar que a literatura geral sobre a TOC possui inúmeros trabalhos recentes publicados, o que é um indicativo de que a TOC continua em evidência. Como exemplo, podemos citar os trabalhos de [19], [20], [21] e [22], sobre gargalos em processo de Software usando a TOC.

Nas subseções a seguir será apresentado um breve relato sobre os trabalhos selecionados nesta pesquisa e suas aplicações. A apresentação seguirá a ordem de trabalhos com maior *score*, conforme exposto na Tabela XI.

A. Trabalhos selecionados com score A

O trabalho de (Bailey, 2009), intitulado “*The Theory of Constraints: Productivity Metrics in Software Development*” apresentou o maior score entre os trabalhos selecionados. Foi o único trabalho que atingiu mais de 80% de correlação e consequentemente *score* A. Em seu trabalho, (Bailey, 2009) usa a TOC para trabalhar produtividade no desenvolvimento de software. Embora o foco do trabalho seja a medição de software, (Bailey, 2009) faz algumas contribuições com o uso da TOC e otimização de tempo de espera (*lead time*).

A dissertação de mestrado de (Costa, 2012) apresenta um estudo sobre a aplicação da TOC em melhoria de processo de software. Devido ao contexto do trabalho e a forte relação com a questão de pesquisa (Qp), foi atribuído *score* A. O trabalho de (Costa et.al, 2013) é o resultado da dissertação de mestrado de (Costa, 2012) publicado no Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS, 2013). O artigo também recebeu *score* A, porque aplica a TOC em melhoria contínua de processo através de processo de raciocínio (*Thinking Process*) e apresenta um mapeamento de um processo baseado em Arvore de Realidade Atual (ARA) e Arvore da Realidade Futura (ARF). Embora o título do trabalho remeta a aplicação da TOC em melhoria do processo de software, a pesquisa foi direcionada a um processo específico (Processo de Atendimento de Chamados) e não ao processo de construção de software, deixando uma grande lacuna na aplicação efetiva da TOC em melhoria do processo de desenvolvimento de software.

B. Trabalhos selecionados com score B

O trabalho de (Murauskaite e Aomaskas, 2008) “*Bottlenecks in Agile Software Development Identified Using*

Theory of Constraints (TOC) Principles”, extraído de sua tese de mestrado, tem como foco o uso da TOC para identificar restrições em desenvolvimento ágil. Existe uma lacuna na aplicação da TOC no processo de software e o estudo é direcionado para *Lean software*. O trabalho de (Trojanowski e Pająk, 2010), “*Using The Theory Of Constraints To Production Processes Improvement*” chama a atenção por usar a TOC para melhorar o processo de produção. A forte correlação da TOC com a melhoria de processos no ambiente produtivo indica que a TOC também pode ser aplicada em processos de software. Em seu trabalho, “*Increasing the efficiency of business processes using a theory of constraints*”, (Rhee, et.al, 2010) usa a TOC em processos de negócios, que em nossa análise, também pode ser traduzido para processo de software.

O trabalho de (Rhee et.al, 2010) apresenta ainda um forte embasamento matemático e algorítmico usando TOC e BPM (*Business Process Model*). O modelo é baseado no método DBR (*Drum, Buffer and Rope*). “*A New Method for Bottleneck Detection*”, (Sengupta, et.al, 2008) apresenta um novo método para detecção de gargalo. O trabalho não está diretamente relacionado com processo de software, mas apresenta e emprega um novo método de detecção de gargalos com base em “ranqueamento” em um ambiente *job shop*.

C. Trabalhos selecionados com score C

Os trabalhos com *score* C, também relacionados na tabela 10, apresentam uma baixa correlação com o tema desta pesquisa, mas foram selecionados porque podem de alguma forma contribuir para a otimização de processo de software, seja na forma como a TOC é abordada ou aplicada, como visto em: (Ellis, 2011), (Feng, et.al 2007), (Gülsün et.al, 2012), (Geri e Ahituv, 2008), (Mansourabad et.al, 2013), (Lin, 2009) e (Kilger e Wetterauer, 2007) ou na detecção de gargalos como visto em (Zhou e Rose, 2009), (Lemessi et.al, 2012) e (Staron e Meding, 2011). O forte embasamento matemático e algorítmico para tratar restrições em processos em um sistema de produção, como é o caso do trabalho de (Hasgul e Kartal, 2007), (Rezaie et.al, 2010), (Barreto et.al, 2008), (Baptista et.al, 2013), (Xiao et.al, 2011) e (Almeida, 2013), também foram considerados diante da possibilidade de aplicação dos métodos e modelos desenvolvidos na otimização do processo de desenvolvimento de software.

D. Considerações sobre os trabalhos selecionados.

Os trabalhos foram ranqueados de acordo com o *score* (A, B e C) e os pesos atribuídos, conforme apontado na Seção 3.4. Além disso, foram observados a relação com os termos de busca e as questões de busca. Diante disso, algumas considerações podem ser relatadas.

1. Trabalhos com Score A: Para estes trabalhos foi atribuído o *score* A devido estes apresentarem alguma relação com a (*Qp*) e com as questões (*Qs1* e *Qs2*). Além disso, os trabalhos também estão relacionados com os termos (SP) e (SPI). Contudo não exploram a efetiva aplicação da TOC em processo de desenvolvimento de software. O Trabalho de Ribeiro et al. (2015), é um trabalho inicial e reporta a condução de um experimento para identificar gargalos no Processo de Desenvolvimento de Software (SPD). Já o trabalho de (Bailey et al, 2009), basicamente mostra em quais áreas a TOC pode ser aplicada no processo de desenvolvimento de software, mas não mostra como usar a TOC para esta finalidade. O trabalho sugere ainda que a TOC pode ser usada em medições voltadas para o desenvolvimento ágil, principalmente com *Extreme Programming (XP)*, *Software Development Lifecycle (SDLC)*, *Feature Driven Development (FDD)*, *Scrum and Rapid Application Development (RAD)*.

2. Trabalhos com Score B: apresentam uma baixa correlação com a (*Qp*), mas acredita-se que os métodos usados no estudo primário, podem ser usados ou aplicados em processo de software. O trabalho de (Murauskaitė, Aomauskas, 2008), tem forte ligação com o emprego da TOC em processos de software e os termos (SP) e (SPI), mas não apresenta um método ou qualquer medição eficiente para a identificação de gargalos em processos de software ou melhoria do processo de software. O trabalho também não deixa explícito como o estudo foi realizado, motivo pelo qual foi atribuído peso 2 e *score* B.

3. Trabalhos com Score C: em geral não possui uma relação direta com a questão primária (*Qp*), mas entendemos que os métodos aplicados podem ser aplicados em processo de desenvolvimento de software. Estes trabalhos estão diretamente relacionados com as questões (*Qs4*) e (*Qs5*) e com o termo TOC e PO.

E. Lacunas Encontradas

Durante a análise dos resultados, foram identificadas algumas lacunas envolvendo o tema central desta pesquisa, mesmo nos trabalhos de maior pontuação. As principais lacunas identificadas bem como algumas observações são apresentadas nos tópicos abaixo.

1. Uso da TOC em Processo de Software: em geral o assunto é pouco abordado ou discutido, o que se tem são conceitualizações e contextualizações sobre o uso da TOC sem maiores aprofundamento.

2. Otimização de Processo de Software: o emprego de técnicas de otimização é largamente explorado, mas em geral não possui qualquer relação com o processo de desenvolvimento de software. A busca não retornou nenhum resultado relacionado, conforme apresentado na seção “E” e na tabela 10, apresentando assim uma grande lacuna, com ampla oportunidade de pesquisa, principalmente com o emprego de técnicas de otimização como heurísticas e meta heurísticas.

3. Identificação de Gargalos em PDS: Todos os trabalhos analisados que usa a TOC na identificação de gargalos estão relacionados ao ambiente produtivo. A

lacuna está em aplicar a identificação de gargalos em processos de desenvolvimento de software.

4. Os princípios da TOC: Os 5 passos da TOC, o método do Tambor, Pulmão e Corda, *Think Process* e os conceitos de melhoria continuada não são muito explorados na maioria dos trabalhos que envolve o processo de desenvolvimento de software. O emprego é em geral suprimido ou parcialmente aplicado.

Este estudo secundário evidenciou ausências de pesquisas que efetivamente abordam o emprego da TOC no PDS, indicando a existência de uma grande lacuna com significativas oportunidades de pesquisas, tanto no campo teórico, quanto no campo prático. Portanto, para auxiliar os pesquisadores interessados neste tema, será apresentado na Tabela XII um conjunto de subáreas que podem ser transformadas em oportunidades de pesquisa.

TABELA XII
OPORTUNIDADE DE PESQUISAS IDENTIFICADAS

Oportunidades de Pesquisa: TOC X PDS				
Áreas	Tipo de Estudos		Situação identificada	
	Teóricos	Práticos		
Processo de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Melhoria do processo de Software	NÃO	SIM	Área Parcialmente Aberta	
Otimização de Processo de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Desenvolvimento de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Otimização de Processo de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Aplicação na Indústria de Software	SIM	SIM	Área Parcialmente Aberta	
Gestão de projetos de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Aplicação em Processo de Teste de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Qualidade de Software	SIM	SIM	Área Aberta	
Experimentos em engenharia de Software	SIM	SIM	Área Parcialmente Aberta	

As áreas identificadas como parcialmente abertas indicam que existe alguns trabalhos realizados que emprega a TOC no PDS, embora os trabalhos identificados não apresentem solidez e nem metodologias aplicadas ou experimentadas.

VI. CONCLUSÃO

O processo de revisão sistemática é difícil e dispendioso. Exige tempo, disciplina e cuidado na elaboração de critérios para uma boa análise e classificação dos trabalhos. Durante os 18 meses de pesquisa, muitas descobertas foram feitas, dentre elas a importância da realização de um bom estudo secundário antes de embarcar em qualquer pesquisa independente da área.

A pesquisa evidenciou lacunas com o emprego da TOC em Processo de Desenvolvimento de Software e ficou constatado que a TOC pode ser aplicada no processo de software e que esta é uma boa frente de pesquisa a ser explorada. Explorar as técnicas de otimização e sua aplicação em processo de desenvolvimento de software também é uma ótima

possibilidade de pesquisa. Aliar estas duas frentes é um desafio, mas um desafio possível e que pode promover melhorias consideráveis no processo de software, seja na minimização de custos ou redução de tempo de espera (*lead times*) ou na maximização dos resultados na produção de software. Em momentos futuros, pretende-se explorar as oportunidades de pesquisa identificadas neste trabalho.

A primeira frente a ser explorada é a possibilidade de otimizar o processo de software, com o emprego de heurísticas e meta-heurísticas, usando os princípios da Teoria das Restrições para modelar o processo de desenvolvimento de software.

VII. REFERÊNCIAS

Conforme recomenda [14], somente serão apresentadas nesta Seção as fontes consultadas para a elaboração deste estudo secundário. Assim, limitou-se em apresentar os estudos primários incluídos/catalogados apenas conforme exposto na Tabela XI, Seção IV.B.

- [1] S. Kim, V. J. Mabin, J. Davies, The theory of constraints thinking processes: retrospect and prospect. *International Journal of Operations & Production Management*. Wellington - NZ. Emerald Group Publishing Limited, Vol. 28, Nr. 2, pp. 155-184, 2008.
- [2] E. M. Goldratt, J. Cox, A Meta: Um processo de Melhoria Contínua. São Paulo - SP. 2ª. Edição. Editora Nobel. 2003 Reimpressão 2006.
- [3] E. M. Goldratt, A Corrente Crítica. São Paulo - SP. Ed. Nobel, 2006.
- [4] S. Rahman, Theory of Constraints: A review of the philosophy and its applications; Perth, Australia *International Journal of Operations e Production Management*. AIJOPM, vol. 08, nr. 04, pp. 336-355, 1998.
- [5] A. Gupta, Bhardwaj, A. Kanda, Fundamental Concepts of Theory of Constraints: An Emerging Philosophy. *World World Academy of Science, Engineering and Technology*. Pp. 686-692 vol. 46. 2010.
- [6] E. M. Goldratt, It's Not Luck, Boca Raton - CA; Ed. The North River Press. 1993.
- [7] E. M. Goldratt, Y. Kishira, CCPM e TOC Uma Revolução no Japão. *Revista Mundo PM*. Edição 28, São Paulo - Brasil. 2009.
- [8] J. C. A. Biolchini, P. G. Mian, A. C. C. Natali, G. H. Travassos, Systematic review in software engineering: *Academy of Science, Engineering and Technology*. pp. 686-692 vol. 46. 2010.
- [9] J. C. A. Biolchini, P. G. Mian, A. C. C. Natali, T. U. Conte, G. H. Travassos, Scientific Research Ontology to Support Systematic Review in Software Engineering. *Advanced Engineering. Informatics*. vol. 21, no. 2, pp. 133-151, Apr. 2007.
- [10] B. Kitchenham, S. Charters, Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *EBSE Technical Report - Join Report EBSE 2007-001*. Keele and Durhan - UK. Keele University and Durham University. 2007.
- [11] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman, Systematic literature reviews in software engineering. *Journal of Information and Software Technology*. JIST, Elsevier. pp. 7-15, vol. 51. 2009.
- [12] B. Kitchenham, Procedures for Performing Systematic Reviews. *Joint Technical Report*. Software Engineering Group, Department of Computer Science. Keele - UK. Keele University, 2004.
- [13] G. Kalus, M. Kuhrmann, M. Criteria for Software Process Tailoring: A Systematic Review; *Proceedings of the ICSSP 2013 - International Conference on Software and System Process*. ACM New York, NY. pp. 171-180, 2013.
- [14] O. Pedreira, M. Piattini, M. R. Luaces, N. R. Brisaboa, A Systematic Review of Software Process Tailoring; *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes (ACM)*. New York - NY. Volume 32 Issue 3. 2007.
- [15] M. M. Islam, T. Gorschek, M. Unterkalmsteiner, R. Feldt, R. B. Permadi, C. K. CHENG, Evaluation and Measurement of Software Process Improvement: A Systematic Literature Review. *IEEE*

Transactions on Software Engineering, vol. 38, no. 2, pp. 398-424. Mar-Apr., 2012.

- [16] M. A. Babar, I. Gorton, *Software Architecture Review: The State of Practice*. Computer, vol. 42, no. 7. pp. 26-32. Jul. 2009.
- [17] P. Brereton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, M. Khalil, Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. *Technical Report*, Keele - UK. Keele University, 2007.
- [18] S. Easterbrook, Singer, j. Storey, m. Damian, D. Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research. *Guide to Advanced Empirical Software Engineering*. Springer, pp. 285-311, 2008.
- [19] S. A. Ribeiro, E. A. Schmitz and A. J. A. S. M. de Alencar; Bottleneck Identification in Software Development Processes: A Proposal Based on the Principles of the Theory of Constraints; *Proceedings of 2015 IEEE 10th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE 2015)*; Ciudad Real - ES, Jul. 2015.
- [20] S. A. Ribeiro, E. A. Schmitz, A. J. S. M. Alencar, M. F. Silva ; Research Opportunities on the Application of the Theory of Constraints to Software Process Development; *Journal of Software* vol. 12, no. 4, pp. 227-239, 2017.
- [21] S. A. Ribeiro, E. A. Schmitz, A. J. S. M. Alencar, M. F. Silva; The Deadline Syndrome: Origin, Causes and Implications in the Software Development Process; vol. 10, No. 2, pp.30-47; *ISYS-Brazilian Journal of Information Systems - SBC-Brazilian Computer Society*; Rio de Janeiro-RJ; jun.-2017.
- [22] S. A. Ribeiro, E. A. Schmitz, A. J. S. M. Alencar, M. F. Silva; Bottlenecks Identification in Software Development Process: A Qualitative Approach; *Proceedings of IHC' 2017 - XVI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2017)*; Joinville - SC, Brasil; Out. 2017.
- [23] M. Sulayamam, E. A. Mendes, E. A Systematic Literature Review of Software Process Improvement in Small and Medium Web Companies. *Advances in Software Engineering Communications in Computer and Information Science*; Springer Link, Vol. 59, pp. 1-8, 2009. *Technical Report*. Rio de Janeiro - RJ. COPPE / UFRJ, 2005.



Sildenir Alves Ribeiro holds a Bachelor's Degree in Computer Science from the University of Cuiabá (UNIC), is Specialist in Systems Administration from the Federal University of Lavras (UFLA), holds a Master's degree in Informatics from the Federal University of Espírito Santo (UFES) and a Doctor in Informatics from

Tércio Pacitti Institute of Research and Computational Applications of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). He is currently professor at the Federal Center for Technological Education of Rio de Janeiro (CEFET/RJ), at Industrial Automation Coordination. Has experience in Computer Science, with emphasis on Software Engineering and Information Systems. He is active mainly in the following topics: strategic management of IT, project management, software processes, analysis and development of systems.



Eber Assis Schmitz holds a degree in Electronic Engineering from the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), has a master's degree in Electrical Engineering from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) and a PhD in Computing and Control from Imperial

College. He is currently an associate professor at the Federal University of Rio de Janeiro, in the Computer Science Department and the Postgraduate Program in Informatics (PPGI), at the Tércio Pacitti Institute of Research and

Computer Applications at the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). He has experience in the area of Computer Science, with emphasis on Software Engineering and Information Systems, acting mainly on the following topics: software modeling and specification, risk analysis in IT projects, software engineering economics, modeling and simulation of Software processes and business rules.



Antonio Juarez S. M. de Alencar holds a Bachelor's Degree in Mathematics from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), has a Master's Degree in Systems and Computer Engineering from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) and a DPhil. in Computer Science from the University of Oxford. He is

currently professor of the Postgraduate Program in Informatics (PPGI) at the Federal University of Rio de Janeiro, from Tércio Pacitti Institute of Research and Computer Applications. He is an Information Technology Analyst at the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). He has experience in the area of Computer Science, with emphasis on Analysis of IT Investments. He is active mainly in the following topics: risk analysis in software projects and economics software engineering.



Mônica Ferreira da Silva holds a degree in Informatics from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), is a Specialist in Project Management from NCE / UFRJ, has a Master's degree in Systems and Computation Engineering from COPPE / UFRJ and a Doctor of Science degree in Administration from COPPEAD / UFRJ.

She is currently a guest lecturer at the Federal University of Rio de Janeiro and coordinator of postgraduate courses at the Tércio Pacitti Institute of Research and Computer Applications. She has experience in the area of Administration, with emphasis on Information Technology Management. She is active mainly in the following topics: strategy and information systems, methodology of scientific research and adoption of technology.