

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS  
À ENGENHARIA E GESTÃO**

**Lucas da Silva Oliveira**

**UM MÉTODO PARA GERAÇÃO DE MODELO ARQUITETURAL  
DE SISTEMAS-DE-SISTEMAS DE INFORMAÇÃO A PARTIR DA  
ANÁLISE DE MODELOS DE PROCESSOS DE NEGÓCIO**

**Campos dos Goytacazes/RJ**

**2021**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À  
ENGENHARIA E GESTÃO**

Lucas da Silva Oliveira

**UM MÉTODO PARA GERAÇÃO DE MODELO ARQUITETURAL DE SISTEMAS-  
DE-SISTEMAS DE INFORMAÇÃO A PARTIR DA ANÁLISE DE MODELOS DE  
PROCESSOS DE NEGÓCIO**

Aline Pires Vieira de Vasconcelos

(Orientadora)

Rodrigo Pereira dos Santos

(Coorientador)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Campos dos Goytacazes, RJ  
2021

Biblioteca Anton Dakitsch  
CIP - Catalogação na Publicação

O48m Oliveira, Lucas da Silva  
UM MÉTODO PARA GERAÇÃO DE MODELO ARQUITETURAL DE SISTEMAS-DE-SISTEMAS DE INFORMAÇÃO A PARTIR DA ANÁLISE DE MODELOS DE PROCESSOS DE NEGÓCIO / Lucas da Silva Oliveira - 2021.  
148 f.: il. color.

Orientadora: Aline Pires Vieira de Vasconcelos  
Coorientador: Rodrigo Pereira dos Santos

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.  
Referências: f. 105 a 111.

1. Sistema-de-Sistemas de Informação. 2. Modelo Arquitetural. 3. Processos de Negócio. I. Vasconcelos, Aline Pires Vieira de , orient. II. Santos, Rodrigo Pereira dos , coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Anton Dakitsch do IFF com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À  
ENGENHARIA E GESTÃO

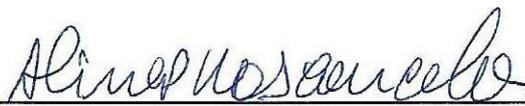
Lucas da Silva Oliveira

UM MÉTODO PARA GERAÇÃO DE MODELO ARQUITETURAL DE SISTEMAS-  
DE-SISTEMAS DE INFORMAÇÃO A PARTIR DA ANÁLISE DE MODELOS DE  
PROCESSOS DE NEGÓCIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Aprovado em 30 de março de 2021.

Banca Examinadora:



---

Aline Pires Vieira de Vasconcelos

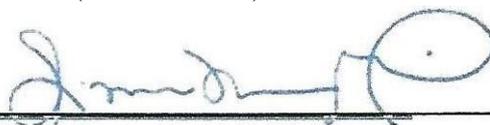
Doutora em Engenharia de Sistemas e Computação — IFFluminense  
(Orientadora)



---

Rodrigo Pereira dos Santos

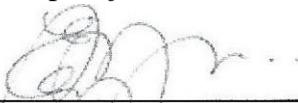
Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação- UNIRIO  
(Coorientador)



---

Simone Vasconcelos Silva

Doutora em Computação — IFFluminense



---

Elisa Yumi Nakagawa

Doutora em Ciências de Computação e Matemática Computacional – USP

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força, saúde e por colocar em minha vida todas as pessoas que me auxiliaram a chegar onde estou.

Agradeço a minha família pelo apoio e incentivo que sempre me deram, mas principalmente a força que me deram durante o mestrado.

À Professora Aline Vasconcelos e ao Professor Rodrigo Santos agradeço por todos os ensinamentos, orientação, apoio e incentivo que me deram, pela paciência e compreensão que tiveram e pela confiança que depositaram em mim

Um agradecimento especial a minha amiga Juliana Fernandes por toda ajuda concedida durante as diferentes etapas e dificuldades enfrentadas nesta pesquisa.

Aos meus colegas, Davi Carvalho e Ester Nunes, que trabalharam ao meu lado durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e colegas do LabESC da UNIRIO por todos os aprendizados, colaboração e ajuda que forneceram e que me ajudaram a melhorar e evoluir.

Aos meus amigos e colegas de curso, alunos e professores, por todos os momentos de diversão, companheirismo, suporte e aprendizagem que me ajudaram a seguir em frente e superar momentos de dificuldade e dúvida.

Um grande obrigado a todos que de alguma forma me ajudaram a conquistar essa vitória, eu jamais teria conseguido sem vocês.

## RESUMO

Organizações buscam atingir metas e objetivos organizacionais cada vez mais robustos por meio da execução de tarefas desempenhadas pelos sistemas de informação (SI), tornando a necessidade de evolução e integração entre eles um fato concreto. Nesse contexto, surge uma nova classe de sistemas, denominada Sistema-de-Sistemas de Informação (SoIS). Para apoiar a compreensão da interoperabilidade em SoIS, o entendimento dos processos de negócio que suportam cada SI constituinte é fundamental. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo central desenvolver um método baseado na análise de modelos de processos de negócio para a geração de um modelo arquitetural baseado em SoIS, que permita a detecção das necessidades de interoperabilidade entre os SI de uma organização, ou de diferentes organizações, visando atingir as metas organizacionais. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre conceitos de SoIS, Interoperabilidade e Processos de Negócio e foram estudados exemplos de modelos de processos de negócio para apoiar o desenvolvimento do método BPSoIS (*Business Processes to Systems-of-Information Systems*) para análise e extração de informação de processos de negócio visando a elaboração de uma representação arquitetural dos SI da organização na perspectiva de um SoIS. Buscando apoiar a execução do método, foram desenvolvidos uma ferramenta de leitura e interpretação dos modelos de processos e uma representação arquitetural baseada em um modelo conceitual de SoIS existente na literatura. Estudos foram realizados em um *campus* de um Instituto Federal de Ensino e, como resultados, foram verificados com *stakeholders* e especialistas a viabilidade de aplicação do método e de seu ferramental e a adequabilidade e correteza da representação arquitetural final gerada como resultado.

**Palavras-chave:** Sistema-de-Sistemas de Informação; Modelo Arquitetural; Processos de Negócio.

## ABSTRACT

Organizations seek to achieve increasingly robust organizational goals and objectives through the execution of tasks performed by information systems (IS), making the need for evolution and integration among them a concrete fact. In this context, a new class of systems has emerged: System-of-Information Systems (SoIS). To support the understanding of interoperability in SoIS, an understanding of the business processes that support each constituent IS is critical. Thus, this research has as main objective to develop a method for the generation of an architectural model based on SoIS and on the analysis of business process models, which allows the detection of the interoperability needs between the different IS of an organization, or of different organizations, aiming to achieve organizational goals. To do so, a literature review was carried out about concepts of SoIS, Interoperability and Business Processes and examples of business process models were investigated to support the development of the BPSoIS (Business Processes to Systems-of-Information Systems) as a method for analysis and information extraction of business processes aiming at the elaboration of an architectural representation of the organization's IS in the perspective of a SoIS. Seeking to support the method's execution, a tool for reading and interpreting process models and an architectural representation based on a conceptual model of SoIS in the literature were developed. Studies were carried out on a campus of a Federal Educational Institute and, as a result, the method and its tools were verified based on an analysis of feasibility, suitability and correctness of the final architectural representation generated from stakeholders and specialists.

**Keywords:** System-of-Information Systems; Architectural Model; Business Process.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Metodologia da pesquisa.....	20
<b>Figura 2.</b> Diagrama de Venn de conceitos semelhantes a SoIS trabalhados na literatura .....	30
<b>Figura 3.</b> Modelo Conceitual de SoIS .....	31
<b>Figura 4.</b> Diagramas de Venn dos resultados .....	39
<b>Figura 5.</b> Linha do tempo de publicações no tema de SoIS .....	40
<b>Figura 6.</b> Formas de publicação dos trabalhos .....	40
<b>Figura 7.</b> Principais países responsáveis por publicações .....	41
<b>Figura 8.</b> Macroprocesso do método proposto .....	51
<b>Figura 9.</b> Subprocesso: Preparar os modelos de processo de negócio .....	51
<b>Figura 10.</b> Subprocesso: Analisar modelos .....	53
<b>Figura 11.</b> Subprocesso: Gerar Representação Arquitetural do SoIS resultante .....	54
<b>Figura 12.</b> Diagrama de caso de uso da ferramenta de apoio .....	55
<b>Figura 13.</b> Interface da área principal da Ferramenta.....	57
<b>Figura 14.</b> Área de Informações dos Processos.....	57
<b>Figura 15.</b> Área de Detalhes dos Atores .....	58
<b>Figura 16.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Adicionar descrição para as tarefas (Parte 1).....	59
<b>Figura 17.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Adicionar descrição para as tarefas (Parte 2).....	60
<b>Figura 18.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Inclusão de sistemas.....	60
<b>Figura 19.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Associação de tarefas e sistemas .....	61
<b>Figura 20.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Relação de atores equivalentes.....	61
<b>Figura 21.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Relação de tarefas equivalentes .....	62
<b>Figura 22.</b> Áreas do <i>Wizard</i> – Heurística H1 de instanciação do modelo arquitetural .	63
<b>Figura 23.</b> Modelo arquitetural de SoIS .....	66
<b>Figura 24.</b> Processo de Requerimento do Aluno .....	70
<b>Figura 25.</b> Macroprocesso da versão inicial do método proposto .....	71
<b>Figura 26.</b> Subprocesso: Analisar relações entre atores, tarefas e sistemas .....	72
<b>Figura 27.</b> Quantidades de Interações dos Atores .....	73
<b>Figura 28.</b> Intensidades das Interações .....	74
<b>Figura 29.</b> Instância do modelo arquitetural de SoIS: Processo de Reabertura de Matrícula.....	79

<b>Figura 30.</b> Cenário da Proposição 1 criado a partir da instância do modelo .....	81
<b>Figura 31.</b> Cenário da Proposição 2 criado a partir da instância do modelo .....	82
<b>Figura 32.</b> Cenário da Proposição 3 criado a partir da instância do modelo .....	82
<b>Figura 33.</b> Distribuição da concordância à adequabilidade.....	85
<b>Figura 34.</b> Processo de Solicitação de Histórico Parcial .....	90
<b>Figura 35.</b> Descumprimentos dos pré-requisitos do método .....	90
<b>Figura 36.</b> Mapa de elementos simplificado (versão de TI).....	92
<b>Figura 37.</b> Mapa de elementos simplificado (versão de negócio).....	93
<b>Figura 38.</b> Modelo Arquitetural de SoIS (Atualizado).....	97
<b>Figura 39.</b> Mapa de elementos simplificado (versão de TI) - Atualizado .....	98
<b>Figura 40.</b> Mapa de elementos simplificado (versão de negócio) - Atualizado .....	99

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Glossário de termos do modelo conceitual de SoIS .....	32
<b>Quadro 2.</b> Áreas de conhecimento e identificação .....	38
<b>Quadro 3.</b> Explicação das áreas de conhecimento .....	38
<b>Quadro 4.</b> Características e atributos de SoIS de acordo com a literatura .....	46
<b>Quadro 5.</b> Lista de pré-requisitos para a execução do método.....	52
<b>Quadro 6.</b> Caso de uso “Importar modelos de processos de negócio” .....	56
<b>Quadro 7.</b> Glossário de termos do modelo arquitetural de SoIS .....	64
<b>Quadro 8.</b> Heurísticas para iteração do modelo .....	66
<b>Quadro 9.</b> Caracterização dos pesquisadores .....	68
<b>Quadro 10.</b> Resultados levantados pelo estudo .....	75
<b>Quadro 11.</b> Caracterização dos participantes do estudo de campo .....	77
<b>Quadro 12.</b> Métricas para a avaliação do estudo de campo .....	83
<b>Quadro 13.</b> Melhorias para os processos apontadas pelos participantes.....	86
<b>Quadro 14.</b> GQM - Objetivo 1 .....	87
<b>Quadro 15.</b> GQM - Objetivo 2 .....	87
<b>Quadro 16.</b> Questões para avaliar a modelagem arquitetural do SoIS com o especialista em SoIS .....	87
<b>Quadro 17.</b> Questões para avaliar a modelagem arquitetural do SoIS com o especialista do Domínio.....	88
<b>Quadro 18.</b> Métricas para a avaliação do estudo avaliativo final.....	88
<b>Quadro 19.</b> Respostas das questões da avaliação final.....	94

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Compilado das respostas dos participantes.....	84
---	----

**LISTA DE SIGLAS**

API – *Application Programming Interface*

BIBO – *Bibliographic Ontology Specification*

BPA – *Business Process Architecture*

BPEL – *Business Process Execution Language*

BPM – *Business Process Management*

BPMN – *Business Process Model and Notation*

BPSoIS – *Business Process to System-of-Information Systems*

CM – *Configuration Management*

DEVS – *Discrete Event System Specification*

DSR - *Design Science Research*

EA – *Enterprise Architecture*

EE – *Extended Enterprise*

FOAF – *Friend Of A Friend Ontology*

GQM – *Goal-Question-Metric*

HLA – *High Level Architecture*

IETF – *Internet Engineering Task Force*

MSSiS – *Workshop em Modelagem e Simulação de Sistemas Intensivos em Software*

OMG – *Object Management Group*

OWL – *Ontology Web Language*

RA – *Registro Acadêmico*

RPA – *Robotic Process Automation*

SI – *Sistema de Informação*

SIOC – *Semantically Interlinked Online Communities*

SiSoS – *Software intensive Systems-of-Systems*

SOA – *Service-Oriented Architecture*

SoIS – *System-of-Information Systems*

SoS – *System-of-Systems*

SysML – *Systems Modeling Language*

TI – *Tecnologia da Informação*

UML – *Unified Modeling Language*

URL – *Uniform Resource Locator*

VE – *Virtual Enterprise*

XML – *Extensible Markup Language*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	xi
<b>SUMÁRIO</b> .....	13
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1 Justificativa</b> .....	17
<b>1.2 Objetivos</b> .....	18
<b>1.3 Metodologia</b> .....	19
<b>1.4 Organização da Monografia</b> .....	22
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	23
<b>2.1 Referencial Teórico</b> .....	23
<b>2.1.1 Sistemas-de-Sistemas de Informação</b> .....	23
<b>2.1.2 Sistemas e Arquiteturas Propostos na Área de Negócio</b> .....	27
<b>2.1.3 Modelo Conceitual de SoIS</b> .....	30
<b>2.1.4 Processos de Negócio em Sistemas-de-Sistemas de Informação</b> .....	35
<b>2.2 Trabalhos Relacionados</b> .....	37
<b>2.2.1 Bibliometria</b> .....	37
<b>2.2.2 Mapeamento Sistemático #1: Interoperabilidade em SoIS</b> .....	44
<b>2.2.3 Mapeamento Sistemático #2: O Estado da Literatura de SoIS</b> .....	45
<b>2.2.4 Mapeamento Sistemático #3: Modelagem de Processo de Negócio em SoS</b> .....	48
<b>2.3 Considerações Finais</b> .....	49
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	50
<b>3.1 Método BPSoIS</b> .....	50
<b>3.2 Ferramental de Apoio ao Método</b> .....	54
<b>3.3 Representação Arquitetural</b> .....	63
<b>3.4 Considerações Finais</b> .....	67
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	68
<b>4.1 Estudo Exploratório</b> .....	71
<b>4.1.1 Versão Inicial do Método</b> .....	71
<b>4.1.2 Resultados</b> .....	73

<b>4.2 Estudo de Campo</b> .....	76
<b>4.2.1 Perfil dos Participantes</b> .....	76
<b>4.2.2 Instrumentos e Preparação</b> .....	77
<b>4.2.3 Desenvolvimento dos Cenários</b> .....	78
<b>4.2.4 Questões e Métricas</b> .....	83
<b>4.2.5 Validade do Planejamento</b> .....	83
<b>4.2.6 Interpretação e Análise</b> .....	83
<b>4.2.7 Execução</b> .....	84
<b>4.2.8 Resultados</b> .....	84
<b>4.3 Estudo de Viabilidade</b> .....	86
<b>4.3.1 Planejamento do Estudo</b> .....	87
<b>4.3.2 Preparação dos Modelos de Processos de Negócio</b> .....	89
<b>4.3.3 Análise dos Modelos</b> .....	90
<b>4.3.4 Geração da Representação Arquitetural do SoIS Resultante</b> .....	91
<b>4.3.5 Mapa de Elementos Simplificado</b> .....	91
<b>4.3.6 Execução</b> .....	93
<b>4.3.7 Resultados</b> .....	94
<b>4.3.8 Ameaças à Validade</b> .....	100
<b>4.4 Considerações Finais</b> .....	100
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	102
<b>5.1 Contribuições</b> .....	102
<b>5.2 Limitações</b> .....	103
<b>5.3 Trabalhos Futuros</b> .....	104
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	105
<b>ANEXO I. Elementos Padrão do BPMN</b> .....	112
<b>APÊNDICE I. Casos de uso do ferramental de apoio</b> .....	113
<b>APÊNDICE II. Termo de consentimento e Questionário de Caracterização de Perfil do Participante</b> .....	118
<b>APÊNDICE III. Formulário de Estrutura das Entrevistas com os Stakeholders</b> .....	121
<b>APÊNDICE IV. Instâncias do Modelo Arquitetural de SoIS</b> .....	136
<b>APÊNDICE V. Instâncias do Mapa de Elementos Simplificado</b> .....	139
<b>APÊNDICE VI. Formulário Estrutural da Avaliação dos Resultados com Especialista de SoIS</b> .....	141
<b>APÊNDICE VII. Formulário Estrutural da Avaliação dos Resultados com Especialista do domínio</b> .....	145

## 1 INTRODUÇÃO

Um sistema é um grupo de entidades e suas inter-relações reunidas para formar um todo maior que a soma das partes (BOARDMAN e SAUSER, 2006). Um sistema de informação (SI) é um conjunto de componentes que se inter-relacionam de forma dinâmica para coletar, armazenar e processar dados e prover informações e conhecimentos que apoiam a tomada de decisões e o controle de uma organização. Sendo um campo interdisciplinar, SI é sustentado por três dimensões – organizações/processos, pessoas e tecnologias – se mostrando um importante instrumento de criação de valor para uma organização (LAUDON e LAUDON, 2016; FERNANDES *et al.*, 2019).

SI são sistemas sociotécnicos que mesmo sendo, muitas vezes, compostos por máquinas, dispositivos e tecnologia física, necessitam de investimentos sociais, organizacionais e intelectuais de maneira substancial para funcionarem propriamente (LAUDON e LAUDON, 2016). Ultimamente, usuários têm requisitado por uma pluralidade de informações cada vez maior e, buscando atender às demandas dos usuários, os SI vêm se tornando gradativamente mais complexos (SALEH e ABEL, 2015); porém, muitas vezes não é possível para um único SI atendê-las efetivamente. Nesse sentido, mais do que as informações em si, o que as pessoas precisam são sistemas que possam ser integrados para atender às exigências dos usuários agindo como um único sistema (MENDES *et al.*, 2018).

Organizações de setores público e privado procuram gerar valor em seus produtos e serviços, estabelecendo metas e objetivos a serem cumpridos a partir da realização de seus processos de negócio, que têm a sua execução apoiada por SI. A fim de atingir objetivos e/ou missões, as organizações precisam lidar com diferentes aspectos técnicos, sociais e de negócio que influenciam e são influenciados por problemas de integração dos sistemas. Nesse sentido, para apoiar efetivamente os processos de negócio das organizações, os sistemas existentes devem ser integrados e interoperar, formando arranjos de SI (HASSELBRING, 2000).

Quando formados por SI independentes gerencial e operacionalmente, esses arranjos têm sido chamado de Sistema-de-Sistemas de Informação (do inglês, *System-of-Information Systems*, SoIS), que resulta de vários SI, intensivos em software ou não, trabalhando juntos para atingir objetivos de negócio em comum (SALEH e ABEL, 2015; SALEH *et al.*, 2015). O conceito de SoIS se origina dos Sistemas-de-Sistemas (do inglês, *Systems-of-Systems*, SoS), que representam um arranjo de sistemas interoperáveis, chamados constituintes, concebidos

para realizar missões como objetivos de alto nível (MAIER, 1996; BOARDMAN e SAUSER, 2006; DELAURENTIS, 2007; NIELSEN *et al.*, 2015).

O SoIS utiliza as funcionalidades individuais oferecidas pelos constituintes para construir funcionalidades complexas que não poderiam ser oferecidas por nenhum desses SI separadamente (GRACIANO NETO *et al.*, 2017b). Como exemplos de SoIS, pode-se citar: cidades inteligentes (MENDES *et al.*, 2018); um sistema municipal de informações urbanas que busca reunir, gerir, integrar e atualizar o conjunto de informações sobre uma cidade, o que somente é possível quando diferentes SI interoperam combinando suas capacidades (FERNANDES *et al.*, 2018); um simples SI de uma pizzaria que pode ser visto como um SoIS se for composto por (i) drones que realizam as entregas, (ii) aplicativos responsáveis por estabelecer a interface com os clientes, e (iii) entregadores ocasionais que podem entrar e sair do SoIS a sua conveniência (TEIXEIRA *et al.*, 2019); ou, até mesmo, os diferentes SI de uma instituição de ensino que são independentes, pois operam para atingir objetivos próprios, mas que trabalham em conjunto para alcançar metas organizacionais que dependem da interoperabilidade destes SI.

Neste contexto, observa-se que organizações vêm buscando colaborar entre si para complementarem suas limitações mútuas e aumentarem sua influência e vantagens nos negócios. Essa colaboração se estende para a infraestrutura tecnológica, que pode incluir a necessidade de suporte por meio de SI. Assim, um SoIS pode ser visto também como o conjunto resultante de SI interconectados e independentes de diferentes organizações (FERNANDES *et al.*, 2019). Os sistemas que constituem um SoIS, denominados constituintes, apresentam independência operacional e gerencial (MAIER, 1998), sendo internamente heterogêneos, o que representa um dos principais desafios para o desenvolvimento e implantação de SoIS (MENDES *et al.*, 2018).

SoIS é fruto dos processos de negócio que se modernizam e de um mundo globalizado no qual o SI é forçado a interoperar com outros para que possam disponibilizar serviços, firmar parcerias comerciais com fornecedores, cumprir as leis e entregar produtos de forma ágil e otimizada (TEIXEIRA *et al.*, 2019). Uma vez que SoIS é orientado a processos de negócio, esse arranjo deve (i) atender aos requisitos de negócio (alinhados a um ou mais processos), (ii) possuir um objetivo principal e objetivos secundários e (iii) considerar os objetivos individuais dos SI constituintes envolvidos (FERNANDES *et al.*, 2019).

Entretanto, mesmo que SI individuais funcionem eficientemente como sistemas independentes, podem falhar quando incorporados como componentes em um SoIS (SALEH *et al.*, 2015). Neste contexto, a interoperabilidade entre os sistemas constituintes é uma preocupação primária (KLEIN e VAN VLIET, 2013; GRACIANO NETO *et al.*, 2017b) e um aspecto central da arquitetura (EMRULI *et al.*, 2014). Logo, a importância das relações entre estes SI interoperáveis ocorre pelo fato de que as empresas podem se manter e gerar mais valor caso essas relações sejam melhor investigadas e compreendidas (SANTOS *et al.*, 2018).

### 1.1 Justificativa

Organizações precisam lidar com um ambiente complexo para atingir objetivos estratégicos, assim sendo, os processos de negócio devem ser integrados à tecnologia da informação (TI) de forma a facilitar o papel do gerenciamento, sendo essa uma estratégia para atingir as metas organizacionais (BIJARCHIAN e ALI, 2014). A perpetuação da competitividade de uma organização depende cada vez mais da capacidade de integrar sistemas (BOEHM, 2006).

Uma vez que SoIS é uma classe de SoS, problemas de integração emergem ao lidar com a complexidade das interações entre os seus constituintes. A identificação de processos de negócio que capturam as interações, procedimentos e requisitos que o sistema precisa atender se torna chave para o desenvolvimento bem-sucedido da arquitetura (KRUEGER *et al.*, 2006). Pelo fato dos SoIS apresentarem uma natureza predominantemente orientada a negócio, são necessárias metodologias específicas para capturar suas características e, nesse caso, a modelagem de processos de negócio é potencialmente útil (GRACIANO NETO *et al.*, 2017a). De acordo com o Santos *et al.* (2020), pesquisas combinando modelagem de processos de negócio e SoIS têm utilizado técnicas de modelagem para representar as características de processos inerentes a SoIS. Enquanto a Engenharia de Software tradicional apresenta ferramentas e metodologias para construção e gerenciamento de SI, ainda é necessário pesquisar por novas perspectivas para analisar as ligações entre SI e identificar os fatores que influenciam as relações que os cercam (FERNANDES *et al.*, 2018).

Sistemas que operam isoladamente impedem a automação da entrega e sincronização de informações, reduzem a associação e compartilhamento de dados entre sistemas e obstruem a comunicação entre diferentes setores, fazendo com que a organização acabe oferecendo aos clientes informações inconsistentes (FU *et al.*, 2010; KRETZER *et al.*, 2016). Outro problema é que a falta de integração entre os sistemas aumenta os custos operacionais, de gerenciamento

e de coordenação (GEORGANTZAS e KATSAMAKAS, 2010). Além disso, conjuntos de sistemas que apresentam pouca ou nenhuma interoperabilidade causam atrasos na execução dos processos da organização, planos conflitantes e sem coordenação, decisões ineficientes e uma inabilidade de lidar com mudanças rápidas (BOEHM, 2006; ZAFARY, 2020).

A perspectiva de SoIS pode auxiliar profissionais que desejam mitigar questões relacionadas à falta de comunicação entre SI. No entanto, de acordo com Teixeira *et al.* (2019), a pesquisa em SoIS apresenta poucos estudos que abordam linguagens, técnicas e ferramentas para modelagem de arquiteturas de SoIS sendo uma lacuna de pesquisa na área. Os autores apontam também a necessidade de uma linguagem de modelagem específica que suporte todas as particularidades da arquitetura de SoIS. Fernandes *et al.* (2018) afirmam que os estudos no tema procuram solucionar problemas particulares em domínios específicos, não oferecendo soluções que apoiam desenvolvedores, gestores e pesquisadores a trabalhar com o dinamismo das estruturas de SoIS.

Segundo Graciano Neto *et al.* (2017a), notações para engenharia de SoIS atuais, como diagramas de atividade UML<sup>1</sup> (*Unified Modeling Language*) e SysML<sup>2</sup> (*Systems Modeling Language*), necessitam de adaptações para representar cooperação entre sistemas constituintes, uma vez que estas não apresentam suporte nativo para tal. Além disso, abordagens utilizadas para representar missões em SoS, como o mKAOS (SILVA *et al.*, 2015), não apresentam a noção de atividades interdependentes e sequenciais, carecendo assim na abrangência da natureza de negócio do SoIS.

## 1.2 Objetivos

Diante desse contexto, esta pesquisa tem como objetivo central desenvolver um método baseado na análise de modelos de processos de negócio para a geração de um modelo arquitetural baseado em SoIS, que permita a detecção das necessidades de interoperabilidade entre os SI de uma organização, ou de diferentes organizações, visando atingir as metas organizacionais. Este objetivo central se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

- propor um método para análise e extração de informações de modelos de processos de negócio, extraindo elementos que serão a base para a criação da representação arquitetural do SoIS da organização;

---

<sup>1</sup> <https://www.omg.org/spec/UML/About-UML/>

<sup>2</sup> <https://sysml.org>

- identificar interações entre SI de diferentes unidades organizacionais e/ou diferentes organizações a partir de seus processos de negócio;
- elaborar uma representação dos SI da organização na perspectiva de um SoIS, gerando uma arquitetura;
- propor uma ferramenta de apoio ao método para análise e extração de informações de processos de negócio.

### 1.3 Metodologia

A abordagem *Design Science Research* (DSR) foi utilizada como base para o desenvolvimento desta pesquisa. DSR é um método de pesquisa orientado para solução de problemas, que auxilia pesquisadores a compreender e responder perguntas relevantes aos problemas humanos por meio da construção e avaliação de artefatos, gerando assim novos conhecimentos científicos. Dessa forma, o método visa à construção de artefatos que possibilitem a transformação de uma situação a um estado melhor ou mais desejável, promovendo a aproximação entre teoria e prática (HEVNER e CHATTERJEE, 2010; DRESCH *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2018b).

As questões principais que norteiam esta pesquisa são: (1) “*Como modelos de processos de negócio podem refletir pontos de interoperabilidade entre os sistemas de uma organização?*”; e (2) “*Como gerar a representação arquitetural do arranjo de sistemas resultante com base nesses pontos de interoperabilidade?*”. Para responder às questões, a metodologia desta pesquisa, apresentada na Figura 1, foi estruturada em três fases principais: (i) fase de concepção, (ii) fase de implementação e (iii) fase de avaliação.

A fase de concepção compreende as etapas 1, 2, 6, 7 e 8 – necessárias para o desenvolvimento do método que visa à elaboração de uma representação arquitetural de SoIS. A fase de implementação engloba as etapas 3 e 9, nas quais ocorre o desenvolvimento do método e ferramental propostos, e a fase de avaliação engloba as etapas 4, 5, 10 e 11, nas quais ocorrem as avaliações das soluções e artefatos propostos. As cinco primeiras etapas da metodologia buscam responder à questão de pesquisa 1, enquanto as etapas restantes visam responder à questão de pesquisa 2. Deste modo, as etapas desta pesquisa são:

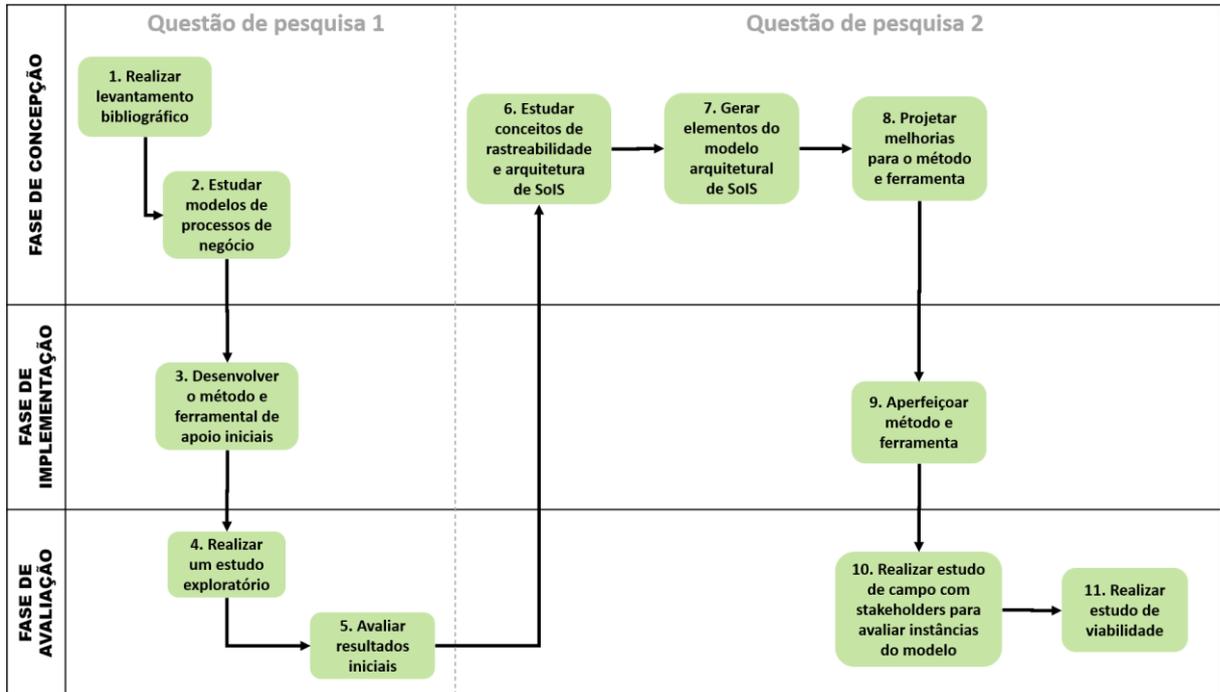


Figura 1. Metodologia da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor

1. *Realizar levantamento bibliográfico*: inicialmente foram realizadas pesquisas nas bases de dados Scopus, ACM DL, IEEE Xplore e Web of Science pelos temas SoIS, Interoperabilidade e Modelo e Notação de Processos de Negócio (do inglês, *Business Process Model and Notation*, BPMN). Durante o levantamento bibliográfico, foram encontrados três mapeamentos sistemáticos recentes tratando da área: o trabalho de Teixeira *et al.* (2019) que discute o *status quo* da área de pesquisa em SoIS; a pesquisa de Fernandes *et al.* (2018), que discute interoperabilidade em SoIS; e o trabalho de Santos *et al.* (2020), que fala sobre modelagem de processos de negócio em SoS. Os dois primeiros trabalhos foram encontrados nas pesquisas das bases, já o terceiro trabalho foi encontrado nos anais do II Workshop em Modelagem e Simulação de Sistemas Intensivos em Software (MSSiS). Esses trabalhos foram utilizados como base para a fundamentação teórica desta pesquisa e são discutidos no Capítulo 2. Em um segundo momento, um novo levantamento bibliográfico focado em arquitetura foi realizado devido à necessidade de investigar quais soluções eram utilizadas no tema de SoIS;
2. *Estudar modelos de processos de negócio*: estudou-se exemplos de modelos de processos de negócio em BPMN, dentre eles alguns modelos de processos de um Instituto Federal de Ensino, com a finalidade de identificar pontos de interação entre diferentes unidades organizacionais, ou entre diferentes organizações e os seus sistemas,

isto é, seus *links* de interoperabilidade (FERNANDES *et al.*, 2019), a partir das tarefas realizadas por cada ator nos processos;

3. *Desenvolver o método e ferramental de apoio iniciais*: desenvolveu-se uma versão inicial do método e do ferramental de apoio para extração de dados de modelos de processos de negócio (atores, tarefas, *gateways* e subprocessos) e identificação dos *links* de interoperabilidade entre os sistemas;
4. *Realizar estudo exploratório*: realizou-se um estudo com o intuito de avaliar conjecturas de identificação de *links* de interoperabilidade, desenvolvidas com base nos conhecimentos adquiridos e aplicadas na análise de modelos de processos de negócio de um setor de um Instituto Federal de Ensino;
5. *Avaliar resultados iniciais*: foram avaliados os resultados do estudo exploratório, obtendo indícios da viabilidade das conjecturas desenvolvidas assim como pontos de aperfeiçoamento para a versão inicial do método e ferramental de apoio;
6. *Estudar conceitos de rastreabilidade e arquitetura de SoIS*: foram estudados conceitos de rastreabilidade e arquitetura com o intuito de identificar os elementos necessários para se criar uma representação arquitetural de SoIS;
7. *Gerar elementos do modelo arquitetural de SoIS*: os conceitos estudados na etapa anterior foram utilizados para gerar uma representação arquitetural do arranjo dos sistemas de uma organização, apresentando rastreabilidade entre elementos da arquitetura e os processos de negócio;
8. *Projetar melhorias para o método e ferramenta*: a partir dos resultados do estudo exploratório e dos conceitos de rastreabilidade e arquitetura de SoIS forma projetadas melhorias para o método e ferramental de apoio;
9. *Aperfeiçoar método e ferramenta*: realizou-se o aperfeiçoamento do método e da ferramenta aplicando as melhorias projetadas no passo anterior;
10. *Realizar estudo de campo com stakeholders para avaliar instâncias do modelo*: foram realizadas entrevistas com *stakeholders* de diferentes setores do Instituto Federal de Ensino. O intuito das entrevistas foi avaliar se os dados extraídos dos modelos de processos de negócio estão coerentes com o mundo real e viáveis de serem instanciados no modelo arquitetural do SoIS seguindo um grupo de heurísticas proposto;
11. *Realizar estudo de viabilidade*: um estudo de viabilidade para o método foi realizado em um Instituto Federal de Ensino. Neste estudo, foram utilizados os processos de negócio da secretaria de pós-graduação para executar uma prova de conceito do método

BPSoIS. Por fim, a representação arquitetural do SoIS gerada foi verificada por especialistas da área de SoS/SoIS e da área de Processos de Negócio.

#### **1.4 Organização da Monografia**

Partindo desta introdução, o restante do texto está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2, é apresentado o referencial teórico sobre SoIS e modelagem de processos de negócio assim como uma visão geral da área e uma análise de trabalhos relevantes relacionados; no Capítulo 3, são apresentados o método proposto, o ferramental de apoio à sua execução e o modelo arquitetural de SoIS proposto; o Capítulo 4 descreve o estudo exploratório, as entrevistas de avaliação da representação arquitetural realizadas com os *stakeholders* do negócio e o estudo de viabilidade; e o Capítulo 5 traz as considerações finais desta pesquisa e seus trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, é apresentada a fundamentação teórica utilizada no desenvolvimento desta pesquisa. Deste modo, inicialmente são introduzidos conceitos de Sistemas-de-Sistemas e Sistemas-de-Sistemas de Informação. Em seguida, são apresentados conceitos relacionados a Modelagem de Processos de Negócio e a notação de modelagem BPMN. Por fim, são apresentados uma visão geral da área no formato de uma rápida bibliometria, um conjunto de mapeamentos sistemáticos atuais da área (que serviram como base da fundamentação teórica desta pesquisa) e os trabalhos relacionados que foram levantados durante a pesquisa.

### 2.1 Referencial Teórico

Nesta seção, aborda-se a fundamentação teórica utilizada para a construção desta pesquisa: os conceitos de Sistemas-de-Sistemas e Sistemas-de-Sistemas de Informação e os conceitos de modelagem de processos de negócio e a notação de modelagem BPMN.

#### 2.1.1 Sistemas-de-Sistemas de Informação

Um sistema é um grupo de entidades e suas inter-relações reunidas para formar um todo maior que a soma das partes (BOARDMAN e SAUSER, 2006). Buscando atender às demandas dos usuários, sistemas vêm se tornando gradativamente mais complexos (SALEH e ABEL, 2015); porém, muitas vezes não é possível para um único SI atendê-las efetivamente. Por conseguinte, mais do que as informações em si, o que as pessoas precisam são sistemas que possam ser integrados para atender às exigências dos usuários agindo como um sistema único (MENDES *et al.*, 2018).

Neste contexto, surgem os Sistemas-de-Sistemas de Informação (do inglês, *Systems-of-Information Systems*, SoIS), um tipo específico de Sistemas-de-Sistemas (do inglês, *System-of-Systems*, SoS) composto por um ou mais sistemas de informação, sendo estes intensivos em software ou não (TEIXEIRA *et al.*, 2019). SoIS herda as características de SoS, mas também agrega a natureza de negócio oriunda dos SI que o constituem (GRACIANO NETO *et al.*, 2017b; FERNANDES, 2020).

SoS que têm sido utilizados para fundamentar a criação de novas e sofisticadas funções, aproveitando-se das funcionalidades individuais oferecidas por cada um dos seus sistemas constituintes (GRACIANO NETO *et al.*, 2018). SoS constituem uma classe de sistemas de larga escala e complexos que se originam da interoperabilidade de vários sistemas denominados

constituintes (MAIER, 1996; BOARDMAN e SAUSER, 2006). Porém, o resultado dessa interação é considerado maior que a soma dos constituintes por possibilitar que o SoS disponibilize diferentes funcionalidades que não poderiam ser oferecidas pelos sistemas integrantes individualmente (DIMARIO 2006; SILVA *et al.*, 2015). Maier (1996 e 1998) define as dimensões que caracterizam um SoS:

- Independência operacional: os sistemas constituintes operam independentemente uns dos outros, oferecendo suas funcionalidades mesmo quando isolados;
- Independência gerencial: os sistemas constituintes pertencem e são geridos por diferentes organizações e *stakeholders*;
- Desenvolvimento evolucionário: o SoS evolui com o tempo, com suas funcionalidades e propósitos sendo adicionados, removidos e modificados de acordo com as mudanças que ocorrem em seu ambiente;
- Comportamento emergente: funcionalidades geradas a partir da colaboração entre os sistemas constituintes, que não podem ser atingidas por nenhum constituinte individualmente; portanto, os objetivos principais do SoS são alcançados por estes comportamentos;
- Distribuição geográfica: os sistemas constituintes podem estar distribuídos em uma grande extensão geográfica, limitada apenas pelas capacidades de comunicação dos sistemas, visando a troca de informações apenas entre si.

Além das dimensões definidas por Maier, Boardman e Sauser (2006) e Nielsen *et al.* (2015) apresentam também outras características. Dentro das características apresentadas pelos autores algumas se assemelham às dimensões de Maier, sendo elas: Autonomia e Independência, que se assemelham as Independências gerencial e operacional; Emergência, que é semelhante ao Comportamento emergente; Conectividade, que se iguala a Distribuição geográfica; e Evolução, que trata as mesmas características do Desenvolvimento Evolucionário (FERNANDES, 2020). As demais característica levantadas pelos autores e que apresentam conceitos diferentes são:

- Diversidade: Os constituintes são sistemas autossuficientes heterogêneos que estão abertos para aprimoramento por evolução e adaptação;
- Pertencimento: Os sistemas funcionam de forma colaborativa para atender a um propósito comum superior;

- Interdependência: Refere-se à dependência mútua que surge dos sistemas constituintes tendo que contar uns com os outros a fim de cumprir o objetivo comum do SoS;
- Reconfiguração dinâmica: O SoS é capaz de realizar mudanças em sua estrutura e composição, normalmente sem intervenção planejada;
- Interoperabilidade: Refere-se à capacidade do SoS de incorporar uma variedade de sistemas constituintes heterogêneos, o que envolve a integração e adaptação de interfaces, protocolos e padrões para permitir a ligação entre sistemas legados e sistemas recém-projetados.

Assim como outras classes de sistemas, o SoS apresenta objetivos próprios que podem ser descritos como missões. As missões em SoS constituem objetivos de alto nível que, para serem atingidos, se valem da interoperabilidade entre os constituintes e das suas funcionalidades individuais. Missões são especificadas em nível de requisitos e estão relacionadas tanto com as capacidades dos sistemas constituintes como com as interações entre esses sistemas que contribuem para a realização dos objetivos globais dos SoS. Tais missões podem ser organizadas em dois tipos: globais, que remetem ao SoS, e individuais, remetentes aos sistemas constituintes que podem ou não estar relacionadas ou contribuir para o cumprimento da missão global (SILVA *et al.*, 2015).

SoS podem ser categorizados de acordo com a relação entre seus constituintes e o nível de autoridade e responsabilidade de quem gerencia o arranjo, as categorias indicam a presença ou ausência de um nível de controle gerencial, que influencia na arquitetura de um SoS (FERNANDES, 2020). Um SoS pode ser classificado como direcionado, reconhecido, colaborativo ou virtual (MAIER, 1996; MAIER, 1998; DAHMANN e BALDWIN, 2008):

- Direcionado: em um SoS direcionado, os sistemas constituintes são construídos e gerenciados para cumprir propósitos específicos. Eles mantêm sua capacidade de operar independentemente, mas seu modo de operação padrão é subordinado aos propósitos da autoridade gerencial. O SoS é gerenciado centralmente durante suas operações de forma a cumprir os propósitos estabelecidos e quaisquer novos propósitos que seus proprietários desejarem. Um exemplo seria uma rede integrada de defesa aérea, onde se tem uma gerência centralizada para defender uma região contra inimigos, porém seus constituintes ainda podem operar independentemente (MAIER, 1996; MAIER, 1998);

- Reconhecido: sistemas desta categoria apresentam objetivos acordados pelos constituintes e uma autoridade de gerenciamento é responsável por orquestrar recursos para o SoS. No entanto, os constituintes mantêm sua independência gerencial e operacional, de forma que as mudanças nos sistemas são baseadas na colaboração entre a autoridade gerenciadora do SoS e os constituintes (DAHMANN e BALDWIN, 2008). Cidades inteligentes são um exemplo de SoS reconhecidos, pois neste caso diferentes organizações privadas e públicas colaboram com o intuito de atender as demandas dos cidadãos (NCUBE e LIM, 2018);
- Colaborativo: sistemas colaborativos se distinguem dos direcionados no sentido de que não há uma organização central de gerenciamento com poder coercivo para controlar a execução do SoS. Contudo, os constituintes colaboram de forma voluntária para cumprir os objetivos centralmente combinados, constituindo uma forma de gerenciamento compartilhado. A Internet é um exemplo desta classe, pois, embora o IETF<sup>3</sup> (do inglês, *Internet Engineering Task Force*) tenha estabelecido padrões e protocolos, ele não tem poder para impô-los. Dessa forma, acordos em relação à aceitação ou rejeição dos protocolos entre os principais atores definem o funcionamento do arranjo (MAIER, 1996; MAIER, 1998). Sendo assim, os constituintes colaboram entre si cientes dos propósitos que buscam alcançar, embora não haja um planejamento estrito para essa colaboração (FERNANDES, 2020);
- Virtual: os sistemas virtuais não apresentam uma autoridade de gerenciamento central e nem um propósito centralmente combinado entre os constituintes, que podem nem estar cientes do objetivo do arranjo. Assim, não existe a ideia de colaboração explícita entre os constituintes (FERNANDES, 2020). Um sistema virtual pode ser criado deliberada ou acidentalmente e deve contar com mecanismos relativamente imperceptíveis para se manter. Como exemplo, temos a *World Wide Web*, um sistema distribuído física e gerencialmente, no qual o controle é feito apenas por meio da publicação de padrões de nomenclatura de recursos, navegação e estrutura de documentos. Os sites decidem, segundo seus próprios critérios, se eles irão obedecer a estes padrões ou não, visto que os padrões não evoluem de maneira controlada, mas emergem a partir de inovações bem sucedidas no mercado (MAIER, 1996; MAIER, 1998).

---

<sup>3</sup> <https://www.ietf.org>

SoIS representam uma classe de sistemas de larga escala, compostos por SI pré-existentes. Constitui-se em uma rede dinâmica de diferentes sistemas independentes (obrigatoriamente incluindo SI) que concretiza uma junção interorganizacional e/ou intraorganizacional para prover serviços novos que não conseguiriam ser disponibilizados por nenhum dos sistemas de forma independente (FERNANDES *et al.*, 2019).

Em seus trabalhos, Saleh e Abel (2015) e Saleh *et al.* (2015) afirmam que SoIS apresentam as seguintes características específicas da classe: (i) devem abordar o impacto das inter-relações entre diferentes SI; (ii) devem se preocupar com o fluxo de informações e conhecimento entre os diferentes SI; (iii) são responsáveis por gerar informações dos SI emergentes; e (iv) tem na interoperabilidade de informações uma questão chave. No contexto de SI, troca de informações e interações entre usuários ocorrem frequentemente por meio de ambientes heterogêneos. Desta forma, interoperabilidade é um requisito chave para suportar atividades nestes ambientes de forma eficiente e efetiva (MACIEL *et al.*, 2016).

### **2.1.2 Sistemas e Arquiteturas Propostos na Área de Negócio**

Embora SoIS seja um conceito relativamente novo, as ideias trabalhadas nesse domínio já vêm sendo investigadas há muito tempo. Dessa forma, alguns conceitos semelhantes a SoIS são recorrentes na literatura, como os conceitos de *Enterprise Architecture* (EA), *Virtual Enterprise* (VE) e *Extended Enterprise* (EE) utilizados na área de negócio.

EA é uma prática de gerenciamento e tecnologia dedicada a melhorar o desempenho das empresas, permitindo a essas uma visão holística e integrada de sua direção estratégica, práticas de negócio, fluxos de informações e recursos de tecnologia. Para isso, EA fornece um conjunto de princípios, métodos e modelos que são utilizados no projeto e desenvolvimento da estrutura organizacional, processos de negócio, sistemas de informação e infraestrutura de uma empresa. Dessa forma, EA liga as estratégias, negócio e sistemas de uma empresa. (BERNARD, 2012; LANKHORST, 2013).

EA é descrito tanto como um programa de gerenciamento, quanto como um método de análise e design. Como um programa de gerenciamento contínuo, EA fornece uma abordagem estratégica e integrada para o planejamento e tomada de decisões referentes às capacidades e aos recursos. A visão de método de análise e design de arquitetura corporativa apareceu no começo da década de 1990 e evoluiu com o tempo de forma a incluir visões de objetivos

estratégicos, serviços de negócio, fluxos de informações, sistemas e aplicativos, redes e a infraestrutura de suporte (BERNARD, 2012).

As VE são alianças temporárias de empresas, criadas para abordar uma oportunidade de mercado específica, formada por partes de duas ou mais empresas diferentes e projetadas para facilitar a obtenção e compartilhamento de habilidades, competências, custos e recursos produtivos de forma rápida, ampla e simultânea. Uma VE se desenvolve selecionando habilidades e ativos das diferentes empresas participantes da aliança, os reunindo temporariamente em uma única entidade funcional para responder às oportunidades de negócio. Para isso, VE faz uso de um forte suporte de redes de computadores e tecnologias de informação para apoiar a cooperação entre empresas (CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 1999; PARK e FAVREL, 1999; KOVÁCS e KOT, 2017).

EE é um conjunto de empresas que se comportam como uma única organização que usa os recursos, competências e forças intelectuais distribuídas de seus membros para obter vantagem competitiva e maximizar o desempenho de toda a empresa estendida. Os conceitos de EE surgem das tentativas das empresas individuais, situadas em locais geograficamente dispersos, de construir parcerias formais em busca de vantagem competitiva, dessa forma, conseguindo recursos e serviços externos sem precisar possuí-los. EE objetiva transformações operacionais permanentes e distintas que resultam em um conjunto de benefícios que ultrapassa os resultados de casos tradicionais de reengenharia de processos técnicos ou de negócio (JAGDEV e BROWNE, 1998; BITITCI *et al.*, 2005; PULKKINEN *et al.*, 2018).

EE e VE podem ser vistas como parcerias empresariais, projetadas para facilitar cooperação e integração em toda a cadeia de valor. Suas diferenças estão no fato de o conceito de EE focar em relacionamentos empresariais de longo prazo em toda a cadeia de valor, enquanto VE sugere um ambiente mais dinâmico, no qual empresas individuais trabalham juntas por pouco tempo, buscando satisfazer uma demanda de nicho de mercado rapidamente (BROWNE e ZHANG, 1999).

Apesar desses conceitos tratarem de alianças de organizações que se integram entre si para alcançar seus objetivos, eles diferem de SoIS quando consideramos o nível técnico das soluções. EA, VE e EE, mesmo utilizando de soluções tecnológicas para suportar a interoperação entre as empresas que compõem os arranjos, tem como foco a gerência de todos os ativos compartilhados pelas empresas de um ponto de vista de negócio e como o compartilhamento destes ocorre, não se limitando apenas a ativos de TI e SI. Enquanto isso,

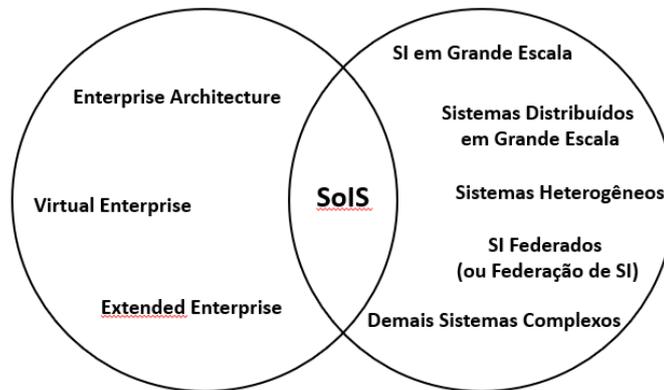
SoIS trata diretamente das integrações dos SI, sendo a dimensão de negócio apenas um dos aspectos contemplados durante a integração. Durante as integrações um foco maior é dado na parte tecnológica e de SI, focando em pontos como os serviços oferecidos pelos constituintes do arranjo, o fluxo de dados que os conecta e a interoperabilidade entre eles, dessa forma, as dimensões de pessoas e organizações/processos são observadas e tratadas partindo do ponto de vista dos sistemas que as apoiam. Além disso, SoIS também apresenta uma preocupação com os próprios constituintes e não apenas com arranjo com um todo, considerando as características e independências dos SI que compõem o arranjo.

Além dos conceitos apresentados, técnicas de *Robotic Process Automation* (RPA) têm sido muito utilizadas na indústria nos últimos anos, porém este conceito ainda foi pouco investigado pela academia (MOFFITT *et al.*, 2018; HOFMANN *et al.*, 2020). RPA é uma instância de software pré-configurada que utiliza regras de negócio e coreografia de atividades predefinidas para completar a execução autônoma de uma combinação de processos, atividades, transações e tarefas em um ou mais sistemas de software não relacionados para entregar um resultado ou serviço com gerenciamento de exceção humana (IEEE, 2017). Essas instâncias de software, chamadas robôs ou robôs de software, reproduzem o trabalho realizado por humanos, automatizando as tarefas executadas nos processos (MOFFITT *et al.*, 2018). Sendo assim, RPA é um termo que abrange ferramentas que operam na interface do usuário de outros sistemas, da mesma forma que um humano, a fim de substituir as pessoas pela automação (VAN DER AALST *et al.*, 2018).

Embora existam estudos publicados na literatura de SoIS, ainda é difícil distinguir um SoIS de outros conjuntos de Sistemas Complexos, como SI Federados (ou Federação de SI), SI em Grande Escala, Sistemas Heterogêneos e Sistemas Distribuídos em Grande Escala (DIAS *et al.*, 2020). Esses conjuntos não devem ser considerados um SoIS, pois os sistemas que os constituem não são independentes, visto que estão conectados exclusivamente para fornecer esses serviços. Conseqüentemente, profissionais e pesquisadores necessitam de uma forma confiável para diferenciar um SoIS em relação a outros tipos de sistemas (FERNANDES *et al.*, 2019; FERNANDES, 2020).

Sendo assim, é possível encarar SoIS como um tipo de sistema que é incluso em ambos grupos (conceitos da literatura de negócio e sistemas complexos) e por conta disso ele se diferencia dos demais, já que apresenta características que os participantes de um único grupo não têm. Isso se dá pelo fato de SoIS apresentar a visão de negócio que falta a sistemas complexos e a visão da complexidade sistêmica que falta aos conceitos da literatura de negócio.

A Figura 2 apresenta um diagrama de Venn que ilustra essa ideia. Apesar disso, é importante considerar que essa é uma perspectiva a ser melhor investigada no futuro, visto que as similaridades e diferenças entre esses conceitos ainda são pouco trabalhadas no meio acadêmico.



**Figura 2.** Diagrama de Venn de conceitos semelhantes a SoIS trabalhados na literatura

Fonte: Elaborado pelo autor

### 2.1.3 Modelo Conceitual de SoIS

Reconhecer as diferentes configurações de conjuntos de sistemas possibilita a definição de estratégias mais adequadas para determinar *links* de interoperabilidade. Diante dessa necessidade, Fernandes *et al.* (2019) e Fernandes (2020) propõem um modelo conceitual para SoIS que visa explicar quais elementos devem ser considerados ao se estimar um SoIS (Figura 3). Nessa seção, é explicado o modelo conceitual de SoIS proposto por Fernandes *et al.* (2019) e Fernandes (2020). O modelo proposto pelos autores é uma adaptação do modelo conceitual de SiSoS (*Software intensive Systems-of-Systems*) proposto por Gonçalves *et al.* (2014), visto que esse utiliza software como elemento central das relações. O modelo proposto por Gonçalves *et al.* (2014) contém conceitos importantes de SoS. Considerando que SoIS herda as características de SoS e é uma classe constituída por SI, o software não é o único elemento de importância. Por conta disto, decidiu-se reutilizar o modelo de SiSoS, adaptando-o para o domínio de SoIS (FERNANDES *et al.*, 2019; FERNANDES, 2020). O Quadro 1 apresenta os elementos do modelo conceitual, assim como suas descrições e a fonte de onde foram extraídos tais elementos.



**Quadro 1.** Glossário de termos do modelo conceitual de SoIS

<b>Conceito chave</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
Objetivo Principal	O objetivo a ser alcançado pelo SoIS por meio da colaboração dos SI constituintes.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
Objetivo Secundário	Um conjunto de objetivos resultantes do refinamento do objetivo principal do SoIS. Também podem ser chamados de sub-objetivos.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
Objetivo Individual	Um conjunto de objetivos individuais de cada SI constituinte pertencente ao arranjo.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
SI Constituinte	Pode ser qualquer combinação organizada de pessoas, processos, hardware, software, comunicações, redes e recursos de dados que coletam, transformam e disseminam informações em uma organização.	(LAUDON e LAUDON, 2011)
Tipo	O SoIS abrange os sistemas do tipo SI. Para atingir o objetivo individual, o tipo de SI constituinte pode ser manual, informal, formal ou com uso intensivo de software, ou seja, qualquer sistema em que o software contribui com influências essenciais para o projeto, construção, implantação e evolução do sistema como um todo.	(ISO, 2011; O'BRIEN e MARAKAS, 2005)
Função	As funções são desempenhadas pelas organizações e envolvem processos e operações de negócio, tomada de decisão e vantagem competitiva estratégica.	(O'BRIEN e MARAKAS, 2007)
Distribuição	Os sistemas constituintes fisicamente desacoplados trocam informações entre eles através de tecnologia de rede.	(MAIER, 1996; MAIER, 1998; GRACIANO NETO <i>et al.</i> , 2018)
Independência Operacional	Propriedade na qual o constituinte não tem sua operação direcionada exclusivamente ao objetivo da SoIS. Ou seja, ao mesmo tempo que o SI constituinte contribui ocasionalmente e sob demanda para objetivos do SoIS, mantém seus objetivos individuais sendo cumpridos também.	(MAIER, 1996; MAIER, 1998)
Independência Gerencial	Propriedade na qual um ou mais SI constituintes de um SoIS pertencem a uma empresa, grupo, organização ou pessoa/entidade.	(MAIER, 1996; MAIER, 1998)
Organização	Uma série de rotinas interligadas e padrões de ação habituais que unem as mesmas pessoas em torno das mesmas atividades no mesmo tempo e lugar.	(WESTLEY, 1990)
Processo de Negócio	Um conjunto estruturado de atividades projetadas para produzir uma saída específica para um determinado cliente ou mercado: apresenta um começo e um fim, com entradas e saídas claramente identificadas.	(DAVENPORT, 1993)
Requisito de Negócio	Uma representação de metas, objetivos e resultados que descrevem por que uma mudança foi iniciada e como o sucesso será avaliado. São atividades críticas de uma empresa que devem ser executadas para atender aos objetivos organizacionais.	(ABPM, 2013)
Funcionalidade Implementada	Comportamento ou ação com início e fim, ou seja, algo executável.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
Capacidade	Competências exigidas dos constituintes no SoIS. A capacidade do SI permite que ele participe do arranjo e o habilite o comportamento emergente.	(MAIER, 1998; DOD, 2008; GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
<i>Link</i> de Interoperabilidade	Qualquer forma de enviar e/ou receber mensagens entre SI. Esse conceito representa mais precisamente o <i>link</i> de interoperabilidade estabelecido entre dois ou mais SI por meio do qual a interoperabilidade entre SI é efetivada.	(FERNANDES <i>et al.</i> , 2019)
Comportamento Emergente	Fenômeno holístico que se manifesta no SoIS como resultado da interoperabilidade entre os SI constituintes que produzem um resultado global que não pode ser fornecido por nenhum deles isoladamente.	(MAIER, 1996; MAIER, 1998; GRACIANO NETO <i>et al.</i> , 2017c)

Fonte: Fernandes (2020)

**Quadro 1.** Glossário de termos do modelo conceitual de SoIS (continuação)

<b>Conceito chave</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
Classificação	Um SoIS pode ser classificado em quatro categorias trazidas na literatura: virtual, colaborativo, reconhecido e dirigida.	(MAIER, 1998; DAHMANN e BALDWIN, 2008)
<i>Stakeholder</i> do SoIS	Um grupo de pessoas que tem um interesse mútuo nos objetivos do SoIS e pode afetar ou ser afetado por esses objetivos.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
<i>Stakeholder</i> do SI Constituinte	Uma pessoa ou grupo de pessoas que tem interesse em uma organização e pode afetar ou ser afetada pelos objetivos do SI desta organização.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)

Fonte: Fernandes (2020)

A topologia de um SoIS segue parte da classificação tipológica de SoS (podendo ser Direcionado ou Reconhecido) e a entidade **Classificação** é utilizada no modelo para identificar o tipo do SoIS. Como SoIS apresentam uma natureza predominantemente orientada a negócio, faz-se necessário que ao menos um **Processo de Negócio** seja modelado, para apoiar a formação do SoIS (GRACIANO NETO *et al.*, 2017b).

As entidades *Missão Individual* e *Missão Global* presentes no modelo de SiSoS foram substituídas por **Objetivo Individual** e **Objetivo Principal** respectivamente, pelo fato dos termos serem mais representativos para domínios de negócio. Por sua vez, o objetivo principal pode ser refinado em um ou mais **Objetivos Secundários** para se alcançar o objetivo da formação de um SoIS.

SoIS herda as características de SoS, desta maneira as entidades **Independência Operacional, Independência Geral, Distribuição e Comportamento Emergente** contidas no modelo de SiSoS foram mantidas no modelo para SoIS. Em SoIS, a interoperabilidade acontece por meio de um ou mais **Links de Interoperabilidade** que permitem a conectividade ou cooperação entre os SI do arranjo. Esse *link* pode prover interoperabilidade em alguma **Dimensão** (pragmática, semântica, sintática, técnica, legal ou interorganizacional/intraorganizacional).

A entidade **Tipo de Link** representa as diferentes formas nas quais um *link* de interoperabilidade pode existir (por exemplo, API, requisição por meio de passagem de parâmetros via URL e método GET, transferência de dados via arquivo XML etc.). Um tipo de *link* deve definir pelo menos uma **Caracterização**, indicadores e/ou descrições acerca de como esse tipo de *link* deve ser estabelecido no SoIS em questão. Esta pode estar relacionada a pelo menos um ou vários **Fatores de Influência**.

**Desenvolvimento Evolucionário** é uma característica influenciada pela autonomia dos SI, uma vez que, como os SI constituintes pertencem a diferentes organizações, eles estão

sujeitos a contínuas alterações que atendam a novos requisitos de negócio. As entidades relativas ao *Stakeholder do SoIS* e *Stakeholder do SI Constituinte* podem representar pessoas, empresas e/ou governos. Um SI constituinte pertence a alguma **Organização** e possui pelo menos uma **Funcionalidade Implementada** que deve corresponder a **Requisitos de Negócio** que refletem a **Capacidade** deste SI.

As entidades **Tipo** e **Função** buscam caracterizar um SI constituinte. SI podem ser de diferentes tipos: manual (papel e lápis), informal (comunicação boca a boca), formal (procedimentos escritos) e intensivos em software (baseados em computador). Como SI apoiam os processos organizacionais de uma organização, um constituinte desempenha funções como (1) apoio a processos de negócio e operações, (2) tomada de decisões ou (3) apoio à vantagem competitiva estratégica (O'BRIEN e MARAKAS, 2007).

A estrutura base da ISO/IEC 19501 (ISO, 2005) descreve os elementos em torno de sistemas. Sendo assim, um SI constituinte é um **Sistema** e herda características de um sistema que faz parte de um ambiente (contexto organizacional) e exibe ou não alguma **Arquitetura** claramente descrita (**Descrição de Arquitetura**). Os objetivos individuais de um SI constituinte e o objetivo principal do SoIS herdam características do **Propósito** de um sistema que agrega em torno de si preocupações (**Preocupação do Sistema**), que requerem atenção especial de um *Stakeholder*.

Como retratado no modelo conceitual, SoIS se diferencia de SoS por ter SI como constituintes e, por conta disso, ser orientado a negócio. Entretanto, poucos estudos têm tratado sobre as particularidades dos processos de negócio dos sistemas envolvidos em um SoIS (GRACIANO NETO *et al.*, 2017a; SANTOS *et al.*, 2020). Entretanto, para lidar com arquitetura dinâmica em SoIS, deve-se considerar o ponto de que os SI constituintes operam para atingir os objetivos de negócio próprios de suas respectivas organizações detentoras. Assim, nesta pesquisa, estima-se que investigar como os processos de negócio existentes nas organizações detentoras de potenciais SI constituintes podem influenciar arranjos de SoIS pode auxiliar na tomada de decisões do SoIS (por exemplo, quais SI devem interoperar entre si e como isso deve ser feito). A próxima seção discute as implicações de processos de negócio em SoIS.

### 2.1.4 Processos de Negócio em Sistemas-de-Sistemas de Informação

SoIS surge de um contexto de processos de negócio modernizados que incitam SI a interoperar para serem capazes de gerar valor para as organizações de forma ágil e otimizadas (TEIXEIRA *et al.*, 2019). Como é orientado a processos de negócio, esse arranjo deve atender a requisitos de negócio, cumprindo os objetivos do SoIS e de seus constituintes (FERNANDES *et al.*, 2019).

Processos de negócio são um conjunto de eventos, atividades e pontos de decisão inter-relacionados que envolvem uma série de atores e objetos, que coletivamente geram um resultado de valor a pelo menos um cliente. As atividades inter-relacionadas que compõem processos de negócio são governadas por regras de negócio e são compreendidas no contexto de seus relacionamentos umas com as outras de forma a fornecer uma visão de sequência e fluxo. A qualidade e a eficiência dos serviços de uma organização são afetadas por como os processos são projetados e executados, sendo isso aplicável tanto para processos direcionados a clientes como para processos internos (ABPMP, 2013; DUMAS *et al.*, 2013). Nesse sentido, o gerenciamento de processos de negócio se apresenta não apenas como uma vantagem, mas também como uma necessidade.

Nesse cenário, Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM – *Business Process Management*) pode ser definido como um conjunto de estratégias, métodos, técnicas e ferramentas para identificar, descobrir, analisar, desenhar, implementar e monitorar processos de negócio visando otimizar seu desempenho e estabelecer a governança de processos. BPM apresenta um conjunto de etapas que apoiam as organizações a modelar e gerenciar seus processos, sendo como ciclo de vida constituído das fases de **Identificação do processo**, **Descoberta do processo**, **Análise do processo**, **Redesenho do processo**, **Implementação do processo** e **Monitoramento e controle do processo** (ABPMP, 2013; DUMAS *et al.*, 2013; ARAUJO, 2016).

Por conta de sua natureza predominantemente orientada a negócio, SoIS necessitam de metodologias específicas capazes de capturar suas características (GRACIANO NETO *et al.*, 2017a). Modelagem de SoS e SoIS é um desafio, em especial para os processos de negócio que dependem da interoperabilidade dos constituintes (SANTOS *et al.*, 2020). Embora afirmem que notações de modelagem atuais (como o BPMN) não fornecem um suporte adequado para modelagem e adaptações completas de SoIS, Graciano Neto *et al.* (2017a) reiteram que a

modelagem de processos de negócio pode ser um ponto de partida para que gerentes/arquitetos de SoIS conheçam as capacidades/funcionalidades/objetivos individuais dos SI constituintes.

Modelagem de Processos de Negócio é um método de modelagem que dá suporte a processos de negócio utilizando métodos, técnicas e software para projetar, executar, controlar e analisar processos operacionais envolvendo humanos, organizações, aplicativos, documentos e outras fontes de informação (VAISMAN, 2013). Modelos de processos têm a intenção de facilitar a comunicação entre as partes envolvidas na execução dos processos. Sendo assim, eles devem ser de fácil entendimento e, se feitos utilizando uma linguagem de modelagem que é compreendida por todos os *stakeholders*, existe uma chance muito menor dos processos serem mal-entendidos. No entanto, muitas vezes, esses diagramas ainda necessitam ser complementados por descrições textuais, sendo comum analistas documentarem um processo utilizando uma combinação de diagramas e texto (DUMAS *et al.*, 2013).

Existem diversas linguagens para modelagem de processos de negócio como, por exemplo, fluxogramas (uma das linguagens mais utilizadas e precursor das linguagens mais modernas), UML e BPMN (*Business Process Model and Notation*). Embora outros tipos de elementos possam aparecer de acordo com a notação sendo utilizada, os elementos básicos de um modelo de processos são divididos em três tipos: nós de atividade, tarefas que podem ser realizadas por humanos, sistemas ou uma combinação de ambos; nós de controle, se referem ao fluxo em que as atividades são executadas; e nós de evento, simboliza um acontecimento que requisita alguma ação dentro do processo (DUMAS *et al.*, 2013). BPMN (Modelo e Notação de Processos de Negócio), padrão criado pelo *Object Management Group* (OMG), tem como aplicação apresentar um modelo para diferentes públicos-alvo, sua aceitação tem crescido sob várias perspectivas com sua inclusão nas principais ferramentas de modelagem e por apresentar um conjunto robusto de símbolos para modelagem de diferentes aspectos de processos de negócio. BPMN é uma notação simples e expressiva, baseada em uma abordagem orientada a processos e amplamente utilizada na academia e na indústria para a representação do conhecimento sobre processos de negócio (ABPMP, 2013).

Esta notação apresenta elementos gráficos padronizados com base em técnicas de fluxograma, sendo de fácil entendimento, além de ser melhor apoiada em termos de ferramentas de execução. O principal objetivo do BPMN é fornecer uma notação facilmente legível pelos diferentes profissionais envolvidos no gerenciamento dos processos de negócio. Para isso prevê uma notação intuitiva tanto para analistas de negócio e *designers* (projetistas), que especificam o processo de negócio, quanto para usuários técnicos que frequentemente trabalham com

semânticas de processos sofisticadas e ocasionalmente implementam sistemas complexos relacionados ao processo especificado (FALCONE *et al.* 2017; MENDES *et al.*, 2018).

O BPMN utiliza retângulos arredondados para representar as atividades. Por sua vez, os nós de controle (que recebem o nome de *gateways* na notação) são representados por diamantes, e para conectar os nós de atividades e os nós de controle são utilizadas linhas com setas chamados fluxos de sequência, que estabelecem a ordem de execução do processo (DUMAS *et al.*, 2013). No Anexo I, são apresentados e descritos alguns elementos do padrão BPMN.

## 2.2 Trabalhos Relacionados

Esta seção é referente ao levantamento bibliográfico, o qual representa o primeiro passo da metodologia seguida nesta pesquisa. A princípio, seria realizado um mapeamento sistemático do tema de SoIS. Todavia, durante a revisão da literatura, foram identificados três mapeamentos sistemáticos recentes que exploram a área: a pesquisa de Fernandes *et al.* (2018) que discute interoperabilidade em SoIS; o trabalho de Teixeira *et al.* (2019) que trata da temática geral de SoIS; e o trabalho de Santos *et al.* (2020) que aborda sobre BPM com SoS. Esses trabalhos foram utilizados como base para a fundamentação teórica desta dissertação e são discutidos a seguir. Além desses, trabalhos resultantes de uma bibliometria realizada sobre a área, são apresentados com a finalidade de caracterizar o contexto acadêmico no qual esta pesquisa está sendo desenvolvida.

### 2.2.1 Bibliometria

Para se ter uma visão geral do estado da arte na área, foi realizada uma busca por trabalhos científicos na base *Scopus*®, sendo esta a maior base de trabalhos revisados por pares, contendo citações e resumos de artigos de revistas científicas, conferências e livros (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007). O Quadro 2 apresenta as buscas realizadas. Três áreas de conhecimento foram abordadas nesta pesquisa: Sistemas-de-Sistemas/Sistemas-de-Sistemas de Informação, Modelagem de Processos de Negócio e Arquitetura e Modelagem de Sistemas, identificadas respectivamente como A, B e C.

Tesauros foram utilizados nas pesquisas com a finalidade de ampliar o alcance dos resultados. Buscou-se também por trabalhos nas intercessões das áreas, com a intenção de caracterizar a área e encontrar trabalhos relacionados a esta pesquisa. O Quadro 3 apresenta

uma explicação sobre os trabalhos que se pretendia encontrar em cada pesquisa. A Figura 4 apresenta os diagramas de Venn com os números de resultados retornados nessas pesquisas.

**Quadro 2.** Áreas de conhecimento e identificação

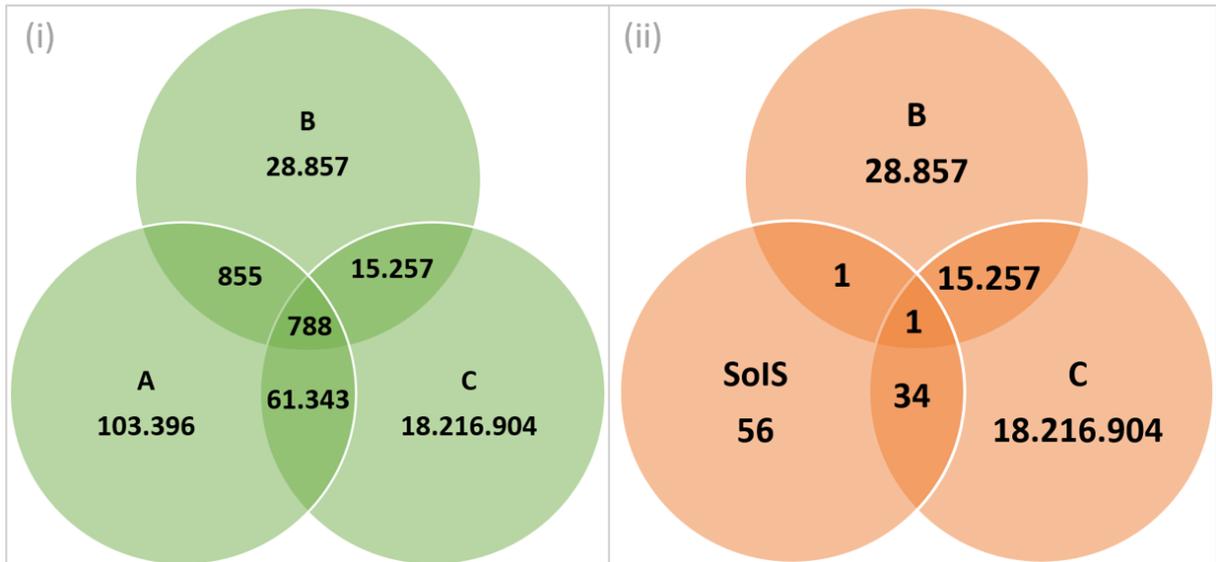
Área de conhecimento e seus Tesouros	Identificação
<i>TITLE-ABS-KEY ("system*-of-information system*" OR "system*-of system*" OR "system* of information system*" OR "system* of system*" OR "SoS" OR "SoIS" OR "SOA" OR "Service Oriented Architecture" OR "Federation of Systems" OR "Federated Systems" OR "Systems Ecosystems" OR "Large Scale Systems" OR "Large Scale Distributed Systems")</i>	A
<i>TITLE-ABS-KEY ("business process modeling" OR "BPM" OR "business process modelling" OR "Business process model*" OR "BPMN" OR "Business process modeling and notation" OR "Business process model* and notation" OR "Business process model* notation")</i>	B
<i>TITLE-ABS-KEY ("architecture" OR "design" OR "implementation" OR "model")</i>	C
<i>TITLE-ABS-KEY ("system*-of-information system*" OR "system*-of system*" OR "system* of information system*" OR "system* of system*" OR "SoS" OR "SoIS" OR "SOA" OR "Service Oriented Architecture" OR "Federation of Systems" OR "Federated Systems" OR "Systems Ecosystems" OR "Large Scale Systems" OR "Large Scale Distributed Systems" ) AND TITLE-ABS-KEY ("business process modeling" OR "BPM" OR "business process modelling" OR "Business process model*" OR "BPMN" OR "Business process modeling and notation" OR "Business process model* and notation" OR "Business process model* notation" )</i>	$A \cap B$
<i>TITLE-ABS-KEY ("system*-of-information system*" OR "system*-of system*" OR "system* of information system*" OR "system* of system*" OR "SoS" OR "SoIS" OR "SOA" OR "Service Oriented Architecture" OR "Federation of Systems" OR "Federated Systems" OR "Systems Ecosystems" OR "Large Scale Systems" OR "Large Scale Distributed Systems") AND TITLE-ABS-KEY ("architecture" OR "design" OR "implementation" OR "model")</i>	$A \cap C$
<i>TITLE-ABS-KEY ("business process modeling" OR "BPM" OR "business process modelling" OR "Business process model*" OR "BPMN" OR "Business process modeling and notation" OR "Business process model* and notation" OR "Business process model* notation") AND TITLE-ABS-KEY ("architecture" OR "design" OR "implementation" OR "model")</i>	$B \cap C$
<i>TITLE-ABS-KEY ("system*-of-information system*" OR "system*-of system*" OR "system* of information system*" OR "system* of system*" OR "SoS" OR "SoIS" OR "SOA" OR "Service Oriented Architecture" OR "Federation of Systems" OR "Federated Systems" OR "Systems Ecosystems" OR "Large Scale Systems" OR "Large Scale Distributed Systems") AND TITLE-ABS-KEY ("business process modeling" OR "BPM" OR "business process modelling" OR "Business process model*" OR "BPMN" OR "Business process modeling and notation" OR "Business process model* and notation" OR "Business process model* notation") AND TITLE-ABS-KEY ("architecture" OR "design" OR "implementation" OR "model")</i>	$A \cap B \cap C$

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 3.** Explicação das áreas de conhecimento

Identificação	Explicação dos trabalhos encontrados nas áreas de conhecimento
A	Trabalhos que trataram de Sistemas-de-Sistemas, Sistemas-de-Sistemas de Informação e conceitos semelhantes
B	Trabalhos que trataram de modelagem de processos de negócio utilizando BPMN
C	Trabalhos que tratam sobre arquitetura ou modelagem de sistemas
$A \cap B$	Trabalhos que utilizaram modelagem de processos de negócio para modelar ou definir SoS ou SoIS
$A \cap C$	Trabalhos que tratam sobre arquitetura ou modelagem de SoS ou SoIS
$B \cap C$	Trabalhos que tratam de arquitetura de sistemas em conjunto ou utilizando BPMN
$A \cap B \cap C$	Trabalhos que utilizaram modelagem de processos de negócio para geração ou definição de uma arquitetura ou modelagem de SoS ou SoIS

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 4.** Diagramas de Venn dos resultados

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível observar uma diferença entre os resultados da pesquisa envolvendo a área de SoS como um todo e conceitos semelhantes (A), com 103.396 resultados, e da pesquisa específica de SoIS, com apenas 56. Isso possivelmente ocorre pelo fato de SoIS ser um tema em amadurecimento na literatura. O alto número de resultados retornados na pesquisa da área de arquitetura pode ser explicado pelo fato dos termos utilizados na pesquisa serem genéricos (arquitetura, modelo, implementação e design), que se aplicam a mais de uma área de conhecimento, sendo que nenhuma foi especificada durante a pesquisa.

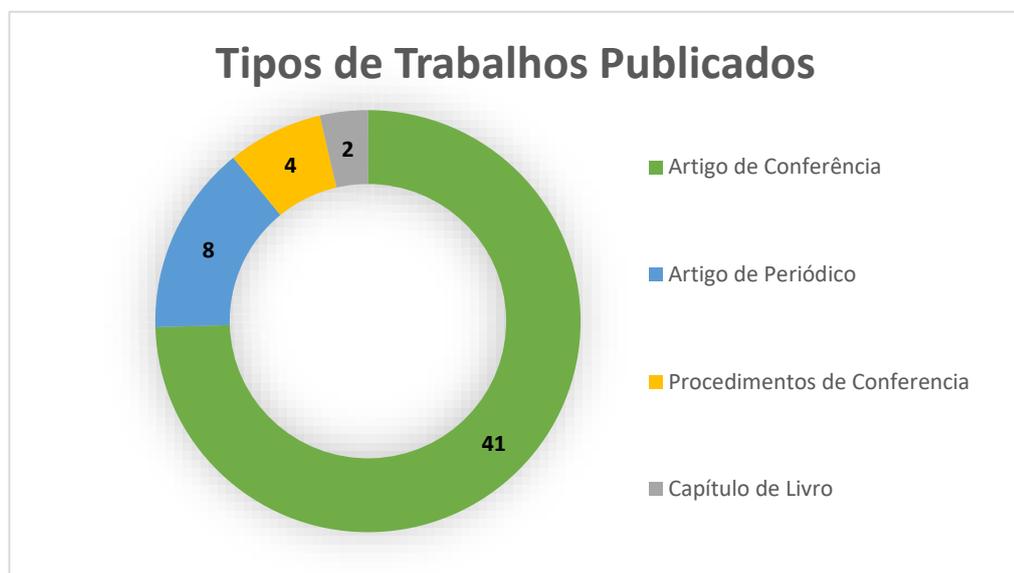
Observa-se também que muitos trabalhos da área SoS e SoIS tratam de conceitos de arquitetura e modelagem de sistemas (C), enquanto a união de trabalhos dessa área e conceitos de Modelagem de Processos (B) são bem mais escassos. Apenas um trabalho explorando SoIS em conjunto com B e C foi encontrado: o trabalho de Graciano Neto *et al.* (2017a), o que sugere que esta é uma área pouco explorada.

A Figura 5 apresenta as publicações de trabalhos no tema de SoIS entre os anos de 2000 e 2020, dentro dos 56 trabalhos retornados pela pesquisa, 55 foram publicados nesse período de tempo. No ano de 2015 se iniciou um aumento na produção de trabalhos de SoIS liderado pelas pesquisas dos Professores Majd Saleh e Marie-Hélène Abel, na França, e os Professores Valdemar Vicente Graciano Neto, Elisa Yumi Nakagawa e Rodrigo Pereira Santos, além da pesquisadora Juliana Fernandes, no Brasil.



**Figura 5.** Linha do tempo de publicações no tema de SoIS  
Fonte: Elaborado pelo autor

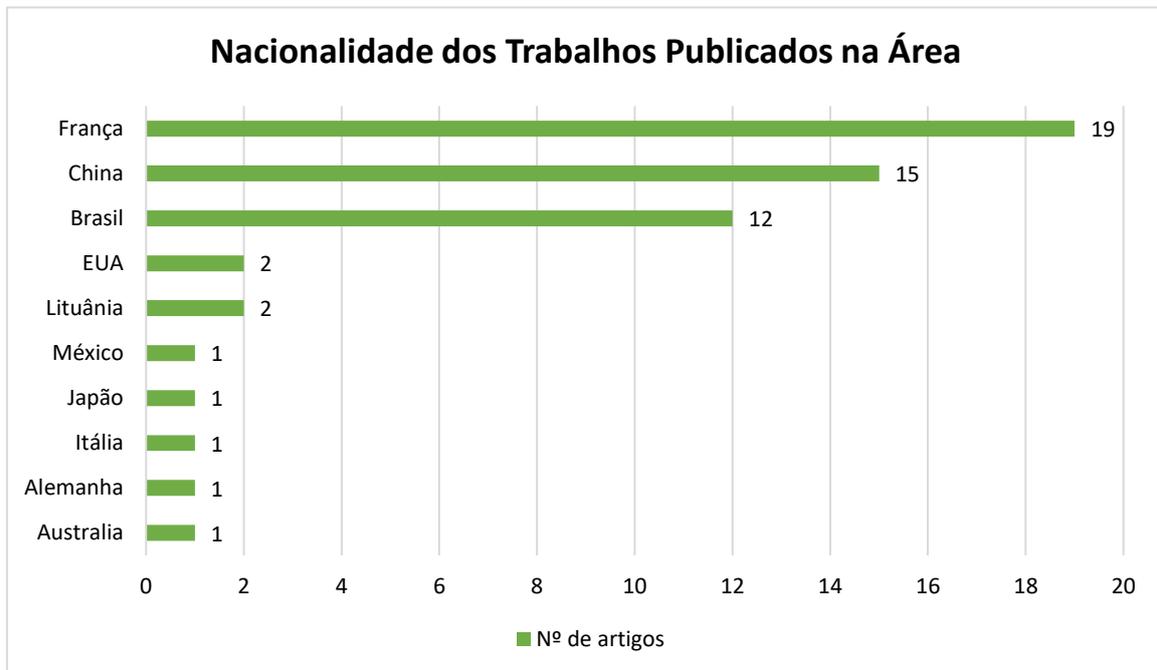
Nesse período, diferentes tipos de trabalhos foram publicados, como ilustrado na Figura 6. A grande maioria das publicações tomam forma de artigos de conferências, considerando o estágio de maturidade do tema isso não é uma surpresa, visto que é um tema novo e em processo de consolidação.



**Figura 6.** Formas de publicação dos trabalhos  
Fonte: Elaborado pelo autor

Ultimamente, a pesquisa de SoIS se concentra em duas comunidades principais, uma na França e outra no Brasil, lideradas pelos professores mencionados anteriormente. A divisão dos trabalhos por nacionalidade pode ser vista na Figura 7. A China também aparece entre os países que mais contribuem com pesquisas no tema. Porém, diferente dos casos anteriores, os trabalhos produzidos no país foram, em sua grande maioria, publicados entre os anos 2007 e 2015. Além disso, eles apresentam temáticas relacionadas a SoIS, mas não tem o tema como foco central

do trabalho. Por fim, os trabalhos produzidos no país não apresentam uma natureza de comunidade, pois os autores dos diferentes artigos não colaboram entre si e cada um aparece com apenas um trabalho retornado nos resultados.



**Figura 7.** Principais países responsáveis por publicações

Fonte: Elaborado pelo autor

Alguns dos estudos encontrados durante esta bibliometria se relacionam de alguma forma a esta pesquisa. Dentre eles, pode-se citar os estudos de Saleh *et al.* (2015), Samhan *et al.* (2016), Amr *et al.* (2017), Graciano Neto *et al.* (2017a) e Falcone *et al.* (2018).

Em seu trabalho, Saleh *et al.* (2015) propõem um modelo arquitetônico de SoIS para agregação de serviços de sistemas já construídos. Para isso, os autores utilizam SOA (*Service-Oriented Architecture*) como uma ferramenta de transformação de negócio para resolver as necessidades de SoIS e compensar a falta de padrões presentes no domínio. Em seu modelo, o SoIS agrega serviços de vários SI que trabalham separadamente, cada um com seus próprios serviços e bancos de dados. Assim, o SoIS é representado como um grupo de serviços e um banco de dados. Esses serviços podem ser serviços existentes dos SI constituintes ou serviços emergentes criados a partir de sua agregação. Porém, a arquitetura proposta pelos autores não apresenta a visão de interoperabilidade, embora seja baseada em SOA que suporta totalmente o recurso. Além disso, a arquitetura se concentra nas características do software de SI, falhando assim em apresentar uma visão sistêmica dos SI, pois informações sobre os pilares de SI, (organizações/processos, pessoas e tecnologias), que devem ser considerados na conjectura do

SoIS, estão perdidos. Outro ponto é que a arquitetura foca mais na implementação do SoIS do que com a visão de como os constituintes estão conectados e como essa conexão pode afetar o arranjo como um todo.

Samhan *et al.* (2016) apresentam uma pesquisa que investiga o potencial do uso de uma abordagem de Arquitetura de Processos de Negócio (do inglês, *Business Process Architecture* ou BPA) semanticamente enriquecida para conduzir o desenvolvimento de uma estrutura de gerenciamento de mudança baseada em uma ontologia generalizada para o ciclo de vida da engenharia de software de SoS, a estrutura OntoSoS.CM. O objetivo da pesquisa é desenvolver uma abordagem para permitir a cobertura do Gerenciamento de Configuração (do inglês, *Configuration Management* ou CM) com ênfase no processo de gerenciamento de mudanças durante o ciclo de vida da engenharia de software de SoS. Os autores focam sua abordagem na fase de desenvolvimento de um SoIS e/ou seus componentes. Essa abordagem visa auxiliar os gestores a lidar com as mudanças que ocorrem durante essa fase, utilizando métodos baseados em BPA. Em contraste, a abordagem proposta nesta dissertação é utilizada para auxiliar na caracterização e descrição de um SoIS existente, seja sua existência planejada ou não, buscando ajudar os gerentes de TI a entender como o SoIS é composto, ou seja, sua arquitetura. Para definir esta arquitetura, é realizada a análise dos processos de negócio da organização em busca de relações entre os sistemas que a organização usa para apoiar a execução de seus processos.

No trabalho de Graciano Neto *et al.* (2017a), os autores discutem o potencial da modelagem de processos de negócio para auxiliar a especificação de missões no contexto de SoIS. Os autores alegam também que é muito relevante haver, em pesquisas referentes a SoIS, uma harmonização entre a ideia de missões (uma característica importante para SoS) e o conceito de processos de negócio (um ponto importante para SI). Sendo assim, modelagem de processos de negócio pode auxiliar nessa atividade por: permitir o uso de ferramentas de modelagem, simulação, automação e monitoramento de missões para SoIS; trazer a possibilidade de conversão dos modelos de processos de negócio para o formato BPEL (*Business Process Execution Language*), o que permite seu processamento e compilação; disponibilizar um metamodelo da modelagem de processos de negócio, o que possibilita conversão de um modelo para outro, incluindo geração de código; e possuir notações bem estabelecidas, facilitando o aprendizado e a modelagem de missões no SoIS. Assim sendo, o trabalho dos autores visa discutir a possibilidade do uso de notações de modelagem de processos de negócio no processo de modelagem de SoIS, sendo que neste trabalho visa-se à utilização

prática de análise de modelos de processo de negócio para criação de um modelo arquitetural de um SoIS.

O estudo de Amr *et al.* (2017) propõe um modelo de interface e adaptação para interoperabilidade de múltiplos SI. O modelo disponibiliza uma camada de *middleware* SOA, que oculta a complexidade e heterogeneidade dos SI e é interconectada de modo a garantir a interoperabilidade. Os autores transformam os modelos de processos de negócio BPMN dos diferentes SI interconectados em BPEL. Em seguida, diferentes BPEL são processadas e as suas diferenças são tratadas por meio de um único banco de dados ontológico. Por fim, é estabelecida uma BPEL global (BPEL de todos os constituintes combinadas) sobre a qual será utilizada engenharia reversa para criar um modelo de negócio BPMN global. Essa transformação funciona como uma atualização que será aplicada aos modelos de processos de cada SI constituinte para se obter sincronização de todos os SI em nível do processo de negócio. Logo, o trabalho dos autores utiliza a modelagem BPMN a fim de alcançar sincronização entre os constituintes, enquanto esta pesquisa de mestrado a utiliza para identificação de pontos de interoperação entre os sistemas.

Falcone *et al.* (2018) apresentam uma integração entre BPMN e padrões HLA (*High Level Architecture*) para a construção de SoS. No trabalho dos autores, é demonstrado como BPMN pode ser utilizado por desenvolvedores para: (i) criar uma ponte que reduz a diferença entre as atividades realizadas por um sistema federado<sup>4</sup> e sua implementação concreta; e (ii) modelar relações e fluxos de comunicação entre os sistemas federados que estão sendo executados em conjunto em uma simulação distribuída. O trabalho busca definir uma notação gráfica padronizada, baseada nas técnicas de fluxograma do BPMN, que permita aos desenvolvedores representarem de forma bem definida, em termos de modelos BPMN, tanto um sistema federado como federação HLA. Em contrapartida, nesta pesquisa de mestrado, busca-se a definição de um método que permite extrair informações dos modelos BPMN existentes.

Partindo desta caracterização, em seguida são apresentados os três mapeamentos sistemáticos identificados: Fernandes *et al.* (2018), Teixeira *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2020) respectivamente. Além disso, são apresentados também alguns trabalhos relacionados a esta pesquisa, que foram levantados durante a realização desta bibliometria.

---

<sup>4</sup> Um tipo de sistema de gerenciamento de banco de dados distribuído.

### 2.2.2 Mapeamento Sistemático #1: Interoperabilidade em SoIS

Em seu trabalho, Fernandes *et al.* (2018) buscam identificar os tipos de soluções que vem sendo utilizadas para providenciar interoperabilidade entre SI, SoS e SoIS. Para isso, 20 artigos foram selecionados e utilizados na realização de um Mapeamento Sistemático da Literatura. A pesquisa dos autores busca responder à questão de pesquisa “*Quais fatores influenciam a interoperabilidade em SI no contexto de sistemas-de-sistemas de informação?*”, para isso trazendo quatro subquestões, apresentadas a seguir.

*Subquestão 1: Que tipos de solução são utilizadas para prover interoperabilidade em SI?*

Os resultados das análises apresentam que, na literatura, a interoperabilidade tem sido provida por meio de: Arquitetura de Sistema; Estrutura de sistema baseado em conhecimento; Instrumento de medição; *Framework* conceitual, *Framework* teórico e *Framework* de troca automática de documentos tabulares; Metodologia; Arquitetura Orientada a Agentes com três níveis de abstração; Modelo de Aplicação de Interoperabilidade; Modelo de Adaptação e Interface; Plataforma; Ontologia; e Middleware.

*Subquestão 2: Em que contexto as soluções de interoperabilidade foram aplicadas?*

Essa questão busca investigar se as soluções propostas foram aplicadas para SI sob duas perspectivas: (i) um SI que é requisitado a interoperar, por conta de alguma necessidade; ou (ii) um SI que interopera, pois já participa de um contexto cuja estrutura pode ser caracterizada como um SoS ou SoIS. Na sua maioria, as soluções têm sido aplicadas entre SI não pertencentes a SoS, contudo muitos destes trabalhos sinalizam para o contexto de SoS ou SoIS, mesmo que não sejam qualificados de tal forma no estudo.

*Subquestão 3: Em quais domínios as soluções de interoperabilidade foram desenvolvidas?*

Os domínios de negócio para sistemas da área da saúde, gestão empresarial e solução geral (soluções sem áreas de domínio específica) tiveram maior representação nas pesquisas, com três trabalhos cada. Além destes, aparecem também os domínios de Sistemas Portuários, Políticas de Segurança, Bancário, Seguridade Social, Seguros, Industrial, e Militar com um trabalho cada.

*Subquestão 4: Quais dimensões de interoperabilidade têm sido contempladas?*

Com a análise dos artigos, que há soluções para todas as dimensões (técnica, semântica e organizacional). No entanto, a organizacional foi a mais trabalhada, embora as dimensões técnica e semântica também tenham sido bem representadas. Além disto, alguns dos artigos analisados pelos autores vão além das três dimensões consideradas neste trabalho.

Assim sendo, os autores foram capazes de identificar os seguintes fatores que influenciam a interoperabilidade em um contexto de SoIS: Técnicos (arquitetura de sistemas, infraestrutura); Humanos (comportamento humano, colaboração e relação entre atores); e Organizacionais (modelos de processo, fases e fluxos de trabalho, processos de negócio, informações sobre processos, barreira conceitual, informação e linguagem comum, comportamento organizacional, permissões compartilhadas, natureza administrativa e ciclo de vida da informação).

### **2.2.3 Mapeamento Sistemático #2: O Estado da Literatura de SoIS**

Nessa pesquisa, Teixeira *et al.* (2019) buscam analisar os trabalhos que compõem a literatura de SoIS de forma a entender os diferentes aspectos das características do sistema. Por conseguinte, 25 artigos foram selecionados, analisados e tiveram seus dados extraídos visando responder as seguintes questões de pesquisa.

*Questão 1: O que é um SoIS?*

Essa questão se divide em duas subquestões:

*Subquestão 1: Como SoIS têm sido definidos na literatura especializada?*

Dentre os trabalhos selecionados, 20 apresentavam definições para SoIS. Após analisá-las por diferenças e semelhanças, os autores chegaram a um conjunto de três definições particulares que cobrem toda a classe. Duas dessas definições enfatizam o fato de SoIS ser um tipo de SoS. Sendo assim, apresenta as mesmas características, porém tendo SI como constituintes e apresentando um foco em objetivos de negócio. A outra definição foca na demonstração da manipulação da informação distribuída entre diferentes sistemas. Além disso, em todas as definições fica claro que a interoperabilidade dos SI tem o objetivo de atender as necessidades do negócio por meio do compartilhamento de informações.

*Subquestão 2: Quais características/atributos têm sido associados a SoIS?*

A partir das análises dos artigos, os autores identificaram diferentes características ligadas a SoIS na literatura. Estas foram classificadas em três categorias: características clássicas de SoS/SoIS; características novas declaradas nos artigos; e atributos de qualidade definidos na ISO 25010. O Quadro 4 apresenta os resultados declarados pelos autores.

**Quadro 4.** Características e atributos de SoIS de acordo com a literatura

<b>Características clássicas de SoS/SoIS</b>	<b>Novas características</b>	<b>Atributos de qualidade</b>
Independência operacional	Acesso à informação distribuída	Disponibilidade
Independência gerencial	Novos serviços oferecidos utilizando a informação acessada	Interoperabilidade
Desenvolvimento Evolucionário	Gerenciamento de recursos heterogêneos	Comportamento temporal
Comportamento Emergente	Armazenamento e recuperação de referências de recursos compartilhados (repositório)	Confiabilidade
Direcionado a Processos de Negócio	Líder do sistema SoIS (orquestração)	Segurança
Arquitetura Dinâmica	Base de conhecimento	Usabilidade
Pertencimento	Processo de tomada de decisão	Viabilidade
Conectividade	Problemas de interoperabilidade	Portabilidade
Diversidade	Inter-relações entre diferentes SI	Reusabilidade
Distribuição Geográfica	Fluxo de informação e conhecimento	Testabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

*Questão 2: Quais são os domínios onde SoIS vem sendo aplicado?*

Dentre os trabalhos analisados, 11 domínios distintos foram considerados, com a adição de um domínio geral, sendo estes: Negócio/Corporativo, Educacional, Finanças, Governamental, Saúde, Manufatura, Militar, Científico, Segurança, Cidades Inteligentes e Mídia Social. Estes domínios não são mutualmente exclusivos. Além disso, os resultados apontam que as áreas de Negócio/Corporativo, Educação e Governamental são áreas de interesse abordadas em vários trabalhos.

*Questão 3: Quais tipos de formalizações, linguagens e modelos têm sido utilizados para especificar SoIS?*

Mais de metade dos artigos analisados não apresentam ou consideram qualquer formalização para documentação de SoIS. Em dois trabalhos, os autores apresentam estudos de caso de arquiteturas de SoIS onde foram implementados modelos próprios, utilizando artefatos de modelagem não definidos, aplicados no domínio educacional. Ambos, no entanto, não focavam na modelagem, mas sim na avaliação da arquitetura proposta. Embora UML seja mencionada em seis estudos, não significa que é apropriada ao propósito, considerando que é afirmado em dos trabalhos que SySML e UML não suportam a representação de múltiplos sistemas interoperando, nem suportam ambientes dinâmicos.

Três estudos aplicam BPMN, ou o consideram como uma opção, sendo vislumbrado o seu potencial para suportar modelagem de missões de SoIS, porém sendo necessárias adaptações para tratar das particularidades do sistema. Um estudo considera a linguagem mKAOS para suportar modelagem de missões em SoIS. Além disso, alguns estudos tratam sobre modelos ontológicos associados com SoIS, como *Ontology Web Language* (OWL), *Semantically Interlinked Online Communities* (SIOC), *Friend Of A Friend Ontology* (FOAF) e *Bibliographic Ontology Specification* (BIBO).

De acordo com os autores, o baixo número de estudos tratando sobre linguagens, técnicas e ferramentas para modelar arquiteturas de SoIS aponta para uma importante área de estudo. Além disto, existe uma necessidade de uma proposição, adaptação e/ou adoção de linguagens dirigidas a sequência, como o BPMN e o diagrama de sequência da UML, já que essa é uma lacuna de pesquisa ainda sem resolução e que nenhum dos estudos incluídos nessa análise foca na definição de uma linguagem para as especificações de SoIS.

*Questão 4: Quais direções para pesquisas futuras têm sido descritas?*

Segundo os autores, os estudos apontaram no geral para: (i) melhorias nos próprios modelos propostos nos trabalhos e condução de avaliações em cenários reais; (ii) a necessidade de se avaliar a simplicidade de interfaces para usuários de SoIS; (iii) a necessidade de estender a complexidade dos sistemas constituintes e avaliação do impacto de teste e integração em protótipos; e (iv) a necessidade de avaliar reusabilidade de recursos e a implementação de um sistema de recomendação e descoberta de recursos.

### 2.2.4 Mapeamento Sistemático #3: Modelagem de Processo de Negócio em SoS

Buscando contemplar o problema de que abordagens e notações atuais não suportam completamente modelagens de SoIS, Santos *et al.* (2020) conduziram um mapeamento sistemático onde analisaram 33 estudos relacionados ao uso de linguagens e notações para modelagem de processos de negócio em SoS, buscando responder as seguintes questões de pesquisa.

*Questão 1: Quais notações têm sido utilizadas para especificar e gerenciar processos de negócio no contexto de sistemas-de-sistemas?*

BPMN apresenta uma vasta adoção na área de SoS (sendo tratada em 19 artigos), entretanto sendo utilizada para modelar não apenas processos de negócio. Muitos dos estudos utilizaram a notação para modelar partes da arquitetura do SoS, embora sem contemplar todas suas características. Outras notações retratadas nos estudos foram: SysML em 11 trabalhos; UML, em cinco; e SES, DoDAF, DFD, SevenViews, UAF, ADL, HyWare, S-BPM, mKAOS, IDEOF0 e PDDL, em um.

*Questão 2: Quais dificuldades relacionadas a processos de negócio têm sido enfrentadas em sistemas-de-sistemas?*

O maior problema retratado diz respeito a falta de expressividade dos elementos presentes nas notações, especialmente para representar interações entre os constituintes, e, por consequência, os comportamentos emergentes. Além disso, os autores constataram também a falta de notações e ferramentas que permitem executar os modelos definidos sem a necessidade de transformar uma linguagem não executável, como UML e BPMN, em uma executável, como BPEL ou DEVS (*Discrete Event System Specification*).

*Questão 3: Como BPMN tem sido aplicada no contexto de sistemas-de-sistemas?*

BPMN tem sido mais aplicada na fase de projeto do sistema, do que na fase de planejamento e análise, apesar do seu propósito real ser modelar os processos de negócio. Uma das razões para isso pode ser a inabilidade da notação em cobrir todas as características da modelagem de SoIS.

*Questão 4: As notações utilizadas para modelar processos de negócio em sistemas-de-sistemas são expressivas o suficiente para representar todas as características de SoS?*

Os resultados das análises mostram que as notações ainda não são maduras ou adequadas para atender as necessidades especiais do contexto de SoS. Alguns estudos apontam a necessidade de modificações para se atender uma maior representação, seja por meio de modificações em notações existentes ou criação de novas. Alguns estudos levantaram considerações em relação a como BPMN poderia servir melhor o contexto de SoS, seja providenciando formas mais fáceis de representar interações entre sistemas constituintes, características mais dinâmicas que possibilitem representar os comportamentos emergentes do SoS, ou melhores maneiras de modelar processos com dependências de dados complexas.

### **2.3 Considerações Finais**

Esse capítulo apresentou o primeiro passo da metodologia, a realização do levantamento bibliográfico. Por meio levantamento apresentado, foi perceptível que SoIS é um domínio de conhecimento novo e em desenvolvimento. Porém, os conceitos que SoIS trabalhada já vêm sendo estudados em outros domínios, como, por exemplo, EA, EE e VE na área de negócio e SI Federados (ou Federação de SI), SI em Grande Escala, Sistemas Heterogêneos e Sistemas Distribuídos em Grande Escala na área de sistemas complexos. Dessa forma, o que destaca SoIS dentre outros arranjos é o fato de que o domínio agrega conceitos de ambas as áreas, enquanto os outros arranjos focam em conceitos de suas respectivas áreas. Foi percebido também que, embora SoIS apresente uma natureza predominantemente orientada a negócio, metodologias específicas capazes de capturar características dessa área ainda são necessárias, o que por sua vez resulta nos conceitos de negócio de SoIS ainda serem pouco explorados.

Os trabalhos relacionados a essa dissertação e os mapeamentos sistemáticos da literatura encontrados apontam para a necessidade de se abordar os conceitos de negócio que compõem SoIS e para o potencial do uso de técnicas de modelagem de processos de negócio no reconhecimento e apresentação desses conceitos. Além disso, apontam também a necessidade de uma representação de SoIS que seja capaz de representar de forma concisa os elementos técnicos, humanos e organizacionais que formam um SoIS. Assim, decidiu-se propor um método que auxilie na identificação desses elementos, juntamente com um ferramental de apoio à execução do método e uma representação arquitetural de SoIS que represente de maneira sucinta os principais elementos das três dimensões de SI contidos em SoIS. O próximo capítulo apresenta o desenvolvimento e funcionamento desses artefatos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

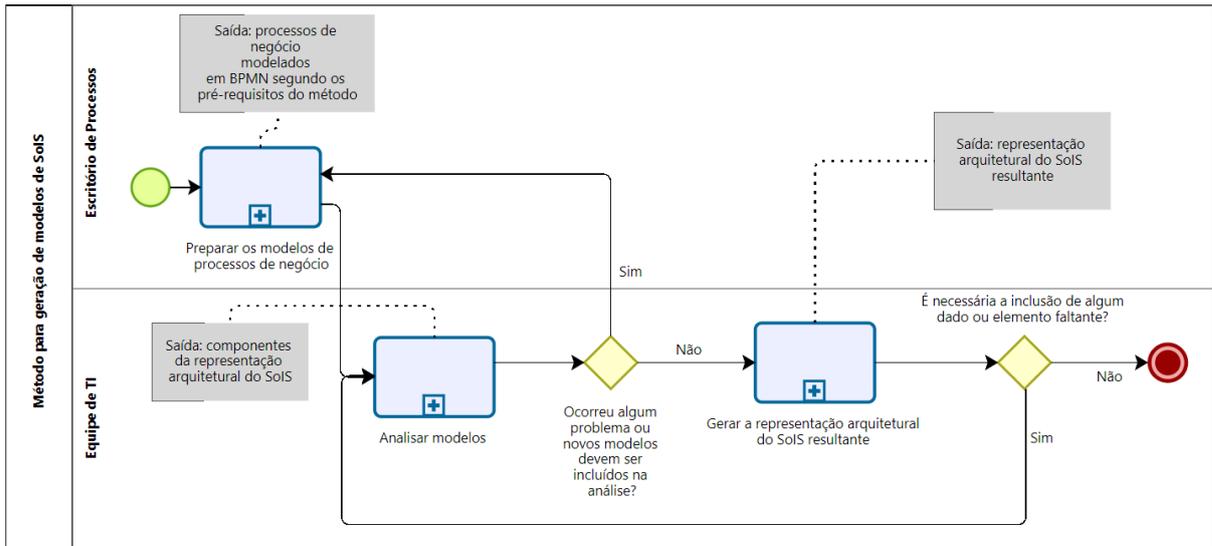
Esta seção apresenta o método BPSoIS (*Business Process to System-of-Information Systems*) para extração e análise dos dados de modelos BPMN e modelagem da representação arquitetural do SoIS resultante, bem como o ferramental de apoio desenvolvido para apoiar a execução do método. Além disso, também é apresentado um conjunto de pré-requisitos necessários aos modelos para que possam ser submetidos à análise.

Sendo uma classe de SoS, SoIS herda suas categorias e características, todavia, considerando a natureza de negócio dos SI e a necessidade de uma autoridade para gerenciar metas e recursos humanos envolvidos, pode se dizer que um SoIS deva ser direcionado ou reconhecido. Esta hipótese se fundamenta pela necessidade de meios que ajudem a projetar os *links* de interoperabilidade para que os comportamentos emergentes desejados ocorram na formação do arranjo (FERNANDES, 2020). Sendo assim, escolheu-se trabalhar com SoIS dos tipos direcionado e reconhecido nesta pesquisa. Além disso, considera-se que existem diferentes tipos de SoIS e que há um caráter dinâmico. No entanto, o escopo desta dissertação foca na construção da arquitetura a partir dos modelos de processos de negócio, mas sem considerar a execução do SoIS, que é algo dinâmico.

#### 3.1 Método BPSoIS

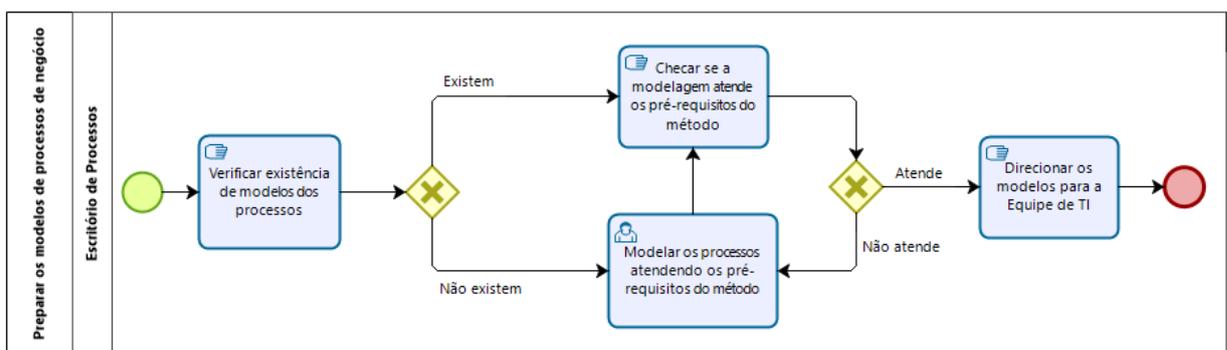
Nesta dissertação, propõem-se um método semiautomatizado para extração de informações de modelos de processos de negócio e geração de uma representação arquitetural de SoIS. O método proposto, chamado de BPSoIS (*Business Process to SoIS*), contempla as etapas apresentadas na Figura 8, referente ao macroprocesso do método.

Inicialmente, a equipe do Escritório de Processos (ou os responsáveis pela gestão de processos da organização) realiza a preparação dos modelos de processos de negócio, subprocesso ilustrado na Figura 9, que envolve a modelagem dos processos (caso esta não exista), ou a sua checagem contra requisitos definidos pelo método e necessários à sua análise. Após a preparação, a equipe de TI ou o responsável pela aplicação do método executa a análise dos modelos. Durante esta etapa, os modelos são examinados com o auxílio do ferramental de apoio e, a partir desta análise, são identificados os *links* de interoperabilidade entre os sistemas.



**Figura 8.** Macroprocesso do método proposto  
Fonte: Elaborado pelo autor

Um *link* de interoperabilidade representa o meio pelo qual a interoperabilidade é estabelecida e efetivada entre dois ou mais SI, ou seja, qualquer forma de enviar e/ou receber mensagens entre SI (FERNANDES *et al.*, 2019). A Figura 10 apresenta o subprocesso referente a esta etapa. Se durante esse passo algum problema ocorrer na análise ou for percebido/decidido que novos modelos de processo devem ser incluídos o usuário pode retornar ao primeiro passo, executa-lo e, em seguida, executar o segundo passo apenas para as modelos necessários. Por fim, com base nos resultados da análise dos modelos, deve ser gerada a representação arquitetural do SoIS, onde o usuário segue um conjunto de heurísticas que o guiam na modelagem do SoIS resultante, este subprocesso é apresentado na Figura 11. Da mesma forma que no passo anterior, caso após a execução deste passo, for percebido ou decidido que algum dado está faltando o usuário pode retornar aos passos anteriores e executá-los apenas para os modelos referentes aos dados necessários e, em seguida, utilizar as etapas deste passo para acrescentá-los no modelo arquitetural final.



**Figura 9.** Subprocesso: Preparar os modelos de processo de negócio  
Fonte: Elaborado pelo autor

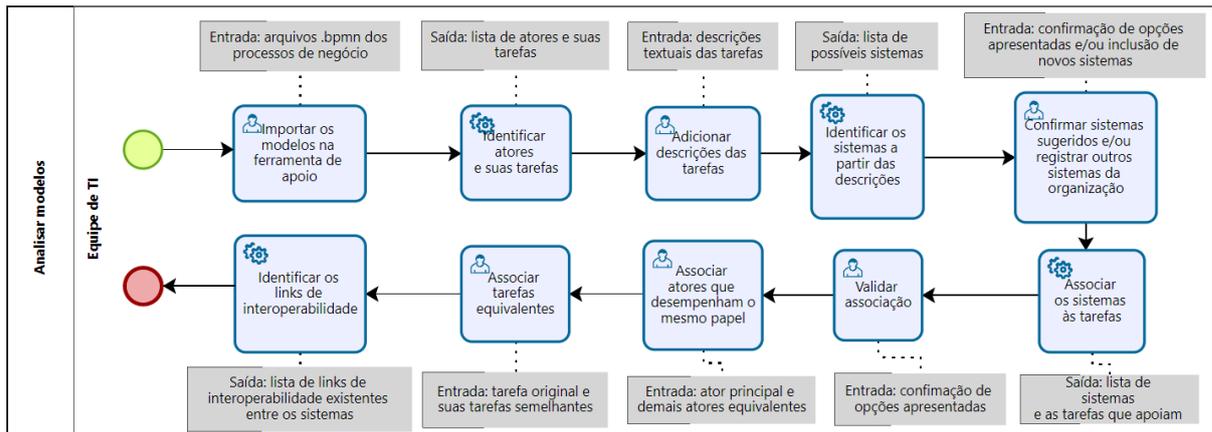
A fase de preparação dos modelos de processo inicia com o responsável pela gestão de processos verificando a existência prévia de modelos dos processos de negócio das unidades organizacionais envolvidas na análise. Caso não existam modelos prévios, utiliza-se alguma ferramenta de modelagem para modelar os processos em BPMN. A modelagem dos processos deve ser feita seguindo as boas práticas de modelagem e os pré-requisitos definidos pelo método, apresentados no Quadro 5.

Após serem desenvolvidos os modelos ou caso existam modelos prévios, segue-se para a tarefa de checagem, quando é verificada a concordância dos modelos em relação aos pré-requisitos. Caso os modelos não atendam aos pré-requisitos do método, deve-se retornar à tarefa de modelagem. No caso de os modelos atenderem aos pré-requisitos, passa-se ao subprocesso de análise dos modelos de processos de negócio.

**Quadro 5.** Lista de pré-requisitos para a execução do método

ID	Pré-Requisito	Motivação
1	Não devem haver <i>lanes</i> (raias) sem tarefas nos modelos	Apenas os atores que são integralmente parte do processo devem aparecer na modelagem do mesmo, a fim de se obter uma visão clara do funcionamento deste.
2	Não devem haver dois ou mais atores em diferentes processos que representem o mesmo papel	A padronização na nomenclatura dos atores no domínio é necessária para identificar o número de interações de cada ator (intensidade de interação) e para se identificar a interação correta entre setores e seus sistemas. A composição de um glossário do setor, negócio ou domínio pode ajudar nesse sentido.
3	Deve haver uma uniformidade em relação aos nomes dos atores em todos os processos, ou seja, um mesmo ator não deve ter seu nome escrito com diferenças gramaticais em diferentes processos	Idem ao item anterior.
4	Deve-se evitar ao máximo o uso de tarefas abstratas na modelagem	Ao saber o tipo de tarefa, é possível apontar a necessidade de interoperação entre diferentes sistemas ou até mesmo a necessidade de automatização de tarefas.
5	Deve-se evitar erros gramaticais nas descrições dos elementos	Diferenças na gramática dos elementos (ocorridas por conta de erros) podem atrapalhar no reconhecimento de padrões e correspondências dos elementos em diferentes processos, pois faz com que o um mesmo elemento (que apresente gramáticas diferentes em diferentes processos) seja visto como se fosse elementos diferentes. Novamente, o uso de um glossário pode ser útil.
6	Deve-se seguir as boas práticas de modelagem	Ao seguir as boas práticas de modelagem BPMN, mantém-se um padrão na modelagem dos processos, facilitando com que os mesmos sejam analisados de forma mais fidedigna, gerando informações mais precisas.

Fonte: Elaborado pelo autor



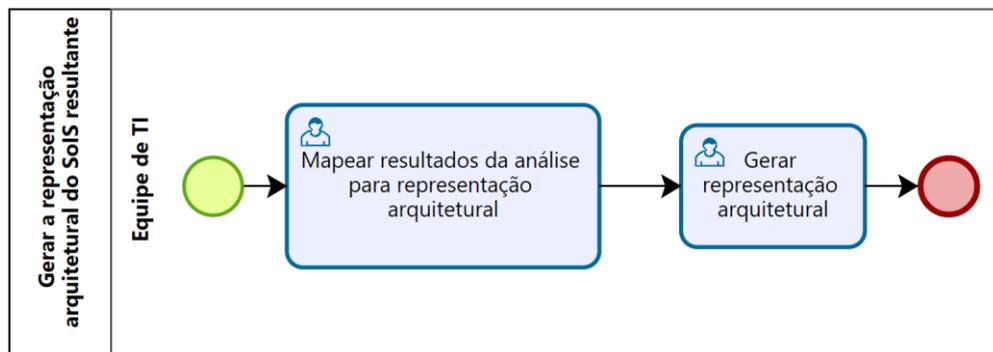
**Figura 10.** Subprocesso: Analisar modelos  
Fonte: Elaborado pelo autor

O subprocesso de análise dos modelos de processos de negócio se inicia com a importação destes pelo ferramental de apoio. Em seguida, a ferramenta extrai os dados contidos nos modelos, identificando os atores presentes nos processos e suas respectivas tarefas. Então, é solicitado ao usuário enriquecer as descrições das tarefas extraídas dos modelos. Neste ponto, são inseridos na ferramenta os detalhes sobre as tarefas (por exemplo, como são realizadas). A partir dessas descrições, a ferramenta efetua a identificação dos sistemas que apoiam a execução das tarefas e os apresenta ao usuário. O usuário efetua a confirmação das sugestões ao validar os sistemas propostos pela ferramenta, excluindo aqueles apresentados erroneamente e/ou acrescentando outros que não foram sugeridos. Além disto, o usuário deve fornecer uma descrição para cada sistema (função principal).

Com base nas descrições apresentadas, a ferramenta realiza um mapeamento automático dos sistemas às tarefas, no qual a ferramenta conecta cada tarefa ao(s) sistema(s) que apoia(m) a sua execução e apresenta o resultado para o usuário. O usuário realiza em seguida a validação do mapeamento. Nesta tarefa, o usuário confirma ou corrige, se necessário, as sugestões de conexão entre tarefas e sistemas apresentadas pela ferramenta. No passo seguinte, a ferramenta apresenta ao usuário o conjunto de todos os atores extraídos dos processos e pede que ele associe os atores que desempenham o mesmo papel, mas que apresentam nomes diferentes. Este passo visa corrigir quaisquer erros que possam ter vindo da fase de modelagem dos processos, agindo como uma contramedida para o não seguimento dos pré-requisitos. Após isso, a ferramenta apresenta ao usuário conjuntos de tarefas que apresentam o mesmo nome, mas que se encontram em diferentes processos. Neste passo, o usuário deve assimilar tarefas que sejam equivalentes (por exemplo, uma tarefa “Assinar Documento” que pode se referir sempre à mesma atividade, apesar de aparecer em processos diferentes) e a ferramenta irá então

padronizar a descrição das tarefas equivalentes, finalizando manter um padrão e consistência nas descrições das tarefas.

Por fim, a ferramenta faz a identificação dos *links* de interoperabilidade entre os sistemas mapeados a partir das tarefas que os sistemas apoiam e do fluxo de atividades dos processos. Tais *links* são identificados quando tarefas consecutivas são apoiadas por diferentes sistemas, pois essa dinâmica infere que há alguma interação entre eles durante a execução do processo. Após identificados, os *links* de interoperabilidade são apresentados ao usuário para serem utilizados como base para a geração da representação arquitetural do SoIS resultante no subprocesso de geração da representação arquitetural, apresentado na Figura 11.



**Figura 11.** Subprocesso: Gerar Representação Arquitetural do SoIS resultante  
Fonte: Elaborado pelo autor

Neste subprocesso, o usuário deve mapear os resultados da análise retornados pela ferramenta para a representação arquitetural, identificando os elementos que correspondem a cada objeto do modelo. Após esse mapeamento, o usuário deve utilizar alguma ferramenta de modelagem de sua escolha e seguir as heurísticas de modelagem, que são apresentadas pelo ferramental de apoio, para gerar a representação arquitetural do SoIS.

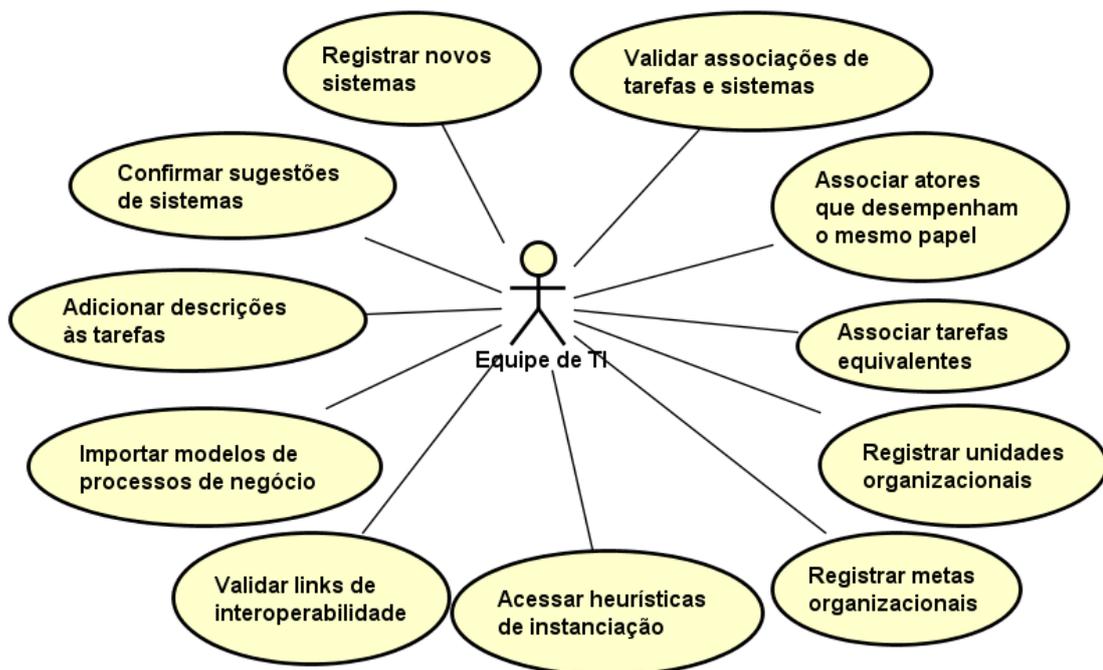
### 3.2 Ferramental de Apoio ao Método

A fim de apoiar a análise dos modelos de processos de negócio em BPMN e tornar esta atividade mais escalável e confiável, foi desenvolvida uma ferramenta de suporte à sua execução, a qual é apresentada a seguir. Primeiramente, visando permitir que os modelos pudessem ser analisados de forma automatizada, foi necessário exportar os diagramas BPMN para um formato que pudesse ser lido por linguagens de programação. Para isso, foi escolhido o formato .bpmn, isto é, um padrão de arquivo semelhante ao XML<sup>5</sup> (*Extensible Markup*

<sup>5</sup> Uma linguagem de marcação para a criação de documentos com dados organizados hierarquicamente, tais como textos, banco de dados ou desenhos vetoriais.

*Language*), nos quais os elementos da modelagem são representados por diferentes etiquetas e seus atributos. A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento foi Python<sup>6</sup>, pois essa apresenta a biblioteca *ElementTree* (etree), uma biblioteca que permite a manipulação de arquivos XML e afins. Por fim, foi utilizado o *framework* de desenvolvimento Django<sup>7</sup> para a criação de um ambiente visual para a ferramenta.

Portanto, a ferramenta permite a leitura e análise dos modelos, na qual é possível lançar um número  $n$  de modelos de processo, que são analisados e têm suas informações extraídas. Os elementos do modelo de cada processo (como atores, tarefas etc.) são salvos em um banco de dados para, em seguida, serem cruzados e comparados. Isso é feito com o intuito de levantar as informações gerais contidas nos modelos, proporcionando-se uma visão geral do ambiente analisado, por meio da identificação de todos os atores que integram os processos com as suas respectivas tarefas. A Figura 12 apresenta o diagrama de caso de uso da ferramenta e o Quadro 6 apresenta a descrição do caso de uso “Importar modelos de processos de negócio”. As descrições dos demais casos de uso são apresentadas no Apêndice I.



**Figura 12.** Diagrama de caso de uso da ferramenta de apoio

Fonte: Elaborado pelo autor

<sup>6</sup> <https://www.python.org/about/>

<sup>7</sup> <https://www.djangoproject.com/>

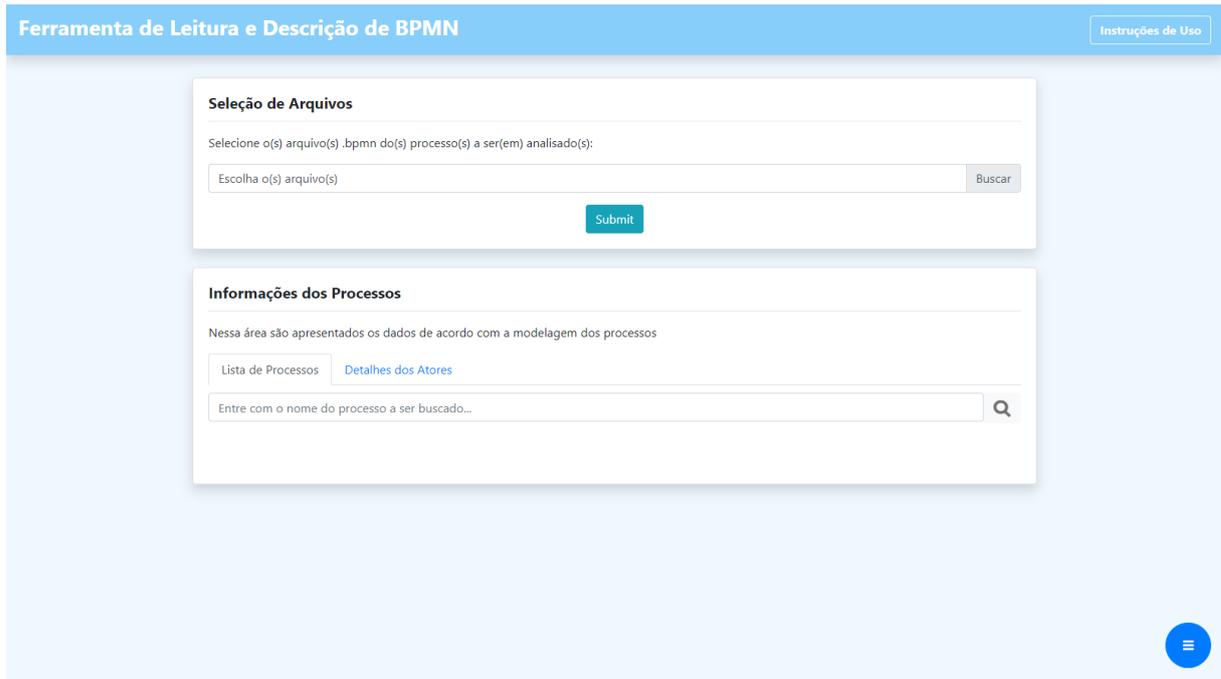
**Quadro 6.** Caso de uso “Importar modelos de processos de negócio”

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Importar modelos de processos de negócio
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Importar os modelos de processos de negócio na ferramenta para serem analisados e terem seus dados extraídos
<b>Precondições</b>	1. Os modelos devem estar no formato de arquivo .bpmn
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O funcionário da Equipe de TI inicia a ferramenta.</li> <li>2. O funcionário clica no campo de seleção de arquivos a serem analisados.</li> <li>3. O funcionário seleciona os arquivos na janela de seleção que será aberta.</li> <li>4. O funcionário clica em “Submit”.</li> <li>5. A ferramenta analisa os arquivos e apresenta os dados para o usuário na área de “Informações dos Processos”.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	1. Os arquivos selecionados não são do tipo certo
<b>Pós-condições</b>	-

Fonte: Elaborado pelo autor

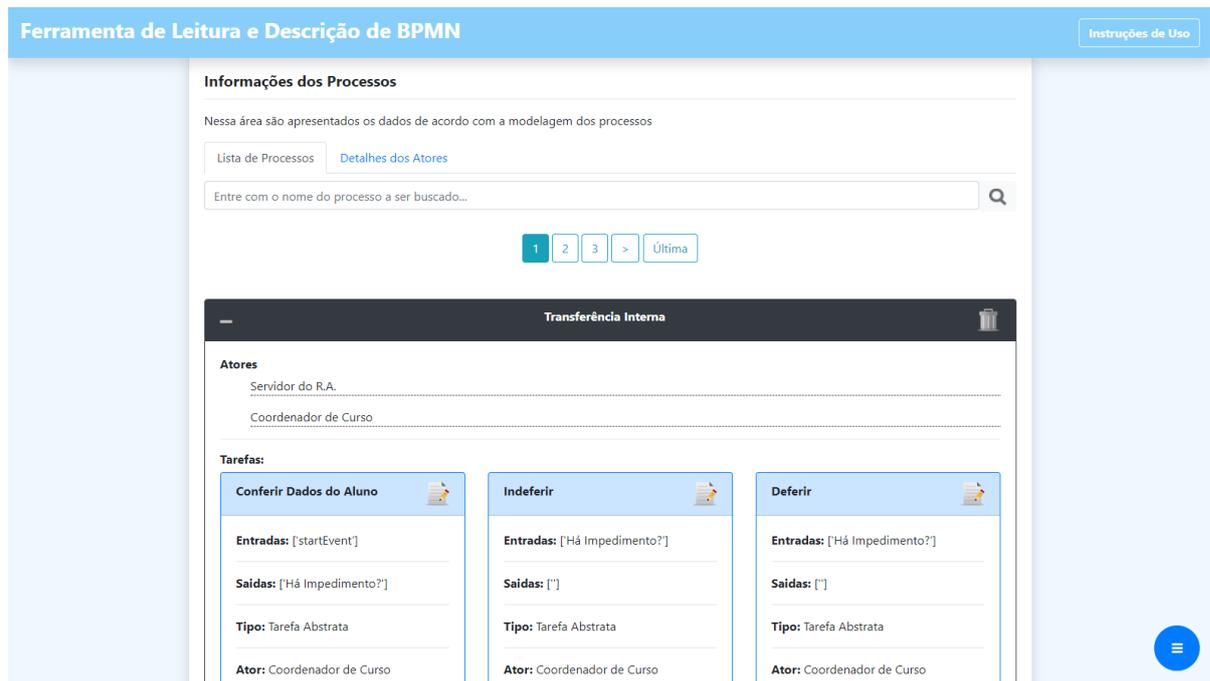
Durante a execução dos casos de uso da ferramenta, o funcionário da equipe de TI deve contar com o apoio dos *stakeholders* da organização para a realização de atividades que dependem de conhecimentos do negócio. A Figura 13 apresenta a interface da área principal da ferramenta.

A interface da ferramenta se divide em três áreas, uma área principal onde é feito upload dos arquivos a serem analisados e apresentados os dados presentes nos modelos (Figuras Figura 14 e Figura 15), uma área na qual ocorre a interação com o usuário, por meio de várias telas, e uma área onde são apresentados os resultados das análises juntamente com as heurísticas de instanciação do modelo arquitetural. Nas Figuras Figura 14 e Figura 15, é ilustrada a região na qual são expostas as informações dos processos.



**Figura 13.** Interface da área principal da Ferramenta

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 14.** Área de Informações dos Processos

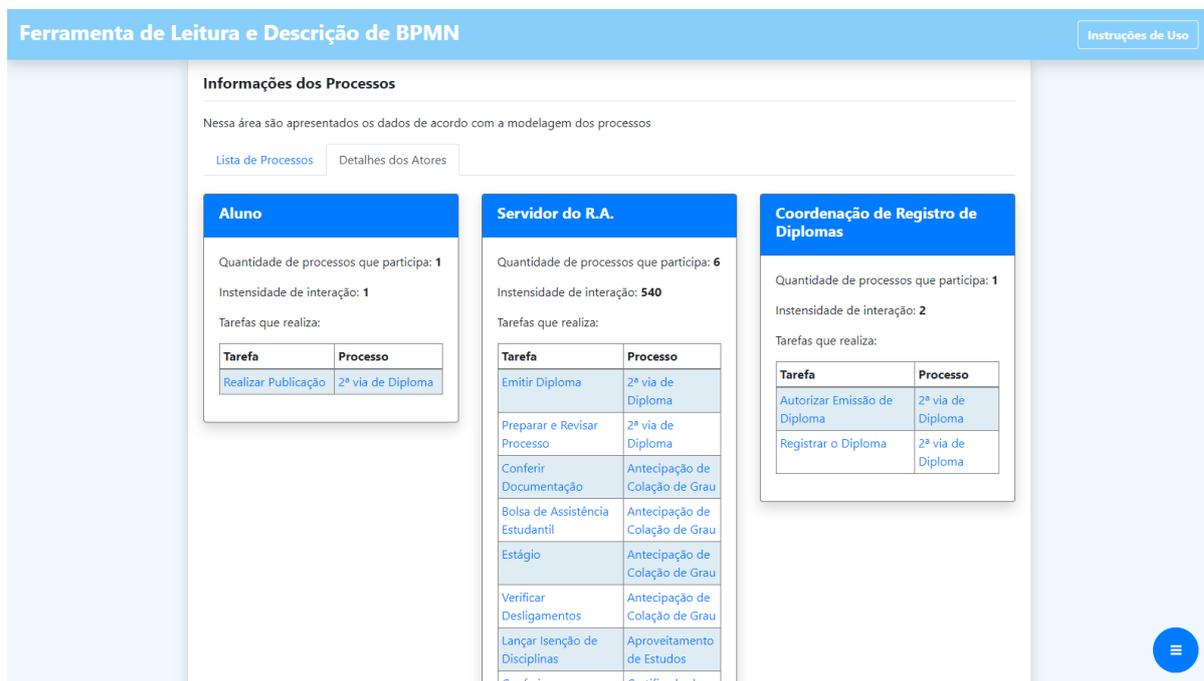
Fonte: Elaborado pelo autor

A área de informações dos processos é dividida entre uma listagem geral dos processos do setor e seus atributos (atores, tarefas, *gateways* e subprocessos), ilustrada na Figura 14, e um relatório dos atores, com a quantidade de processos nos quais aparecem e as tarefas que realiza nesses respectivos processos, apresentado na Figura 15. Na área de listagem dos processos, é

apresentado cada um dos processos analisados, sendo exibida uma lista dos atores que participam do processo, uma lista das tarefas que são executadas no processo (bem como as entradas, saídas, tipo e ator responsável por cada uma), uma lista dos *gateways* que ocorrem durante execução do processo e uma lista dos subprocessos incluídos neste. Na área de detalhes, é exibido um relatório que identifica cada um dos atores mostrando a sua intensidade de interação, que é calculada automaticamente pela ferramenta com base seguinte equação:

$$\text{intensidade de interação} = \text{quantidade de processos}^2 * \text{quantidade de tarefas}$$

A intensidade das interações é um parâmetro importante, pois permite visualizar com quais atores externos a unidade organizacional interage e com que relevância. Uma vez que a participação em diferentes processos tende a refletir uma maior interação do ator, a quantidade de processos em que o ator participa apresenta um peso maior na equação. Esse parâmetro é, por fim, utilizado para comparar os atores, sendo que quanto maior o valor de intensidade, maior a participação do ator nos processos e, por consequência, maior a prioridade de integração das tarefas executadas por ele e dos SI que eventualmente as apoiam.



**Figura 15.** Área de Detalhes dos Atores

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, os *stakeholders* responsáveis pela gestão deverão validar se essa intensidade está alinhada às tarefas prioritárias para atendimento dos objetivos estratégicos da organização. Assim, é possível prover subsídios para apoiar a decisão de quais interações

devem ser priorizadas na automatização de tarefas ou integração dos SI. As Figuras Figura 16 a Figura 21 apresentam as páginas onde ocorrem as interações com o usuário.

Ao clicar no botão de menu circular na lateral inferior direita da tela, o usuário é apresentado a um conjunto de opções. Clicando em “Analisar *links*” o usuário é direcionado para a área de interação com a ferramenta. Na primeira tela (Figura 16) o usuário deve selecionar de qual processo deseja descrever as tarefas, ao fazê-lo o usuário é automaticamente direcionado para a tela de descrição de tarefas (Figura 17), na qual deve inserir descrições textuais para as tarefas do processo selecionado.

Ao completar a inserção das descrições das tarefas e dar continuidade ao próximo passo, o usuário será apresentado a tela de descrição de sistemas (Figura 18). Nesta tela, serão apresentadas ao usuário algumas sugestões de sistemas, que foram extraídas das descrições das tarefas automaticamente pela ferramenta. O usuário deve então excluir qualquer sugestão errônea e acrescentar qualquer sistema adicional que não foi sugerido, além de descrições para os sistemas sugeridos corretamente e inseridos por ele. Na tela seguinte (Figura 19), a ferramenta apresenta ao usuário algumas sugestões de associações entre tarefas e os SI que as apoiam, feitas automaticamente a partir da comparação das descrições de ambos, e permite ao usuário validar tais associações e inserir novas.

A imagem mostra a interface de usuário de uma ferramenta de leitura e descrição de BPMN. No topo, há uma barra azul com o texto "Ferramenta de Leitura e Descrição de BPMN" à esquerda e um botão "Instruções de Uso" à direita. O conteúdo principal é um formulário centralizado com o título "Adição de descrição para as tarefas". Dentro do formulário, há um campo de seleção rotulado "Selecione um processo" com uma seta para baixo no lado direito. Abaixo do campo, há um botão verde "Enviar". Na parte inferior direita do formulário, há um botão azul "Próximo passo".

**Figura 16.** Áreas do *Wizard* – Adicionar descrição para as tarefas (Parte 1)

Fonte: Elaborado pelo autor

Ferramenta de Leitura e Descrição de BPMN Instruções de Uso

### Adição de descrição para as tarefas

Selecione um processo

Atestado de LOA ▼

<b>Emitir Atestado</b>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; min-height: 40px;">insira a descrição desta tarefa</div>
<b>Assinar</b>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; min-height: 40px;">insira a descrição desta tarefa</div>

Enviar

Próximo passo

**Figura 17.** Áreas do *Wizard* – Adicionar descrição para as tarefas (Parte 2)

Fonte: Elaborado pelo autor

Ferramenta de Leitura e Descrição de BPMN Instruções de Uso

### Inclusão de Sistemas

Nome

Descrição

Delete

Enviar

Próximo passo

**Figura 18.** Áreas do *Wizard* – Inclusão de sistemas

Fonte: Elaborado pelo autor

Ferramenta de Leitura e Descrição de BPMN Instruções de Uso

### Associação de tarefas aos sistemas que apoiam sua execução

<p><b>Tarefa:</b> Autorizar Emissão de Diploma</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>	<p><b>Tarefa:</b> Coordenador do Registro Aca:</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>	<p><b>Tarefa:</b> Registrar o Diploma</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>	<p><b>Tarefa:</b> Reitor Assinar</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>
<p><b>Tarefa:</b> Realizar Publicação</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>	<p><b>Tarefa:</b> Emitir Diploma</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>	<p><b>Tarefa:</b> Diretor Geral Assinar</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>	<p><b>Tarefa:</b> Preparar e Revisar Processo</p> <p><b>Processo ao qual pertence:*</b> 1</p> <p><b>Sistema(s) que apoia(m) sua execução:</b>  <input type="checkbox"/> Sistema Acadêmico  <input type="checkbox"/> SUAP  <input type="checkbox"/> Sistema de e-mail</p>

**Figura 19.** Áreas do Wizard – Associação de tarefas e sistemas

Fonte: Elaborado pelo autor

Ferramenta de Leitura e Descrição de BPMN Instruções de Uso

### Relação de atores equivalentes

Aluno ▼

Este ator é equivalente a qual(is) outro(s) ator(es)? Marque as opções

- Aluno
- Servidor do R.A.
- Coordenação de Registro de Diplomas
- Coordenador do R.A.
- Diretor Geral do campus
- Reitor
- Coordenador R.A. - Ensino Superior
- Coordenador de Curso
- Registro Acadêmico
- Diretoria de Assistência Estudantil
- Coordenação de Curso
- Professor da Disciplina
- Servidor
- Coordenador
- Diretor Geral
- Diretor de Gestão Acadêmica
- Coordenador - R.A. Ensino Superior

Enviar

**Figura 20.** Áreas do Wizard – Relação de atores equivalentes

Fonte: Elaborado pelo autor

The screenshot shows a web interface titled 'Ferramenta de Leitura e Descrição de BPMN' with a header button 'Instruções de Uso'. The main content area is a wizard step titled 'Relação de tarefas equivalentes'. It contains the following elements:

- A section 'Selecione uma tarefa:' with a red note: 'A descrição da tarefa selecionada será replicada para todas as tarefas escolhidas'.
- A dropdown menu currently showing 'Assinar - Processo 'Atestado de LOA''.
- A section 'Esta tarefa é equivalente a qual(is) outra(s) tarefa(s)? Marque as opções' with four unchecked checkboxes, each labeled 'Assinar - Processo '2ª via de Diploma''.
- A green button labeled 'Relacionar tarefas'.
- A blue button labeled 'Próximo passo' in the bottom right corner.

**Figura 21.** Áreas do *Wizard* – Relação de tarefas equivalentes

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a associação de tarefas e sistemas, o usuário é direcionado a tela de correspondência de atores equivalentes (Figura 20). Nesta tela, é apresentada ao usuário uma lista com todos os atores que foram extraídos dos processos. No caso de existência de atores que representam o mesmo papel na execução dos processos, mas que apresentam nomes diferentes, o usuário pode escolher o ator principal que representa esse papel e indicar os demais atores que sejam equivalentes a ele. Ao fazer isso, a ferramenta irá transferir os dados relacionados aos atores equivalentes para o ator principal.

Em seguida, é apresentada ao usuário a tela de correspondência de tarefas (Figura 21). Nesta tela, o usuário pode escolher uma tarefa e visualizar se existem tarefas em diferentes processos que apresentam o mesmo nome e validar se elas representam a mesma ação em todos os processos. Em caso afirmativo, a ferramenta irá padronizar as descrições destas tarefas igualando as descrições das tarefas equivalentes à descrição da tarefa principal. Por fim, é apresentado ao usuário uma tela contendo sugestões de *links* de interoperabilidade entre os diferentes sistemas, na qual o usuário pode validar as sugestões e adicionar novas se for necessário.

Ao confirmar os *links*, o usuário retorna para a área principal onde ele pode então seguir para a instância da arquitetura. Para isso, o usuário clica novamente no botão de menu circular na lateral inferior direita da tela. Desta vez, clicando em “Instanciar Arquitetura”, o usuário é

direcionado para a área onde são apresentados os resultados e as heurísticas que o guiaram na instanciamento da representação arquitetural resultante. A Figura 22 apresenta a tela referente a heurística H1 (Quadro 8).



**Figura 22.** Áreas do Wizard – Heurística H1 de instanciamento do modelo arquitetural

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.3 Representação Arquitetural

O resultado final da execução do método proposto é uma representação arquitetural do SoIS constituído pelos SI da organização. Esta representação é feita a partir de iterações de um modelo arquitetural. Os modelos arquiteturais e notações existentes para SoS não acomodavam as particularidades de um SoIS. Desta forma, o modelo conceitual de SoIS desenvolvido por Fernandes *et al.* (2019) e Fernandes (2020) foi utilizado como base para a criação de um modelo arquitetural de SoIS.

O principal objetivo de um modelo conceitual é elicitar e definir formalmente um conhecimento geral sobre um domínio. Para isso, um modelo reúne conhecimentos acumulados de uma área e os relaciona com as propriedades relevantes a esta, de forma a representar o domínio. No campo de SI, presume-se que um domínio consiste de objetos, relacionamentos e conceitos. Modelos conceituais presumem que um domínio não inclui apenas objetos e relacionamentos, além de que os objetos, relacionamentos e conceitos apresentam várias propriedades que devem ser distinguidas (OLIVÉ, 2007).

Sendo assim, modelos conceituais buscam definir um domínio ao relacionar os elementos que o caracterizam, o que inclui conceitos abstratos, por exemplo, as características que definem um tipo de sistema. Enquanto um modelo arquitetural define o conjunto de estruturas necessárias para se entender um sistema, o que inclui seus elementos, os relacionamentos entre eles e suas propriedades (KLEIN e VAN VLIET, 2013). Dessa forma, o modelo proposto para representação arquitetural de SoIS é apresentado na Figura 23 e seus elementos são descritos no Quadro 7. Este modelo representa uma adaptação do modelo conceitual proposto por Fernandes (2020), apresentado na Figura 3.

**Quadro 7.** Glossário de termos do modelo arquitetural de SoIS

<b>Elemento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
SoIS	Uma classe específica de sistemas-de-sistemas orientada a processos de negócio, na qual os sistemas constituintes incluem sistemas de informação que interoperam entre si e possuem independência operacional e gerencial.	(FERNANDES <i>et al.</i> , 2018; TEIXEIRA <i>et al.</i> 2019)
Objetivo Principal	O objetivo a ser alcançado pelo SoIS por meio da colaboração dos SI constituintes.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
Objetivo Secundário	Um conjunto de objetivos resultantes do refinamento do objetivo principal do SoIS, que também podem ser chamados de sub-objetivos.	(GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
SI Constituinte	Pode ser qualquer combinação organizada de pessoas, processos, hardware, software, comunicações, redes e recursos de dados que coletam, transformam e disseminam informações em uma organização.	(LAUDON e LAUDON, 2011)
Tipo	O SoIS abrange os sistemas do tipo SI. Para atingir o objetivo individual, o tipo de SI constituinte pode ser manual, informal, formal ou com uso intensivo de software, ou seja, qualquer sistema em que o software contribui com influências essenciais para o projeto, construção, implantação e evolução do sistema como um todo.	(ISO, 2011; O'BRIEN e MARAKAS, 2005)
<i>Link</i> de Interoperabilidade	Qualquer forma de enviar e/ou receber mensagens entre SI. Esse conceito representa mais precisamente o <i>link</i> de interoperabilidade estabelecido entre dois ou mais SI por meio do qual a interoperabilidade entre SI é efetivada.	(FERNANDES <i>et al.</i> , 2019)
Funcionalidade Implementada	Comportamento ou ação com início e fim, ou seja, algo executável. Competências exigidas dos constituintes no SoIS. A capacidade do SI permite que ele participe do arranjo e o habilite o comportamento emergente.	(MAIER, 1998; DOD, 2008; GONÇALVES <i>et al.</i> , 2014)
Requisito de Negócio	Uma representação de metas, objetivos e resultados que descrevem por que uma mudança foi iniciada e como o sucesso será avaliado. São atividades críticas de uma empresa que devem ser executadas para atender aos objetivos organizacionais.	(ABPMP, 2013)
Processo de Negócio	Um conjunto de eventos, atividades e pontos de decisão inter-relacionados, que envolvem uma série de atores e objetos, projetados para produzir uma saída específica para um determinado cliente ou mercado: apresenta um começo e um fim, com entradas e saídas claramente identificadas.	(DAVENPORT, 1993; ABPMP, 2013; DUMAS <i>et al.</i> , 2013)
Tarefa	Uma unidade de trabalho simples executada por um único participante do processo. São decomposições de atividades que representam um conjunto de passos ou ações executadas para realizar um trabalho, de forma a gerar um resultado definível. Podem ser automatizadas ou não.	(ABPMP, 2013; DUMAS <i>et al.</i> , 2013)

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 7.** Glossário de termos do modelo arquitetural de SoIS (continuação)

<b>Elemento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
Ator	Executores, gestores, fornecedores, clientes ou sistemas que contribuem diretamente para a realização das atividades do fluxo do processo.	(ABPMP, 2013)
Organização	Uma série de rotinas interligadas, padrões de ação habituais que unem as mesmas pessoas em torno das mesmas atividades no mesmo tempo e lugar.	(WESTLEY, 1990)
Unidade Organizacional	Representam os setores, com conhecimentos e habilidades distintos, que compõem uma organização.	(MUELLER e LAWLER, 1999; TORTORIELLO <i>et al.</i> , 2012)

Fonte: Elaborado pelo autor

**SoIS** são formados por diversos **SI Constituintes** e utilizam as funcionalidades individuais oferecidas por eles para atingir objetivos de negócio (SALEH e ABEL, 2015; SALEH *et al.*, 2015; GRACIANO NETO *et al.*, 2017b). Os SI apresentam um **Tipo** que pode ser manual, informal, formal ou intensivos em software (O'BRIEN e MARAKAS, 2007). A conectividade e cooperação entre os constituintes do arranjo acontecem por meio de um ou mais **Links de Interoperabilidade** (FERNANDES, 2020) que ligam dois ou mais sistemas.

Um SI pode apresentar uma ou várias **Funcionalidades Implementadas**. Para representar a finalidade desta arquitetura, consideram-se equivalentes os conceitos de “Funcionalidade Implementada” e “Capacidade”, presentes no modelo conceitual de (FERNANDES *et al.*, 2019; FERNANDES, 2020). Sendo assim, foram unidos sobre o elemento “**Funcionalidade Implementada**”.

As funcionalidades um SI devem ser correspondentes aos **Requisitos de Negócio** (ou metas organizacionais), visto que os sistemas buscam cumprir tais requisitos ao oferecer suas capacidades. **Tarefas** são o conjunto de passos que compõem um **Processo de Negócio** e que são executados por um **Ator** de forma a gerar um resultado definível. Um SI apoia a execução de **Tarefas** dos processos de negócio de uma ou mais **Unidades Organizacionais** que compõem uma **Organização**.

Os requisitos de negócio fazem parte de pelo menos um processo de negócio que, por sua vez, reflete um ou mais processos de uma organização (FERNANDES, 2020). O **SoIS** possui um **Objetivo Principal** e **Objetivos Secundários** que são relacionados a ele e seus constituintes. Estes objetivos são mapeados para diferentes requisitos de negócio, que são alinhados a um ou mais processos (FERNANDES *et al.*, 2019).

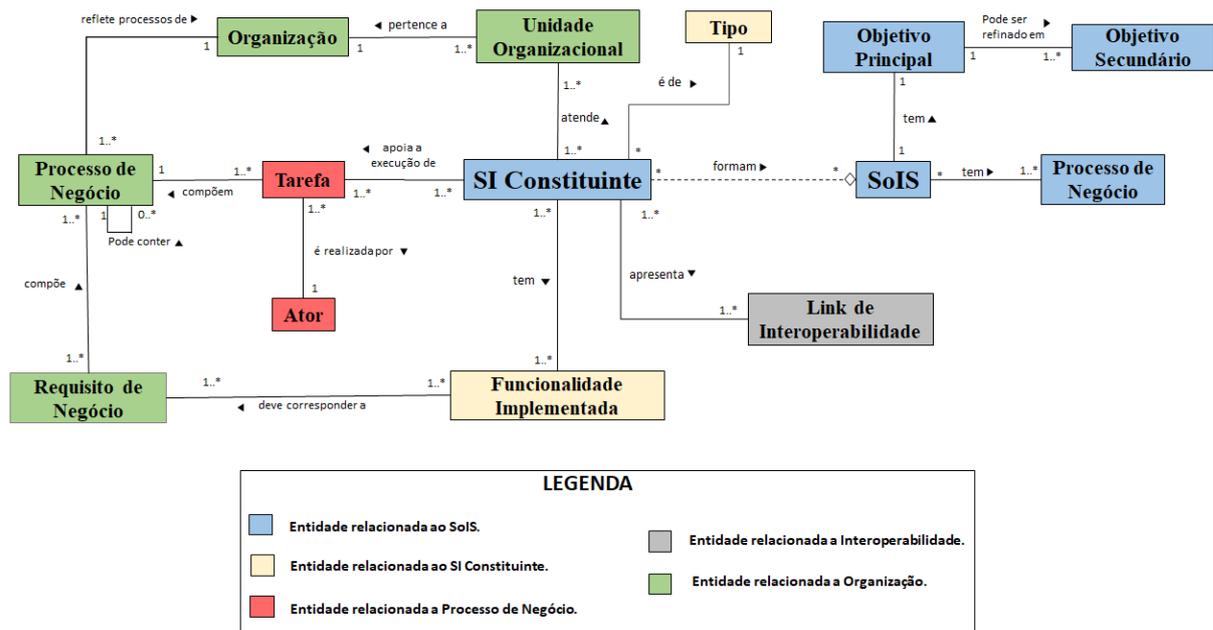


Figura 23. Modelo arquitetural de SoIS

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao se realizar a iteração do modelo, a instância dos elementos “SoIS”, “Objetivo Principal”, “Objetivo Secundário” e “Requisito de Negócio” é opcional, visando que tais elementos possam não ter sido definidos ou serem de conhecimento do usuário no momento da iteração. Um conjunto de heurísticas para iteração do modelo arquitetural foi definido com a finalidade de auxiliar nesta tarefa. O Quadro 8 apresenta as heurísticas propostas.

Quadro 8. Heurísticas para iteração do modelo

Identificador	Heurística
H1	Todo processo de negócio extraído pela ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>Processo de Negócio</b> ”.
H2	Toda tarefa extraída pela ferramenta deve ser instanciada como um objeto “ <b>Tarefa</b> ” e ser ligado à instância do respectivo processo de negócio do qual faz parte.
H3	Todo ator extraído pela ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>Ator</b> ” e ser ligado à instância das tarefas que executa.
H4	Todo sistema extraído pela ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>SI Constituinte</b> ” e ser ligado as tarefas que apoia.
H5	Todo tipo de sistema apresentado pela ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>Tipo</b> ” e ser ligado aos sistemas de sua classificação.
H6	Cada <i>link</i> de interoperabilidade apresentado pela ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>Link de Interoperabilidade</b> ” e ser ligado aos respectivos SI conectados pelo <i>link</i> em questão.
H7	Cada funcionalidade do SI apresentada pela ferramenta deve ser instanciada como um objeto “ <b>Funcionalidade Implementada</b> ” e ser ligado ao seu respectivo SI.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 8.** Heurísticas para iteração do modelo (continuação)

<b>Identificador</b>	<b>Heurística</b>
H8	Cada requisito de negócio definido pelo usuário na ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>Requisito de Negócio</b> ” e ser ligado às funcionalidades que buscam cumprir o requisito em questão e ser ligado aos processos de negócio os quais compõe.
H9	Cada setor organizacional definido pelo usuário na ferramenta deve ser instanciado como um objeto “ <b>Unidade Organizacional</b> ” e ser ligado aos SI que apoiam a execução de seus processos.
H10	Cada organização definida pelo usuário na ferramenta deve ser instanciada como um objeto “ <b>Organização</b> ” e ser ligado a seus respectivos processos de negócio e unidades organizacionais.
H11	O SoIS resultante do arranjo de sistemas deve ser instanciado como um objeto “ <b>SoIS</b> ” e ser ligado a seus SI constituintes e processos de negócio.
H12	O objetivo principal do SoIS deve ser instanciado como um objeto “ <b>Objetivo Principal</b> ” e ser ligado ao SoIS.
H13	Cada objetivo secundário do SoIS deve ser instanciado como um objeto “ <b>Objetivo Secundário</b> ” e ser ligado ao objetivo primário do SoIS.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.4 Considerações Finais

Esse capítulo apresentou o método BPSoIS para extração de informações de modelos de processos de negócio e geração de uma representação arquitetural de SoIS. Foram apresentados também o ferramental desenvolvido para apoiar a execução do método e o modelo arquitetural de SoIS, desenvolvido a partir do modelo conceitual de Fernandes *et al.* (2019) e Fernandes (2020), que deve ser instanciado ao final da execução do método. Esse capítulo abordou o desenvolvimento e funcionamento dos artefatos, referente aos passos executados nas fases de concepção e implementação da metodologia desta pesquisa (Figura 1).

Além do desenvolvimento dos artefatos foram também realizadas avaliações dos mesmos, visando examinar a viabilidade do método, a adequabilidade de seus resultados e a correteza do modelo arquitetural proposto. Para isso, foram realizados três estudos, referentes aos passos da fase de avaliação da metodologia, que são apresentados no próximo capítulo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados três estudos para avaliação do método proposto por quatro pesquisadores envolvidos nesta pesquisa, identificados por Px, onde x é o identificador. Os pesquisadores são especialistas no domínio de SoIS e estão ligados de diferentes formas aos casos utilizados para estes estudos – SoIS de gestão acadêmica de graduação e ensino básico e SoIS de gestão acadêmica de pós graduação de um Instituto Federal de Ensino, utilizados, respectivamente, nos dois primeiros estudos (no Registro Acadêmico) e no último estudo (na Diretoria de Pós-Graduação). Uma caracterização dos pesquisadores é mostrada no Quadro 9.

**Quadro 9.** Caracterização dos pesquisadores

<b>Pesquisadores</b>	<b>Caracterização</b>
P1	Especialista no domínio e interno ao caso
P2	Pesquisador experiente, especialista no domínio e interno ao caso
P3	Pesquisador experiente, especialista no domínio e externo ao caso
P4	Responsável pelo modelo conceitual, especialista no domínio e externo ao caso

Fonte: Elaborado pelo autor

No primeiro estudo, realizado por P1 com supervisão de P2, foram avaliadas as versões iniciais do método proposto e do ferramental de apoio. O segundo estudo realizado por P1 com apoio de P4, supervisionados por P2 e P3. Neste estudo, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 12 *stakeholders* dos sistemas e processos analisados para avaliar se cenários, baseados em iterações do modelo arquitetural, representam adequadamente a realidade. O último estudo foi realizado por P1 com supervisão de P2 e P3 e, neste estudo, foi conduzido um estudo de viabilidade para a versão final do método proposto.

Os dois primeiros estudos foram realizados no setor de Registro Acadêmico (RA) de um *campus* de um Instituto Federal, que gerencia a vida acadêmica de cerca de 7.000 alunos distribuídos em 30 cursos em diferentes níveis e modalidades de ensino. O setor de Registro Acadêmico ou Secretaria Acadêmica atua sobre todos os processos com os quais o aluno precisa lidar no instituto, sendo necessária a interação entre diferentes SI executando tarefas em setores distintos para que estes processos possam ser realizados com sucesso. Esta execução se dá sobre dados distribuídos em diferentes plataformas e SI internos e externos.

O setor apresenta duas coordenações, uma de ensino superior, envolvendo cursos de bacharelado, licenciaturas e tecnólogos, e uma de ensino básico, envolvendo cursos técnicos integrados, concomitantes e subsequentes. No setor de RA, o processo de Requerimento do

aluno, representado na Figura 24, age como o processo base do qual todos os demais são derivados.

Esse processo consiste no trâmite geral que ocorre com os requerimentos de alunos, representando um macroprocesso no qual as solicitações que o aluno pode realizar (como Trancamento de Matrícula, Atestado de Conclusão de Curso, Antecipação da Colação de Grau etc.) representam subprocessos. De forma resumida, o processo inicia com um entre dois cenários: (i) o aluno preenchendo o requerimento de forma manual ou (ii) consultando o andamento de uma solicitação previamente realizada. Seguindo o primeiro cenário, após preencher o requerimento, o aluno deve então se dirigir para a Biblioteca, onde será verificado se o aluno apresenta pendências. Se o aluno não apresenta pendências, é verificado se a solicitação é referente aos processos de trancamento ou cancelamento de matrícula. Em caso positivo o aluno é direcionado à Diretoria de Apoio ao Estudante, onde será identificada a motivação do aluno e se tentará a reversão de tal decisão. Se a intenção for revertida, as estatísticas são atualizadas e o processo é encerrado. Caso não apresente pendências e a solicitação não se refira a trancamento ou cancelamento de matrícula, o aluno deve protocolar a solicitação na recepção do RA, local no qual é realizada a triagem do requerimento, direcionando-o para a coordenação respectiva do aluno (Coordenação RA Ensino Superior ou Coordenação RA Ensino Básico). A coordenação respectiva, por sua vez, identifica a solicitação e executa o subprocesso referente à mesma. Ao finalizar a execução do subprocesso, o requerimento é arquivado na pasta do aluno e o processo é encerrado temporariamente até que o aluno retorne para recebê-lo. Seguindo para o segundo cenário (representado na Etapa 03 apresentada no modelo do processo na Figura 24), caso o aluno esteja consultando o andamento de um requerimento anterior, a recepção do RA irá consultar a pasta do aluno. Caso a solicitação não esteja pronta é justificado ao aluno e este deve aguardar sua conclusão, encerrando temporariamente o processo. No caso de a solicitação estar pronta, ela é entregue ao aluno, que assina o protocolo de recebimento e tem sua respectiva pasta arquivada, finalizando o processo permanentemente.

O estudo final foi realizado no setor da Secretaria de Pós-Graduação do mesmo *campus* e neste estudo sucedeu-se uma prova de conceito para o método BPSoIS, na qual os processos da secretaria foram analisados e uma representação arquitetural do SoIS resultante foi instanciada. Por fim, os resultados do método foram avaliados por um especialista em SoIS e um especialista de Processos de Negócio do domínio. Os estudos são apresentados respectivamente nas Seções 4.1, 4.2 e 4.3.

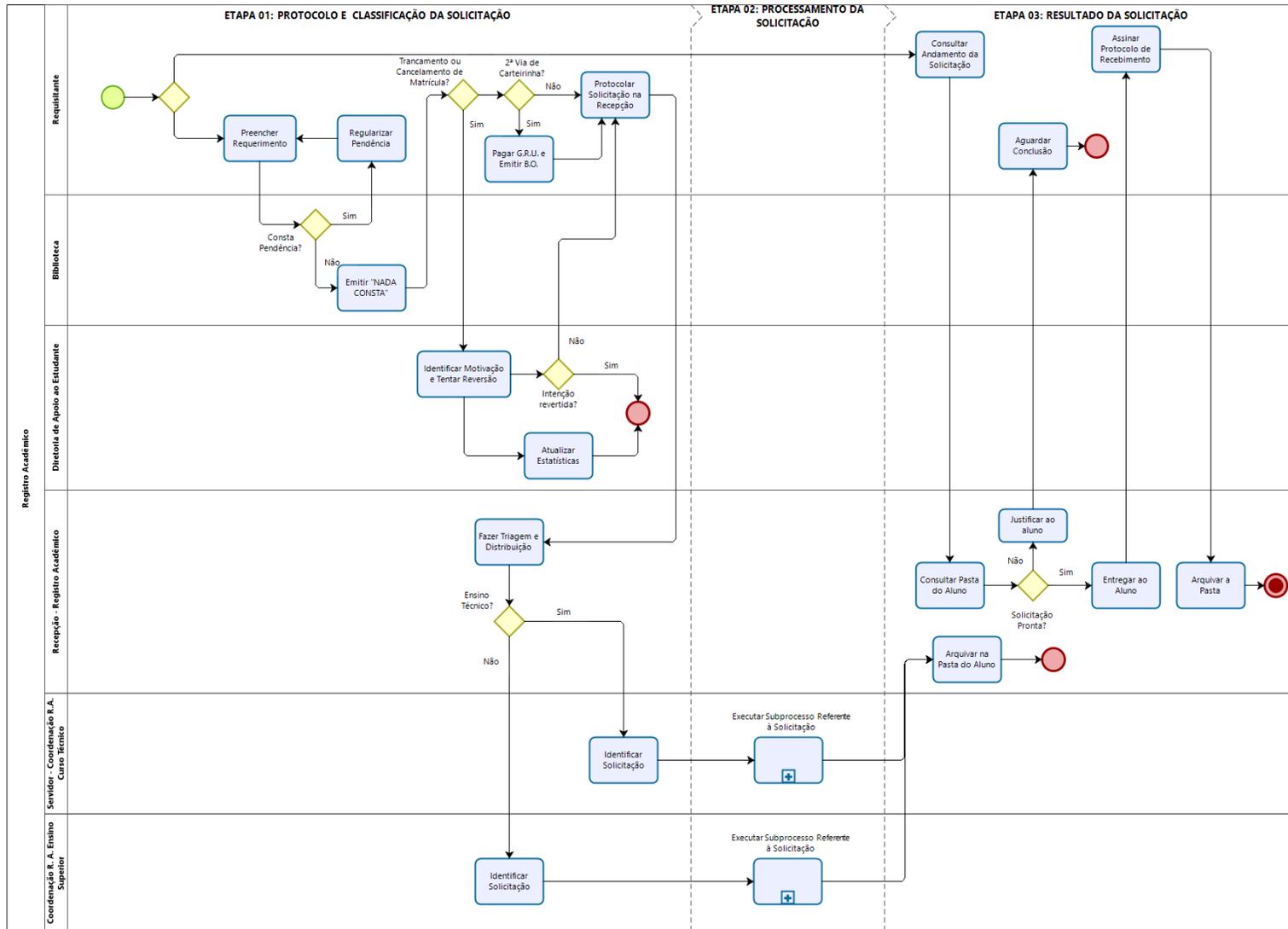


Figura 24. Processo de Requerimento do Aluno

Fonte: Elaborado pelo autor

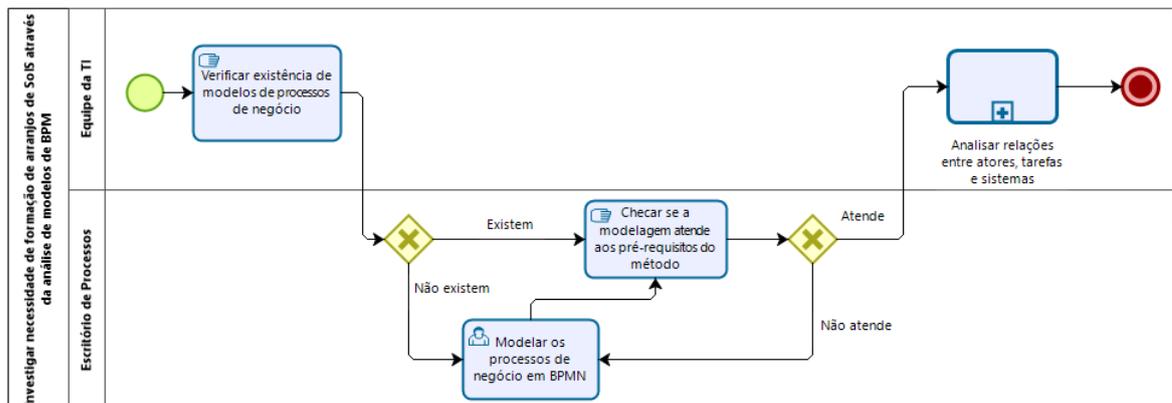
## 4.1 Estudo Exploratório

Durante a verificação de viabilidade do uso de modelos BPMN para identificação de necessidades de formação de SoIS, foi realizado um estudo exploratório no setor de RA, onde foram analisados os modelos dos processos de negócio deste com o intuito de avaliar a viabilidade do método e do ferramental propostos. O setor já apresentava seus processos de negócio modelados em BPMN e estes foram utilizados neste estudo inicial que gerou resultados que serviram de base para aprimorar a versão inicial avaliada.

Neste estudo, a versão inicial do método foi utilizada para encontrar pontos de interoperabilidade que o setor de RA possui com diferentes setores. Sendo possível, deste modo, levantar as necessidades de automatização ou integração entre os diferentes SI que apoiam a execução dos processos e elenca-las de acordo com sua prioridade.

### 4.1.1 Versão Inicial do Método

A versão inicial do método contempla as fases de preparação dos modelos de processos de negócio e de análise das relações entre atores, tarefas e sistemas. O macroprocesso desta versão é apresentado na Figura 25. Na versão final do método, esse macroprocesso foi evoluído e incorporado no subprocesso “Preparar os modelos de processos de negócio” (Figura 9).



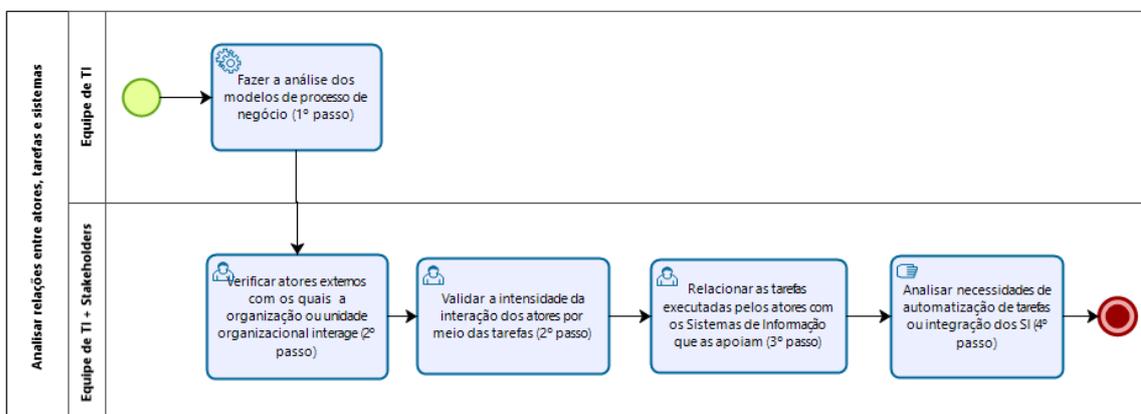
**Figura 25.** Macroprocesso da versão inicial do método proposto

Fonte: Elaborado pelo autor

O subprocesso de análise das relações entre atores, tarefas e sistemas é ilustrado na Figura 26 e é dividido em quatro passos, que estão detalhados a seguir:

- **Primeiro passo:** esta etapa envolve a análise dos modelos de processos de negócio e a extração da informação sobre os atores e as suas tarefas relacionadas. Esta atividade é realizada pela ferramenta de apoio;

- **Segundo passo:** após retornados os resultados da análise anterior, o que foi levantado pela ferramenta é verificado junto aos *stakeholders* (partes interessadas), representados pela gestão e funcionários das unidades organizacionais envolvidas, visando os seguintes objetivos a seguir: (i) levantar os atores externos à organização/unidade organizacional que interagem com a mesma, com base nos processos; e (ii) avaliar a intensidade da interação de cada ator externo, com o apoio da ferramenta, por meio da quantidade de tarefas que executa em diferentes processos;
- **Terceiro passo:** são relacionadas as tarefas aos respectivos SI que apoiam suas execuções. Este passo visa levantar todos os SI utilizados durante as execuções dos processos junto aos *stakeholders*. Para isso, o usuário insere descrições das tarefas executadas no processo e dos SI da organização na ferramenta, que analisa essas descrições e apresenta um conjunto de relacionamentos que são então validados junto aos *stakeholders*. Nesta validação, pode-se rejeitar relacionamentos que a ferramenta sugeriu erroneamente e/ou apresentar relacionamentos que não foram sugeridos;
- **Quarto passo:** com base na análise da intensidade de interação da organização/unidade organizacional com atores externos e do levantamento dos SI que apoiam suas tarefas, é avaliada a necessidade de desenvolvimento de software para tarefas apoiadas por SI manuais e são estudadas as necessidades de interoperação entre os SI que apoiam a execução das tarefas automatizadas ou semiautomatizadas.
  - Este levantamento deve ser realizado em reuniões conjuntas entre os *stakeholders* da gestão da organização/unidade organizacional e a equipe de TI, buscando-se alinhar com os objetivos estratégicos organizacionais.



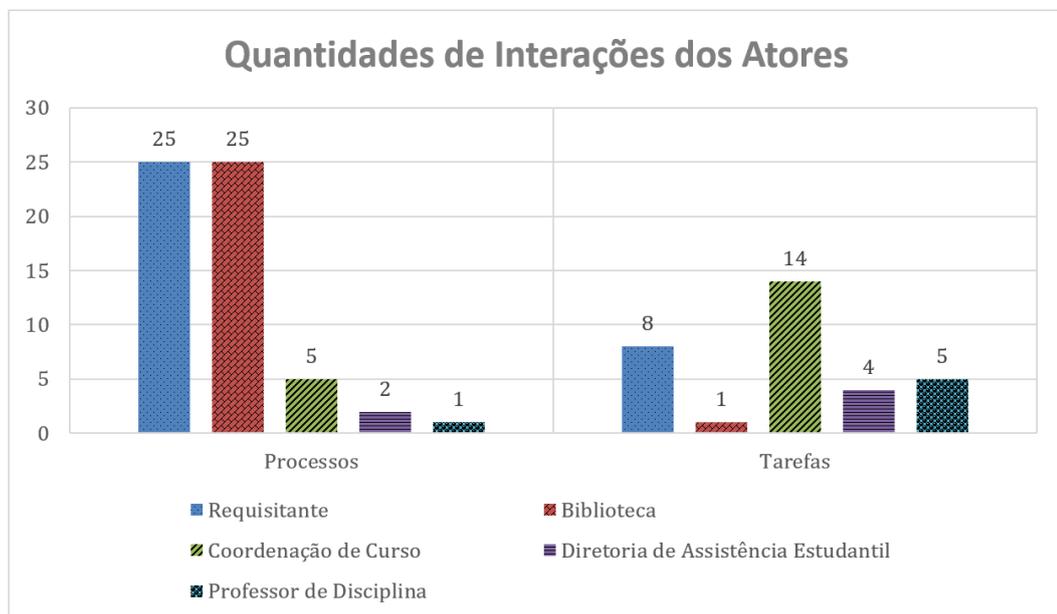
**Figura 26.** Subprocesso: Analisar relações entre atores, tarefas e sistemas

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.1.2 Resultados

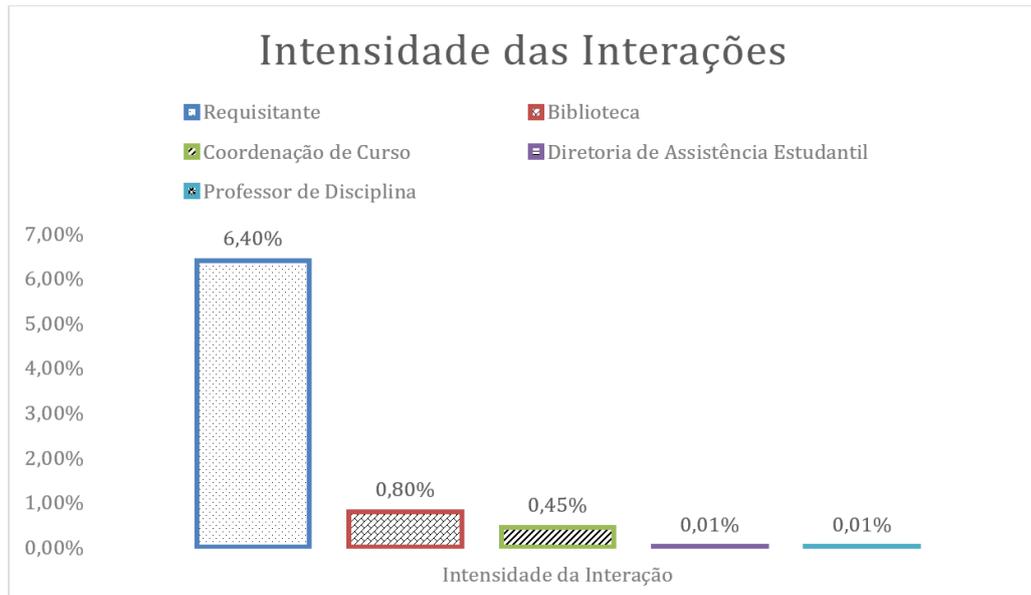
Durante o estudo, os dados extraídos dos modelos de processos foram sendo verificados junto aos *stakeholders* e, a partir deles, foram identificados diferentes atores externos que interagem com o setor de RA. Ao final, obteve-se o seguinte conjunto de atores externos, apresentados de acordo com a ordem de suas respectivas intensidades de interação: Requisitante, que representa o aluno, participa de todos os processos e oito tarefas; Biblioteca participa de todos os processos e uma tarefa; Coordenação de Curso participa de cinco processos e 14 tarefas; Professor da Disciplina participa de um processo e cinco tarefas; e Diretoria de Assistência Estudantil participa de dois processos e quatro tarefas.

O Requisitante e a Biblioteca são contados como participantes em todos os processos, uma vez que são atores que executam as tarefas principais do macroprocesso ilustrado na Figura 24 (Requerimento do Aluno). Logo, o gráfico da Figura 27 apresenta o resultado final da quantidade de processos e tarefas de cada ator presente nos processos analisados do Registro Acadêmico. A partir desses dados, foram calculadas as intensidades de interação referentes a cada ator externo, que estão ilustradas no gráfico apresentado na Figura 28.



**Figura 27.** Quantidades de Interações dos Atores

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 28.** Intensidades das Interações

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir dos relacionamentos das tarefas com os SI, levantou-se que o Registro Acadêmico utiliza SI manuais para suportar as tarefas executadas pela Diretoria de Assistência Estudantil, como “Identificar Motivação e Tentar Reversão” e pelo Requisitante, como “Preencher Requerimento”. Constatou-se que o Professor é apoiado por SI não automatizados na execução de tarefas manuais, como “Aplicar Instrumento de Avaliação a Alunos em Atendimento Especial”, e pelo Sistema Acadêmico na execução de tarefas automatizadas, como “Corrigir e Lançar Nota”.

O levantamento mostrou também que a Coordenação de Curso utiliza o Sistema Administrativo do *campus*, assim como o Sistema Acadêmico, para apoiar suas tarefas automatizadas, como “Encaminhar ao Professor Instrumento de Avaliação a Alunos em Atendimento Especial” e “Lançar Notas do Aluno”, respectivamente, e faz uso de SI não automatizados na execução de tarefas manuais, como “Analisar Processo de Requisição de Aproveitamento de Estudos”. Além disso, foi indicado que a Biblioteca faz uso do Sistema Administrativo para tarefas administrativas e de um SI automatizado próprio para apoiar consultas na tarefa “Emitir NADA CONSTA”.

Durante a avaliação das necessidades de desenvolvimento de software e necessidades de interoperação entre os SI existentes, obteve-se a informação junto à Diretoria Acadêmica responsável pelo Registro que os objetivos estratégicos prioritários envolvem o atendimento mais eficaz ao aluno e a redução da sobrecarga de atendimento no balcão, onde hoje o aluno

preenche o requerimento no papel por meio de um SI manual. Assim sendo, com base nas intensidades de interação calculadas e nos objetivos estratégicos organizacionais identificados, observa-se a necessidade de automatização do requerimento do aluno, de forma integrada aos sistemas já utilizados pelo RA e demais setores externos, a saber Sistema Acadêmico e Sistema Administrativo do instituto, bem como ao sistema utilizado pela Biblioteca. O Quadro 10 apresenta os resultados do estudo realizado, o qual foi validado pelos *stakeholders*, incluindo a Diretoria Acadêmica.

**Quadro 10.** Resultados levantados pelo estudo

<b>Ator Externo ao Registro Acadêmico</b>	<b>Intensidade de Interação</b>	<b>Importância no Atendimento aos Objetivos Estratégicos</b>	<b>Necessidade de Automatização ou Integração entre SI</b>
Requisitante (aluno)	25 processos; oito tarefas; intensidade = 6,4%	Muito importante, permitindo maior eficácia e conforto no atendimento ao aluno e possibilitando maior eficiência no atendimento do balcão do Registro.	A tarefa “Preencher Requerimento” deve ser automatizada e integrada com o Sistema Acadêmico, que contém os dados dos estudantes, Sistema Administrativo e o sistema da Biblioteca.
Biblioteca	25 processos; uma tarefa; intensidade = 0,8%	Muito importante, pois todo requerimento que o aluno faz no Registro exige o NADA CONSTA da Biblioteca.	Necessidade de integração do Requerimento do Aluno com o Sistema da Biblioteca.
Coordenação de Curso	Cinco processos; 14 tarefas; intensidade = 0,448%	Importância moderada, pois apenas alguns processos irão requerer interação com este setor.	Necessidade de integração não é prioritária.
Diretoria de Assistência Estudantil	Dois processos; quatro tarefas; intensidade = 0,01024%	Importância moderada, pois apenas alguns processos irão requerer interação com este setor.	Necessidade de integração não é prioritária.
Professor	Um processo; cinco tarefas; intensidade = 0,0064%	Importância moderada, pois apenas alguns processos irão requerer interação com este setor.	Necessidade de integração não é prioritária.
Boutique	Nenhuma tarefa	-----	-----

Fonte: Elaborado pelo autor

Desse modo, pela análise apresentada, pode-se assumir as necessidades de integração dos seguintes SI para melhor atendimento aos objetivos organizacionais: Requerimento do Aluno, Sistema Acadêmico, Sistema de Biblioteca e Sistema Administrativo do Instituto. Assim, esses SI podem vir a formar um SoIS organizacional onde as missões refletem os objetivos estratégicos.

A partir dos processos analisados e da verificação dos resultados do estudo realizado junto ao responsável pelo RA, foram identificados alguns problemas e irregularidades, que podem ocorrer em diferentes contextos, como segue: atores que não apresentam nenhuma tarefa

nos processos; atores com nomes diferentes e que representam o mesmo papel em diferentes processos; inconsistência na gramática do nome do mesmo ator em diferentes processos; erros gramaticais nas descrições dos elementos do BPMN (como atores, tarefas etc.); nomes de processos e tarefas sem verbos; além de um uso elevado de tarefas abstratas, o que dificulta a percepção do sistema de informação que pode estar relacionado.

Consequentemente, a fim de se obter uma maior eficácia na extração dos dados dos modelos de processos de negócio em BPMN, foi concebido o conjunto de pré-requisitos (Quadro 5). Os pré-requisitos surgiram a partir dos problemas enfrentados durante o estudo e da análise das boas práticas de modelagem impostas no Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio (ABPMP 2013).

## 4.2 Estudo de Campo

No ciclo de avaliação, foram criadas instâncias que representam cenários reais do Instituto Federal de Ensino. As instâncias são cenários criados com base nos dados extraídos de modelos de processos de negócio do setor de RA. Os cenários possuem elementos do modelo arquitetural proposto (ver Seção 3.3), que representam as relações entre unidades organizacionais, processos de negócio, metas organizacionais e SI. A motivação para este ciclo de avaliação era determinar se os elementos extraídos dos modelos de processos de negócio servem de entradas para instâncias do modelo arquitetural para SoIS.

Assim, a criação das instâncias foi realizada para avaliar dois pontos: (i) a existência dos relacionamentos entre os elementos acima mencionados e (ii) se os cenários desenhados refletem adequadamente o contexto real. O objetivo deste ciclo GQM (*Goal-Question-Metric*) (BASILI, 1992) foi definido como: **analisar** relacionamentos entre unidades organizacionais, processos de negócio, metas organizacionais e SI **com o propósito de avaliar com respeito a opiniões do ponto de vista** dos *stakeholders* dos SI **no contexto** de um cenário real.

### 4.2.1 Perfil dos Participantes

Foram convidados para participar do estudo 12 *stakeholders* dos SI da organização, identificados por  $R_x$ , onde  $x$  é o identificador. Um questionário de caracterização de perfil foi aplicado com os participantes (Apêndice II), incluindo questões relacionadas ao setor no qual trabalha, o tempo de atuação em tal setor, sua ocupação e seu conhecimento em informática. Os resultados deste questionário são demonstrados no Quadro 11.

**Quadro 11.** Caracterização dos participantes do estudo de campo

<b>Respondente</b>	<b>Setor Atual</b>	<b>Tempo</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Conhecimento com Informática</b>
R1	Coordenação de Informática	Entre 5 e 10 anos	Professor	Tenho Muito Conhecimento
R2	Registro Acadêmico	Há mais de 10 anos	Técnico Administrativo	Tenho Pouco Conhecimento
R3	Registro Acadêmico	Entre 5 e 10 anos	Coordenador	Tenho Pouco Conhecimento
R4	Registro Acadêmico	Entre 1 e 5 anos	Técnico Administrativo	Tenho Pouco Conhecimento
R5	Registro Acadêmico	Há mais de 10 anos	Técnico Administrativo	Tenho Pouco Conhecimento
R6	Registro Acadêmico	Há mais de 10 anos	Coordenador	Tenho Pouco Conhecimento
R7	Diretoria de Planejamento e Gestão Acadêmica	Há menos de 1 ano	Técnico Administrativo	Tenho Pouco Conhecimento
R8	Diretoria de Extensão e Cultura	Entre 5 e 10 anos	Técnico Administrativo	Tenho Pouco Conhecimento
R9	Registro Acadêmico	Entre 5 e 10 anos	Diretor	Tenho Pouco Conhecimento
R10	Coordenação da Agência de Oportunidades	Entre 5 e 10 anos	Técnico Administrativo	Tenho Pouco Conhecimento
R11	Coordenação de Ações de Extensão	Entre 5 e 10 anos	Técnico Administrativo	Tenho Muito Conhecimento
R12	Reitoria	Entre 1 e 5 anos	Analista ou Desenvolvedor de Sistemas	Sou Especialista

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.2.2 Instrumentos e Preparação

Nesta seção, são apresentados os instrumentos utilizados para a avaliação e como o procedimento de avaliação deve ser seguido. Para essa avaliação, foram preparados dois instrumentos:

1. Termo de Consentimento: informa o objetivo do estudo, incluindo os direitos e responsabilidades do participante, e explica os termos de confiabilidade. Este formulário deve ser enviado para os participantes antes da execução do estudo. O termo de consentimento é apresentado no Apêndice II;
2. Formulário de Avaliação dos cenários: consiste em um questionário no qual o participante deve avaliar a adequabilidade dos cenários apresentados e, caso queira, apresentar comentários sobre os mesmos. Além disso, é coletada informação quantitativa, sobre a adequabilidade dos cenários e usabilidade dos elementos, e qualitativa, sobre possíveis problemas e melhorias nos processos retratados nos cenários. O formulário de avaliação é apresentado no Apêndice III.

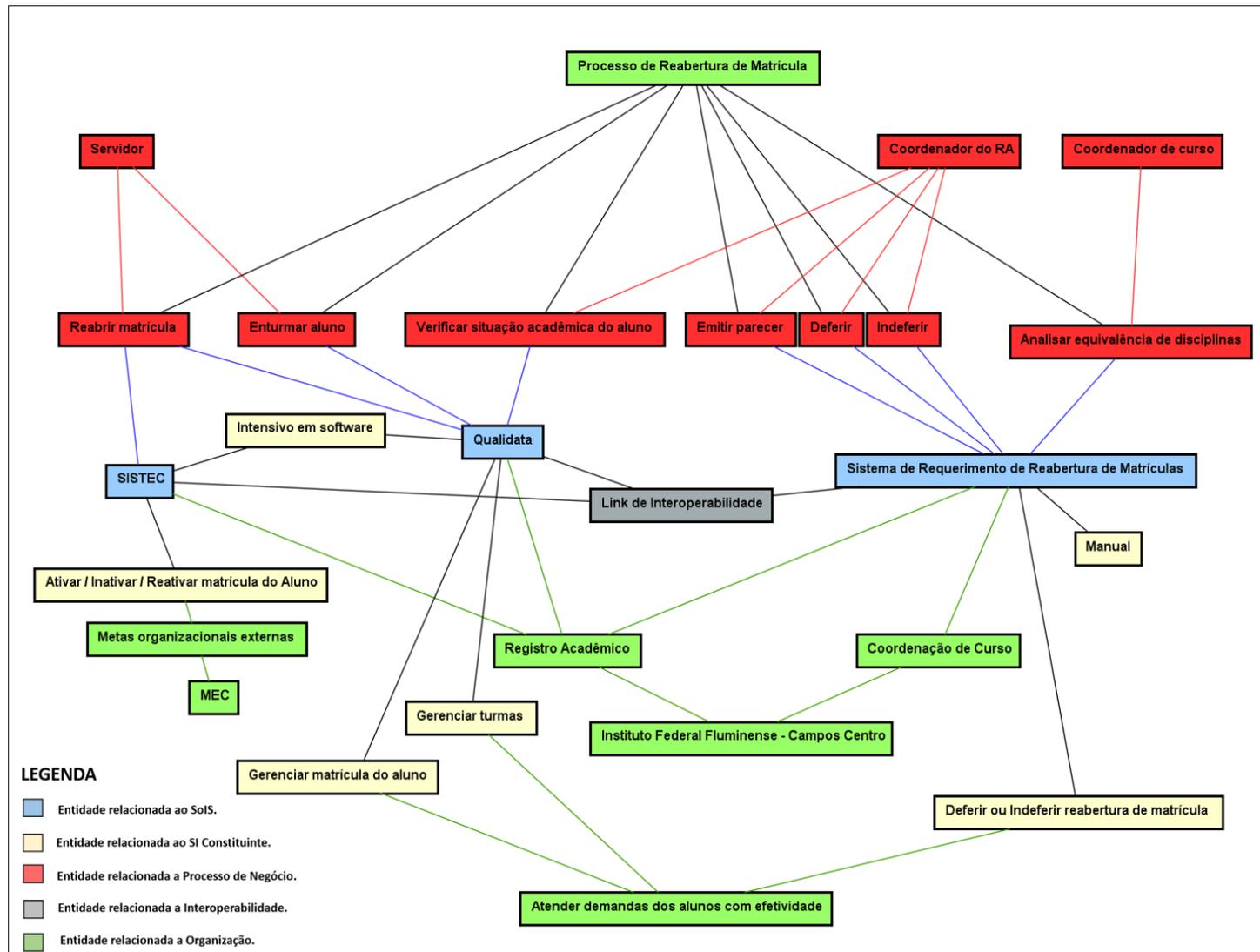
### 4.2.3 Desenvolvimento dos Cenários

Com o objetivo de avaliar as relações que acontecem entre as unidades organizacionais (setores) do instituto, os processos de negócio modelados para atingir metas organizacionais e os sistemas de informação envolvidos, instâncias destes processos foram feitas no modelo arquitetural, com base no resultado da análise da ferramenta, gerando diagramas de objetos referentes aos processos. Como a maioria dos participantes não tinha experiência na área de informática, decidiu-se utilizar representações visuais dos diagramas gerados que pudessem ser compreendidas facilmente. Portanto, foram criadas três proposições referentes as relações dos elementos da representação arquitetural, sendo estas:

- **Proposição 1:** Um SI pode pertencer a uma ou várias unidades organizacionais. O SI é de um tipo (manual ou de software). Um SI apoia a execução de uma ou várias tarefas de um processo de negócio ou subprocesso modelado. Uma tarefa é realizada por um ator, embora um ator possa realizar uma ou várias tarefas;
- **Proposição 2:** Um SI possui várias funcionalidades que buscam cumprir um ou vários requisitos de negócio (metas organizacionais). As metas organizacionais são atendidas por um ou vários processos de negócio;
- **Proposição 3:** Um *link* de interoperabilidade relaciona dois ou mais sistemas de informação.

Os cenários criados ilustram as relações apresentadas em cada proposição. Assim, cada diagrama de objetos gerou três cenários, ou seja, as proposições funcionam como uma forma de agrupamento dos elementos presentes em um diagrama. Foram criados cenários para diagramas referentes à quatro processos do setor de RA, gerando assim 12 cenários que forma avaliados pelos participantes. A Figura 29 ilustra um dos diagramas resultantes das instanciações do modelo e as Figuras Figura 30, Figura 31 e Figura 32 ilustram os respectivos cenários que foram criados a partir deste, os demais diagramas gerados se encontram no Apêndice IV.

O diagrama apresentado na Figura 29 ilustra a instância do modelo arquitetural relacionada ao processo de negócio de reabertura de matrícula. Partindo da parte superior do diagrama, tem-se o “Processo de Reabertura de Matrícula”. Ligado a esse, constam as tarefas que o compõem, sendo elas: “Reabrir matrícula”, “Enturmar aluno”, “Verificar situação acadêmica do aluno”, “Emitir parecer”, “Deferir”, “Indeferir” e “Analisar Equivalência de disciplinas”.



**Figura 29.** Instância do modelo arquitetural de SoIS: Processo de Reabertura de Matrícula

Fonte: Elaborado pelo autor

Conectados às tarefas, aparecem os atores “Servidor”, “Coordenador do RA” e “Coordenador de Curso”, responsáveis por suas respectivas execuções. Se vinculando as tarefas temos também os SI “SISTEC”, “Qualidata” e “Sistema de Reabertura de Matrícula”, que apoiam suas execuções. Os sistemas são atados aos elementos representando seus respectivos tipos, sendo “Intensivo em Software” (para os SI “SISTEC” e “Qualidata”) e “Manual” (para o SI “Sistema de Reabertura de Matrícula”).

Interconectando os três SI é apresentado o “*Link* de Interoperabilidade”, que representa as comunicações que ocorrem entre esses sistemas por conta da execução das tarefas. Os sistemas são ligados também às suas funcionalidades implementadas, dessa forma, “SISTEC” se conecta a “Ativar/Inativar/Reativar matrícula do Aluno”, “Qualidata” a “Gerenciar turmas” e “Gerenciar matrícula do aluno”, e “Sistema de Reabertura de Matrícula” a “Deferir ou indeferir reabertura de matrícula”.

Essas funcionalidades são vinculadas aos requisitos de negócio correspondentes, sendo que “Ativar/Inativar/Reativar matrícula do Aluno” é vinculada a “Metas organizacionais externas”, que por sua vez é relacionada a organização “MEC”, enquanto as demais se ligam a “Atender demandas dos alunos com efetividade”. Por fim os sistemas são também ligados as unidades organizacionais que apoiam e essas são ligadas a organização da qual fazem parte, assim temos: a unidade “Registro Acadêmico” ligada aos três SI, a unidade “Coordenação de Curso” ligada ao SI “Sistema de Reabertura de Matrícula” e ambas ligadas à organização “Instituto Federal Fluminense”, respectivamente.

A Figura 30 apresenta o cenário relativo à Proposição 1 criado a partir da instância do modelo referente ao processo de reabertura de matrícula. Nesse cenário, é representado um recorte do modelo compreendendo os relacionamentos entre os SI, as unidades organizacionais/organização atendidas por eles, as tarefas cujas execução é apoiada por cada um dos sistemas, os atores que realizam essas tarefas e o processo de negócio composto por esses elementos.

A Figura 31 representa o cenário da Proposição 2. Neste recorte constam as relações entre os SI, suas funcionalidades, os requisitos de negócio atendidos por elas e o processo de negócio que o cenário ilustra. O cenário da proposição 3 é retratado na Figura 32. Neste recorte, por sua vez, são apresentados os SI e o *link* de interoperabilidade existente entre eles.

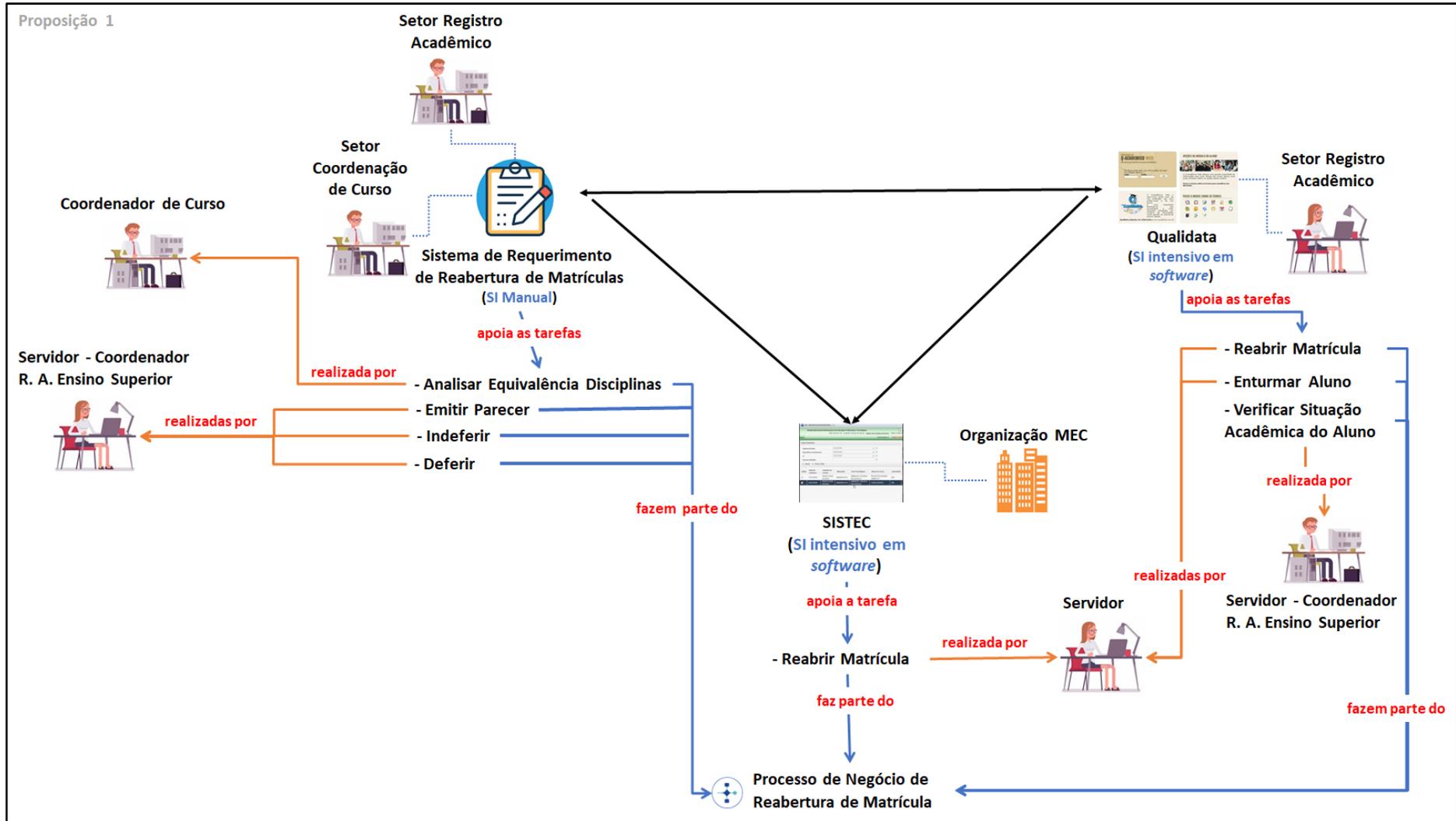


Figura 30. Cenário da Proposição 1 criado a partir da instância do modelo

Fonte: Elaborado pelo autor

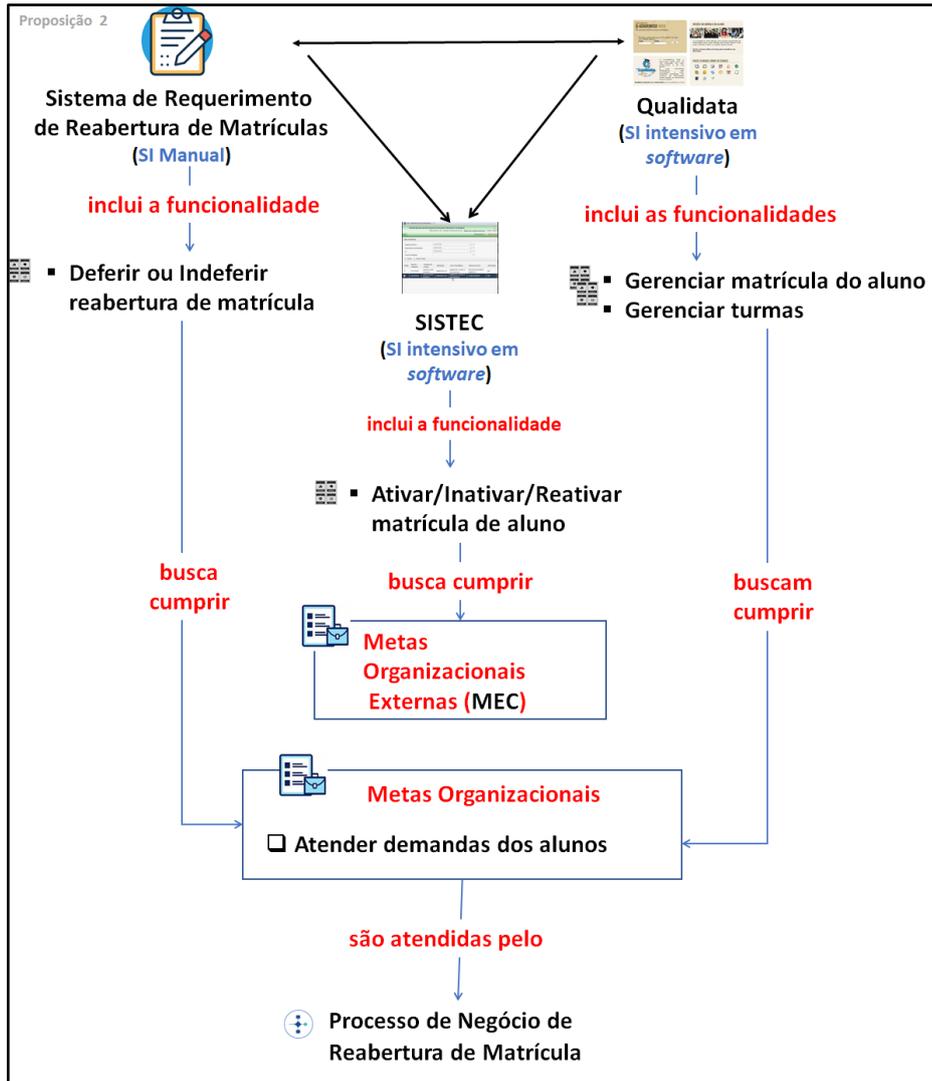


Figura 31. Cenário da Proposição 2 criado a partir da instância do modelo

Fonte: Elaborado pelo autor

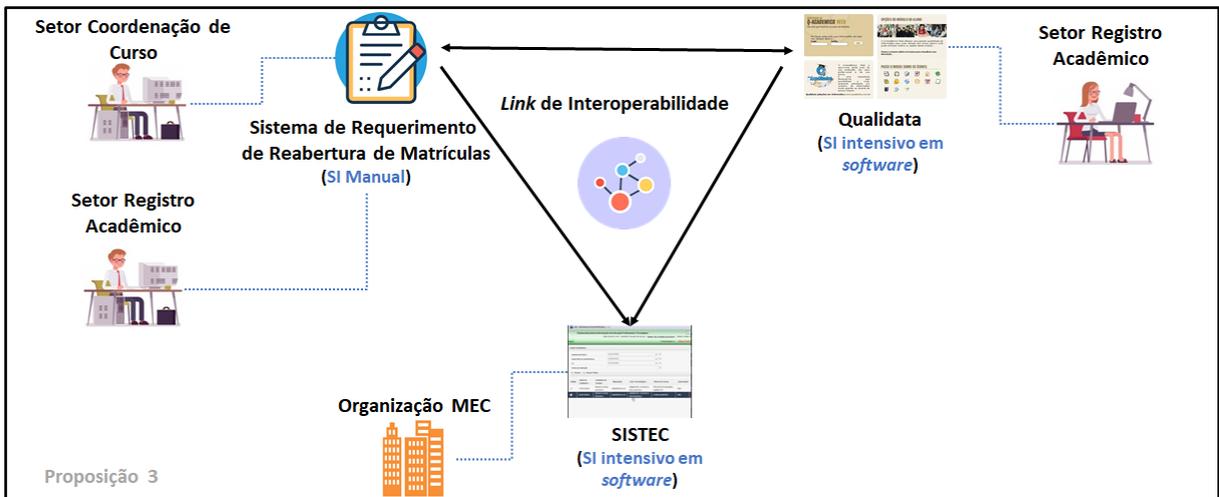


Figura 32. Cenário da Proposição 3 criado a partir da instância do modelo

Fonte: Elaborado pelo auto

#### 4.2.4 Questões e Métricas

Neste estudo, buscou-se avaliar se os elementos retornados como resultado do método serviam de entradas válidas para instâncias do modelo arquitetural para SoIS, por meio da avaliação da adequabilidade dos cenários apresentados aos participantes, onde foi oferecido aos respondentes quatro opções de respostas: Concordo (C), Concordo Parcialmente (CP), Não Concordo (NC) ou Desconheço (D). Foi também pedido aos participantes comentários em relação ao funcionamento dos processos e melhorias que consideravam necessárias para estes. O conjunto de métricas apresentado na Quadro 12 foi utilizado para avaliar as respostas fornecidas durante a execução da pesquisa.

**Quadro 12.** Métricas para a avaliação do estudo de campo

<b>Métrica</b>	<b>Descrição</b>
<b>M1</b>	Número de cenários que os participantes concordaram com a adequabilidade / número total de respostas
<b>M2</b>	Número de cenários que os participantes concordaram parcialmente com a adequabilidade / número total de respostas
<b>M3</b>	Número de cenários que os participantes não concordaram com a adequabilidade / número total de respostas
<b>M4</b>	Número de cenários que os participantes responderam desconheço / número total de respostas

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.2.5 Validade do Planejamento

Um estudo piloto foi realizado onde um participante simulou as avaliações dos cenários. Este piloto objetivou identificar possíveis problemas e dificuldades na execução do estudo, além de auxiliar a melhorar os instrumentos utilizados e conseguir uma estimativa do tempo de duração da execução do estudo.

#### 4.2.6 Interpretação e Análise

Os resultados foram analisados de forma quantitativa e qualitativa em relação à percepção de adequabilidade dos cenários apresentados. A análise quantitativa se baseou nas respostas dos participantes em relação as questões do estudo e a análise qualitativa nos comentários adicionais providos pelos participantes em relação aos processos retratados nos cenários.

#### 4.2.7 Execução

A realização deste estudo de campo se deu por meio de entrevistas semiestruturadas, onde os participantes avaliaram a adequabilidade dos cenários apresentados e expressaram ideias para melhorias nos processos envolvidos nos cenários. Os participantes convidados, foram selecionados por conta de sua experiência com os processos e sistemas ilustrados nos cenários. O formulário utilizado como base para a estrutura das entrevistas é apresentado no Apêndice III. As entrevistas duraram em média 58 minutos, sendo a maior delas de 1 hora e 35 minutos e a menor de 33 minutos. Todas as entrevistas foram realizadas por meio de videochamadas, gravadas com autorização do participante e transcritas para análise de texto.

#### 4.2.8 Resultados

Durante as entrevistas, foi questionado aos participantes se eles concordavam que os cenários apresentados representavam adequadamente a realidade do processo vivida por eles. A Tabela 1 apresenta o compilado das respostas dos participantes.

**Tabela 1.** Compilado das respostas dos participantes

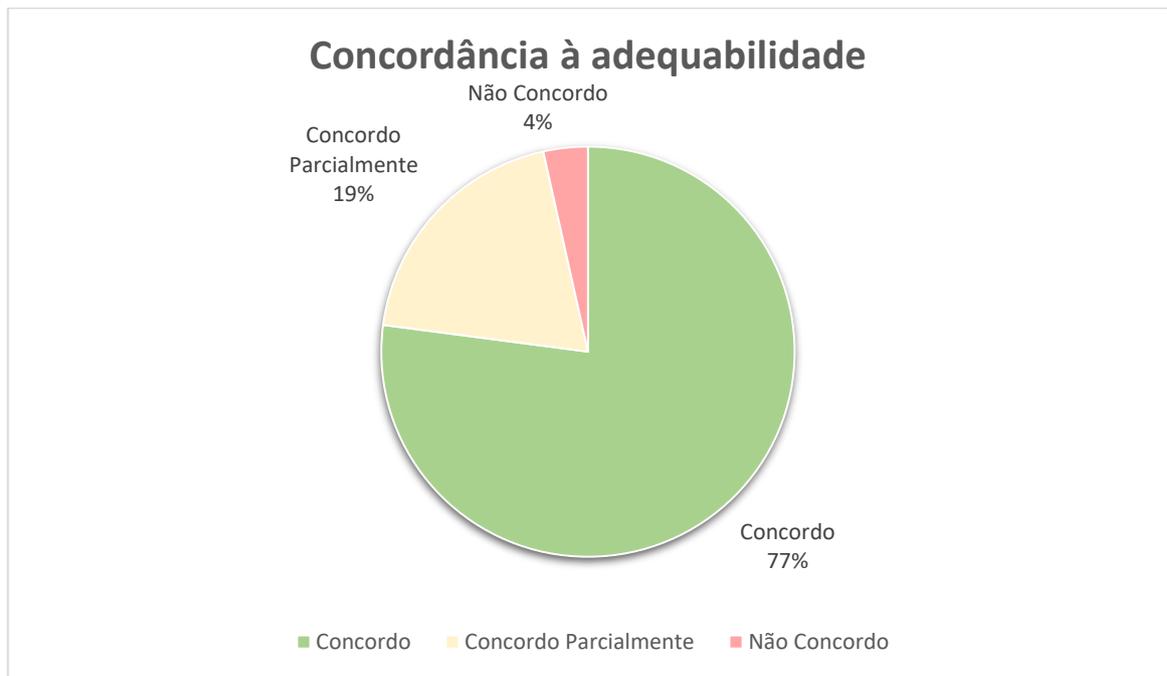
Respondentes	Proposição 1				Proposição 2				Proposição 3			
	Cen.1	Cen.2	Cen.3	Cen.4	Cen.1	Cen.2	Cen.3	Cen.4	Cen.1	Cen.2	Cen.3	Cen.4
R1	C	C	C	C	C	CP	C	C	C	C	CP	CP
R2	C	CP	C	C	C	C	CP	CP	C	C	C	C
R3	C	CP	C	CP	C	C	C	C	C	C	C	CP
R4	C	CP	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
R5	C	C	CP	CP	C	C	C	C	C	C	C	CP
R6	C	CP	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
R7	C	CP	NC	CP	CP	CP	C	C	C	C	C	CP
R8	C	C	C	CP	C	C	C	C	C	C	C	C
R9	C	C	CP	CP	C	C	CP	C	C	C	CP	C
R10	C	CP	C	CP	C	C	C	CP	C	C	C	C
R11	C	C	C	C	NC	NC	NC	NC	C	C	C	C
R12	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	CP

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com as respostas obtidas, pode-se constatar houve uma grande concordância em relação a adequabilidade dos cenários relativos à realidade, sendo obtido uma concordância de 77%, concordância parcial de 19% e Não Concordância de apenas 4%. Nenhum dos participantes escolheu a opção “Desconheço” para avaliar os cenários. Um gráfico apresentando a distribuição percentual das respostas é ilustrado na Figura 33.

Dentre as avaliações nas quais a concordância foi apenas parcial ou não houve concordância, diferentes motivos foram apontados pelos participantes como justificativa para a escolha. Em sua maioria, os casos de não concordância total, eram relacionados a erros presentes na modelagem dos processos e que foram refletidos durante a construção dos

cenários, visto que estes foram criados com base nas informações extraídas dos modelos de processos do setor do RA. Por exemplo, R2 aponta que “*Falta outros atores para complementar o processo*” e “*o Coordenador do Registro Acadêmico além de assinar documentos também faz a conferência*”, como justificativas da resposta em relação ao cenário 2 da Proposição 1.



**Figura 33.** Distribuição da concordância à adequabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Em outros casos, a discordância se dava por conta de problemas no funcionamento dos SI apresentados. Por exemplo, o participante R1 relata concordar que existe interoperabilidade entre os sistemas apresentados nos cenários 3 e 4 da Proposição 3, porém “*O sistema manual possui falhas que impedem a otimização do processo e a eficácia do link de interoperabilidade*” e, por conta disto, considera que os cenários eram parcialmente adequados.

Além de sua concordância quanto aos cenários, foi pedido aos participantes quais melhorias eles consideravam necessárias nos processos. A compilação das melhorias apontadas é apresentada no Quadro 13. Muitas das melhorias se referem a automatização/informatização de processos, integração entre sistemas e centralização de processos e dados. Foram apontadas ainda melhorias relacionadas aos processos, como um melhor gerenciamento, melhorias e desburocratização destes. Por fim, o participante R2 aponta melhorias relacionadas às pessoas e infraestrutura da organização, como treinar os atendentes na linguagem de Libras e melhorar a acessibilidade do RA para cadeirantes. Desta forma, é possível observar que os participantes

apontam melhorias relacionadas as três dimensões de SI: organizações/processos, pessoas e tecnologias.

**Quadro 13.** Melhorias para os processos apontadas pelos participantes

<b>Categoria</b>	<b>Melhorias</b>	<b>Respondentes</b>
Sistemas	Automatizar/Informatizar os processos	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R8, R9 e R10
	Informatizar/Digitalizar os documentos arquivados em pastas	R2, R4, R5 e R8
	Implementar um sistema gerencial único para centralizar todos os processos, ou seja, que integre as funcionalidades dos sistemas atuais	R4, R8 e R10
	Melhorar os sistemas informatizados atuais	R1 e R2
	Integração entre os sistemas automatizados	R3 e R8
	Automatizar os sistemas manuais	R1
	Centralizar os dados dos setores no sistema acadêmico	R4
	Utilizar assinaturas digitais/eletrônicas, ou QR Code, nos processos	R4 e R8
Processos	Melhorias contínuas nos processos	R1 e R6
	Desburocratizar e agilizar os processos	R1 e R8
	O Instituto deveria utilizar melhor ferramentas de gerenciamento de processos para melhorar e organizar os processos do próprio instituto.	R12
Cultura organizacional	Realizar um acompanhamento eficaz de egressos	R2
Capacitação de funcionários	Fazer um treinamento de LIBRAS para atendentes do RA	R2
Infraestrutura	Melhorar a acessibilidade para cadeirantes	R2

Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.3 Estudo de Viabilidade

Uma avaliação final do método BPSoIS e dos artefatos de apoio a esse foi realizada. O objetivo desta era avaliar o comportamento do método como um todo em uma execução em um cenário real. Para isso, o método foi executado utilizando um conjunto de processos do setor da

Secretaria de Pós-Graduação do mesmo *campus* e instituto onde ocorreram os demais estudos. A execução do estudo é apresentada nas seções seguintes, sendo eladividida entre os três subprocessos que constituem o método (Figura 8).

#### 4.3.1 Planejamento do Estudo

O propósito principal desse estudo foi avaliar se o modelo arquitetural proposto é capaz de representar corretamente uma arquitetura de SoIS de um cenário real. Partindo desse propósito principal, objetivos secundários foram definidos de acordo com o paradigma GQM (Basili *et al.*, 1999). Os dois objetivos do estudo são apresentados nos Quadros Quadro 14 e Quadro 15 respectivamente.

**Quadro 14.** GQM - Objetivo 1

<b>Analisar</b>	modelo arquitetural de SoIS proposto
<b>Com o propósito de</b>	Avaliar
<b>Com respeito a</b>	Sintaxe
<b>Do ponto de vista de</b>	especialista em SoIS
<b>No contexto de</b>	organizações que trabalham com arranjos de sistemas

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 15.** GQM - Objetivo 2

<b>Analisar</b>	modelo arquitetural de SoIS proposto
<b>Com o propósito de</b>	Avaliar
<b>Com respeito a</b>	Semântica
<b>Do ponto de vista do</b>	especialista do domínio
<b>No contexto de</b>	organizações que trabalham com arranjos de sistemas

Fonte: Elaborado pelo autor

As questões, apresentadas nos Quadros Quadro 16 e Quadro 17, foram formuladas visando avaliar respectivamente a sintaxe e semântica de uma instância do modelo arquitetural de SoIS proposto baseada em um cenário real. Quatro questões se referem à avaliação da sintaxe do modelo e três à semântica do mesmo.

**Quadro 16.** Questões para avaliar a modelagem arquitetural do SoIS com o especialista em SoIS

<b>Questão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dimensão</b>
<b>Q1</b>	O modelo representa elementos de processo de negócio que agregam valor à arquitetura de SoIS?	<b>Sintaxe</b>
<b>Q2</b>	O modelo retrata características das três (3) dimensões de Sistemas de Informação: Negócios, Pessoas e Tecnologia?	
<b>Q3</b>	O modelo retrata de forma clara a interoperabilidade entre os Sistemas de Informação Constituintes? Aponte os <i>links</i> de interoperabilidade que você concorda e que discorda.	
<b>Q4</b>	O modelo apresenta de forma clara a rastreabilidade entre seus elementos?	

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 17.** Questões para avaliar a modelagem arquitetural do SoIS com o especialista do Domínio

Questão	Descrição	Dimensão
Q5	O modelo retrata de forma clara a relação entre os processos de negócio, suas tarefas e os Sistemas de Informação que apoiam sua execução?	<b>Semântica</b>
Q6	O modelo apresenta de forma clara elementos de processos de negócio (ator e tarefa)?	
Q7	Você considera esse modelo útil para representar a conexão de sistemas, tarefas e processos de negócio?	

Fonte: Elaborado pelo autor

Participantes respondem a cada questão com uma de três opções: Sim, Parcialmente ou Não. Para cada questão foi providenciado um campo de texto para comentários adicionais para a resposta fornecida. Para casos em que a resposta do participante for Parcialmente ou Não, é solicitado ao mesmo que utilize o campo de comentários para indicar os elementos que se desviam da questão. Um conjunto de métricas, apresentado no Quadro 18, foi considerado para avaliar as respostas dos participantes do estudo.

**Quadro 18.** Métricas para a avaliação do estudo avaliativo final

Métrica	Descrição	Questão à qual se refere
M1	Quantidade de elementos necessários para caracterizar um SoIS que foram apontados pelo participante / Quantidade de elementos corretos presentes no modelo	Q1
M2	Dimensões de SI que são retratadas adequadamente no modelo / Dimensões de SI (Negócios, Pessoas e Tecnologia)	Q2
M3	Quantidade de <i>links</i> interoperabilidade reconhecidos pelo participante / Quantidade representações de interoperabilidade presentes no modelo	Q3
M4	Quantidade de elementos que apresentam boa rastreabilidade / Quantidade de elementos do modelo	Q4
M5	Relações retratadas adequadamente / Relações [Processos X Tarefas] [Tarefas X Sistemas] [Processos X Sistemas]	Q5
M6	Quantidade de elementos que são apresentados claramente / Quantidade de elementos representados no modelo	Q6
M7	Quantidade de conexões que o modelo apresenta de forma útil / Quantidade de conexões que são representadas	Q7

Fonte: Elaborado pelo autor

Participantes foram separados em dois perfis: especialista de SoIS e especialista no Domínio. Foi submetido ao especialista de SoIS o conjunto específico de questões referente ao aspecto de sintaxe e, ao especialista no domínio, o conjunto específico referente ao aspecto de semântica. Para aplicação desta avaliação foram preparados três instrumentos:

1. Termo de Consentimento: informa o objetivo do estudo e os direitos e responsabilidades do participante, e explica os termos de confiabilidade. Este formulário é apresentado aos participantes juntamente com o respectivo formulário de avaliação, durante a execução do estudo;
2. Formulário de Avaliação (Especialista de SoIS): consiste em um questionário no qual o participante deve avaliar a sintaxe do modelo apresentado por meio das questões Q1 à Q4, apresentado no Apêndice VI. Por meio deste, informação qualitativa sobre a adequabilidade do modelo é coletada;
3. Formulário de Avaliação (Especialista do domínio): consiste em um questionário no qual o participante deve avaliar a semântica do modelo apresentado a ele por meio das questões Q5 à Q7, apresentado no Apêndice VII. Por meio deste, informação qualitativa sobre a adequabilidade do modelo é coletada.

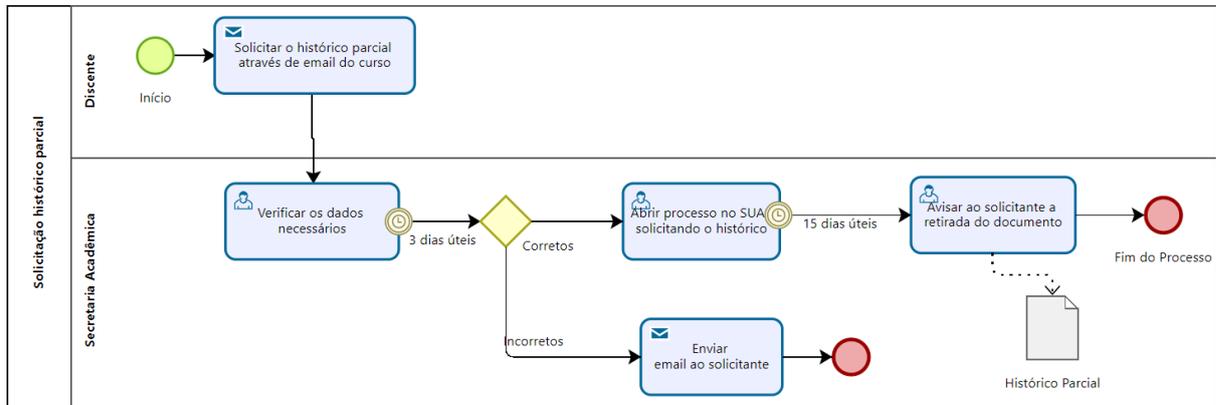
Um estudo piloto foi conduzido com dois participantes que simularam ambos os perfis. Este piloto visou identificar possíveis problemas e dificuldades na execução do estudo. Além disso, pretendia-se melhorar os instrumentos utilizados na avaliação e conseguir uma estimativa do tempo de duração da execução do estudo.

#### 4.3.2 Preparação dos Modelos de Processos de Negócio

Os modelos utilizados para essa execução do método foram os modelos referentes a sete processos da Secretaria de Pós-Graduação do *campus*, sendo eles os processos de: **Solicitação de Matrícula, Solicitação de Rematrícula, Solicitação de Créditos de outras Instituições, Solicitação de Declaração, Solicitação de Histórico Parcial, Solicitação de Defesa e Solicitação de Encerramento do Curso**. O setor já apresentava os processos modelados em BPMN, dessa forma seguiu-se então com a checagem dos mesmos em relação aos pré-requisitos do método (Quadro 5). Como exemplo dos processos, a Figura 34 apresenta o processo de Solicitação de Histórico Parcial.

Esse processo se inicia com o Discente solicitando seu histórico parcial pelo e-mail do curso utilizando um sistema e-mail de sua preferência. Dentro de três dias úteis, após receber o pedido, a Secretaria Acadêmica verifica os dados necessários para a solicitação enviados pelo Discente. Caso os dados estejam incorretos, um e-mail é enviado ao Discente avisando sobre a situação e o processo é encerrado. Caso os dados estejam corretos, um processo de solicitação

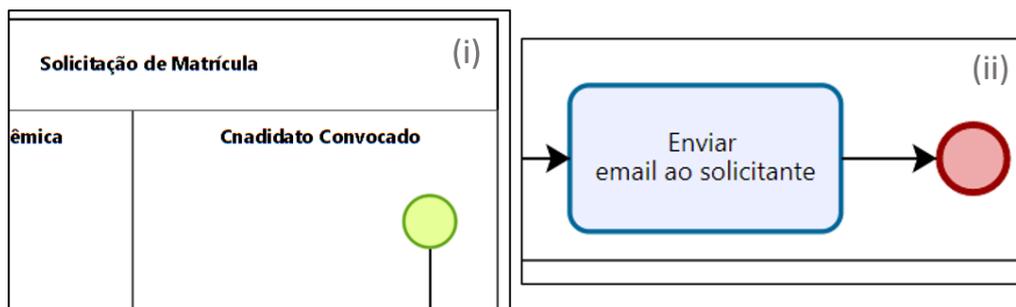
de histórico é aberto no sistema SUAP. Após 15 dias úteis, a Secretaria Acadêmica avisa ao solicitante para que ele possa fazer a retirada do documento, assim finalizando o processo.



**Figura 34.** Processo de Solicitação de Histórico Parcial

Fonte: Adaptado de Silva (2020)

Os modelos de processo do setor foram checados contra os pré-requisitos e a modelagem apresentou dois casos, ilustrados na Figura 35, onde os pré-requisitos não foram cumpridos: (i) no processo de **Solicitação de Matrícula**, o ator “Candidato Convocado” apresentava um erro gramatical em seu nome, descumprindo assim o pré-requisito 5 (Quadro 5); e (ii) no processo de **Solicitação de Histórico Parcial**, a tarefa “Enviar e-mail ao solicitante” aparece como tarefa abstrata enquanto as demais tarefas semelhantes são classificadas como tarefas de envio, descumprindo dessa forma o pré-requisito 4 (Quadro 5). Após a realização dos ajustes necessários, seguiu-se para o passo seguinte, a análise dos modelos.



**Figura 35.** Descumprimentos dos pré-requisitos do método

Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.3.3 Análise dos Modelos

Os modelos de processos foram exportados para o formato .bpmn a partir de uma ferramenta de modelagem e esses arquivos foram importados para a ferramenta de apoio ao método proposto. A ferramenta analisou os modelos e retornou as listas com as informações

dos processos e dos atores. Com essa etapa concluída, utilizou-se o *wizard* da ferramenta para continuar com as demais etapas. Inicialmente, foram adicionadas descrições a cada uma das tarefas presentes nos processos analisados. Com essa informação, a ferramenta identificou e apresentou uma lista de sugestões de sistemas que poderiam apoiar a execução dessas tarefas, onde constavam o SUAP e o Sistema Acadêmico.

Foram ainda acrescentados mais cinco sistemas que não haviam sido sugeridos, sendo eles: Sistema de e-mail, Pasta do Aluno, Formulário de Matrícula, Formulário de Rematrícula e Sistema de Documentação para Encerramento do Curso. Juntamente com os novos sistemas, descrições foram adicionadas para todos, tanto os sugeridos pela ferramenta quanto para os inseridos manualmente. Utilizando esses dados, foram feitas sugestões de associações automáticas entre as tarefas e os sistemas. Essas sugestões foram então validadas, mantendo as sugestões corretas e arrumando as erradas.

Como os modelos dos processos foram adequados aos pré-requisitos, não foi necessário associar diferentes atores, visto que todos os atores apresentados desempenhavam papéis únicos. Para essa avaliação, foi decidido não se fazer a associação de tarefas semelhantes, visando que por conta do contexto de cada processo diferenças cruciais, que podem não ser facilmente perceptíveis, possam existir entre elas. Por fim, a ferramenta apresentou uma lista de sugestões de *links* de interoperabilidade, que foram também validados. Com essa etapa concluída, iniciou-se então o passo final do método.

#### **4.3.4 Geração da Representação Arquitetural do SoIS Resultante**

Para criar a representação do SoIS, a ferramenta de apoio ao método foi utilizada em conjunto com uma ferramenta *case* de modelagem. Foi feito uso da ferramenta de apoio para realizar o mapeamento da análise para a representação arquitetural, utilizou-se o *wizard* de instâncias do modelo, que apresenta ao usuário as heurísticas de modelagem (Quadro 8), uma a uma, em conjunto com uma lista dos elementos referentes a cada heurística. A cada heurística apresentada, utilizou-se a ferramenta *case* para diagramas UML para realizar a instanciação dos elementos do modelo arquitetural (Figura 23) até que se obtivesse o modelo final.

#### **4.3.5 Mapa de Elementos Simplificado**

De forma a apoiar a leitura e compreensão do modelo arquitetural gerado, um artefato foi desenvolvido, o mapa de elementos simplificado. Esse mapa apresenta duas versões que

podem ser utilizadas independentemente ou em conjunto, a versão de TI (Figura 36) e a versão de negócio (Figura 37).

Os mapas gerados para o modelo arquitetural do SoIS resultante da execução do método são apresentados no Apêndice V. No mapa, são representadas, em forma de tabela, os elementos presentes no modelo arquitetural, contendo identificações únicas e as relações entre os modelos. Cada versão do modelo apresenta um conjunto de elementos, sendo os elementos “Processos de Negócio” e “Sistemas Constituintes” presentes em ambas e a versão de TI contendo os elementos “*Links* de Interoperabilidade” e “Funcionalidades Implementadas”; e a versão de negócio apresentando os elementos “Atores” e “Tarefas”.

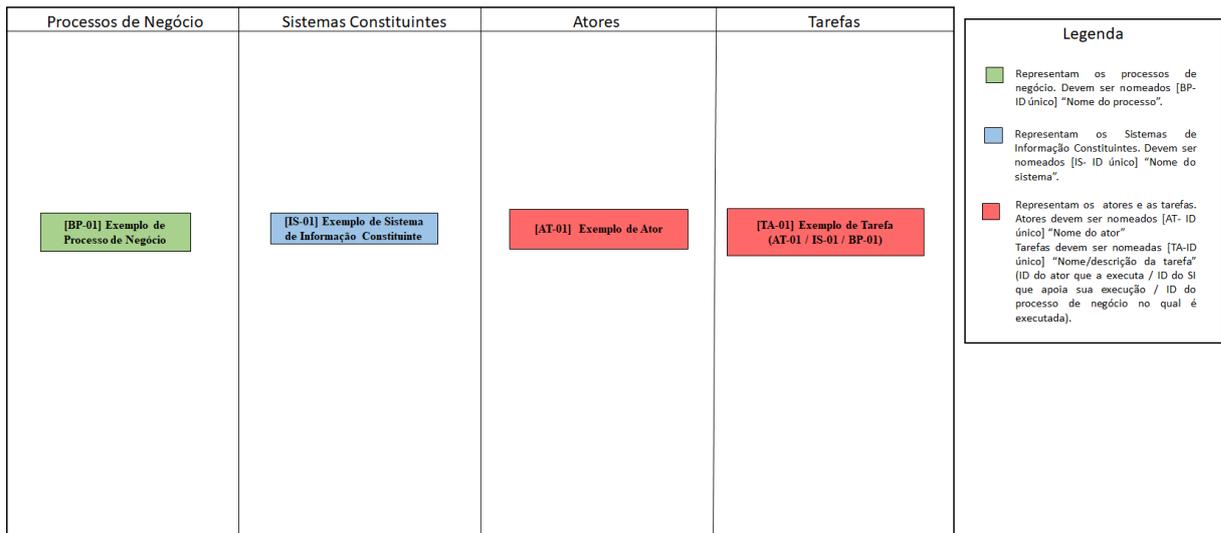
Processos de Negócio	Sistemas Constituintes	Links de Interoperabilidade	Funcionalidade Implementada
[BP-01] Exemplo de Processo de Negócio	[IS-01] Exemplo de Sistema de Informação Constituinte	[IL-01] IS-01 + IS-02 (BP-01)	[IF-01] Exemplo de Funcionalidade Implementada (IS-01)

**Legenda**

- Representam os processos de negócio. Devem ser nomeados [BP- ID único] “Nome do processo”.
- Representam os Sistemas de Informação Constituintes. Devem ser nomeados [IS- ID único] “Nome do sistema”.
- Representam os links de Interoperabilidade. Devem ser nomeados [IL- ID único] “Identificação do primeiro Sistema + identificação do segundo sistema” (Identificação do processo de negócio no qual ocorre).
- Representam as Funcionalidades dos sistemas. Devem ser nomeados [IF- ID único] “Funcionalidade” (Identificação do(s) Sistema(s) que a apresenta(m)).

**Figura 36.** Mapa de elementos simplificado (versão de TI)  
Fonte: Elaborado pelo autor

A identificação dos elementos funciona da seguinte maneira: **Processos de Negócio**, devem ser nomeados como [BP- ID único] “Nome do processo”; **Sistemas Constituintes**, devem ser nomeados [IS- ID único] “Nome do sistema”; **Links de Interoperabilidade**, devem ser nomeados [IL- ID único] “Identificação do primeiro Sistema + identificação do segundo sistema” (Identificação do processo de negócio no qual ocorre); **Funcionalidades Implementadas**, devem ser nomeados [IF- ID único] “Funcionalidade” (Identificação do(s) Sistema(s) que a apresenta(m)); **Atores**, devem ser nomeados [AT- ID único] “Nome do ator”; e **Tarefas**, devem ser nomeadas [TA-ID único] “Nome/descrição da tarefa” (ID do ator que a executa / ID do SI que apoia sua execução / ID do processo de negócio no qual é executada).



**Figura 37.** Mapa de elementos simplificado (versão de negócio)  
Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.3.6 Execução

Após realizados alguns ajustes e melhorias nos instrumentos de avaliação, o estudo foi conduzido com dois participantes, sendo um para cada perfil. Para cada participante, foi apresentado e explicado o modelo arquitetural proposto, ambas versões do mapa de elementos simplificado e a instância final do modelo resultante das análises realizadas utilizando o método. Seguindo a apresentação dos artefatos, os participantes foram submetidos ao conjunto de questões específicas ao seu perfil.

Os participantes selecionados são especialistas de suas respectivas áreas. O especialista em SoIS é Doutor por Dupla Titulação, em Ciências da Computação e Matemática Computacional pelo Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP) e em Ciências e Tecnologia da Informação, modalidade Informática, pela Universidade Bretanha Sul, França. É um dos principais pesquisadores da área de SoS/SoIS, sendo um dos pioneiros na pesquisa de SoIS no país, com mais de 20 trabalhos na área publicados.

A especialista de negócios é Doutora em Computação pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e uma profissional com certificação de *Certified Business Process Professional* (CBPP), com mais de 15 anos de experiência atuando em diversos projetos e atuando como Diretora de Gestão de Projetos em um Pólo de Inovação e Coordenadora do núcleo de pesquisa de Gestão de Processos e Qualidade de Serviços. Além disso, também é especialista no domínio analisado neste estudo, já tendo atuado como Diretora de Pós-Graduação do instituto e Coordenadora de um dos cursos de mestrado.

### 4.3.7 Resultados

Os resultados foram analisados de forma qualitativa referente à percepção de acuracidade, corretude e utilidade do modelo arquitetural proposto. Essas análises foram baseadas nas respostas dos participantes em relação às questões do estudo e nos comentários adicionais que eles proferiram. As respostas dadas a cada questão pelos participantes são apresentadas no Quadro 19. Os participantes avaliaram os artefatos de forma positiva, porém alguns pontos foram levantados.

**Quadro 19.** Respostas das questões da avaliação final

Participante	Questão	Resposta
Especialista em SoIS	Q1	Sim
	Q2	Sim
	Q3	Parcialmente
	Q4	Sim
Especialista no Domínio	Q5	Sim
	Q6	Sim
	Q7	Parcialmente

Fonte: Elaborado pelo autor

O especialista de SoIS apontou que: (i) a existência de duas entidades com o mesmo nome, mesmo que relacionadas a elementos diferentes, é confusa, dessa forma deve ser mudado o nome de uma delas; (ii) o elemento tipo poderia ser retratado utilizando herança de forma a mostrar quais são esses tipos e que eles são disjuntos; (iii) valeria a pena fazer uma ligação entre o SI constituinte e a organização, pois podem haver situações em que o SI não é vinculado a uma unidade organizacional de uma mesma organização, mas possa ser vinculado a outras organizações; (iv) no modelo arquitetural o *link* de interoperabilidade não está vinculando quais são os SI constituintes que estão associados a ele, dessa forma, poderia ser feita uma auto relação do elemento SI constituinte e dessa relação surgir o elemento *link* de interoperabilidade; e (v) seria interessante acrescentar ao mapa de elementos simplificado o elemento unidade organizacional, pois quando se fala de SoIS é importante saber a qual unidade organizacional cada constituinte está ligado.

Quanto às respostas do participante, ele avaliou positivamente os pontos abordados nas questões Q1, Q2 e Q4. O participante avaliou ponto levantado na questão Q3 como “Parcialmente”, pois:

*“no modelo [arquitetural] esse link de interoperabilidade ficou solto, porque ele não está vinculando quais são os SI constituintes que estão associados a ele.*

*Agora no modelo que você instanciou ficou bem claro a respeito da interoperabilidade que está sendo realizada e entre quais sistemas”.*

[Participante especialista de SoIS]

Ainda relacionado a avaliação do especialista de SoIS, alguns pontos positivos foram apontados:

*“Uma coisa que eu achei legal foi vocês vincularem os SI constituintes a unidade organizacional, porque de fato quando a gente pensa na independência gerencial a definição muitas vezes está associada a organização e na verdade, dentro de uma organização de fato você pode ter vários departamentos e esses departamentos (ou unidades organizacionais) podem ter sistemas que trabalham independentemente e isso não deixaria de configurar um SoIS, apenas pelo fato de estar dentro de uma mesma organização. Então acho que é interessante esse tipo de visão”.* [Participante especialista de SoIS]

*“[...] a respeito daquele outro modelo resumido que vocês propuseram [mapa de elementos simplificado]. Isso aqui eu achei muito legal, você está utilizando de abstração para tirar os detalhes que as vezes não são necessários, para considerar só aquilo que é essencial”.* [Participante especialista de SoIS]

Durante a avaliação com a especialista do domínio foi apontado que: (i) poderia ser modificada a legenda do modelo arquitetural de forma a identificar as entidades vermelhas como ‘Entidade relacionada aos componentes do processo’, pois da forma atual é gerada uma confusão com o fato de o processo de negócio (representado em verde) não ser identificado como uma ‘Entidade relacionada a Processo de Negócio’ (representada em vermelho); e (ii) existe uma dificuldade de visualização relacionada às instâncias do modelo arquitetural geral, pois o modelo é muito grande e é necessário quebrá-lo em partes menores.

Em relação às respostas da participante, ela avaliou positivamente os pontos abordados nas questões Q5 e Q6 e avaliou como “Parcialmente” o ponto levantado na questão Q7, justificando que:

*“Eu acho que o modelo é muito legal, mas ele tem uma dificuldade de visualização. Precisa fazer muito macro para pessoa entender tudo, ficou grande demais. A ideia é que visualmente seja fácil de compreender, só que quando fica muito extenso essa facilidade fica comprometida”.* [Participante especialista do domínio]

A participante apresenta algumas pontos e sugestões de melhorias e de iterações futuras para o método e modelo:

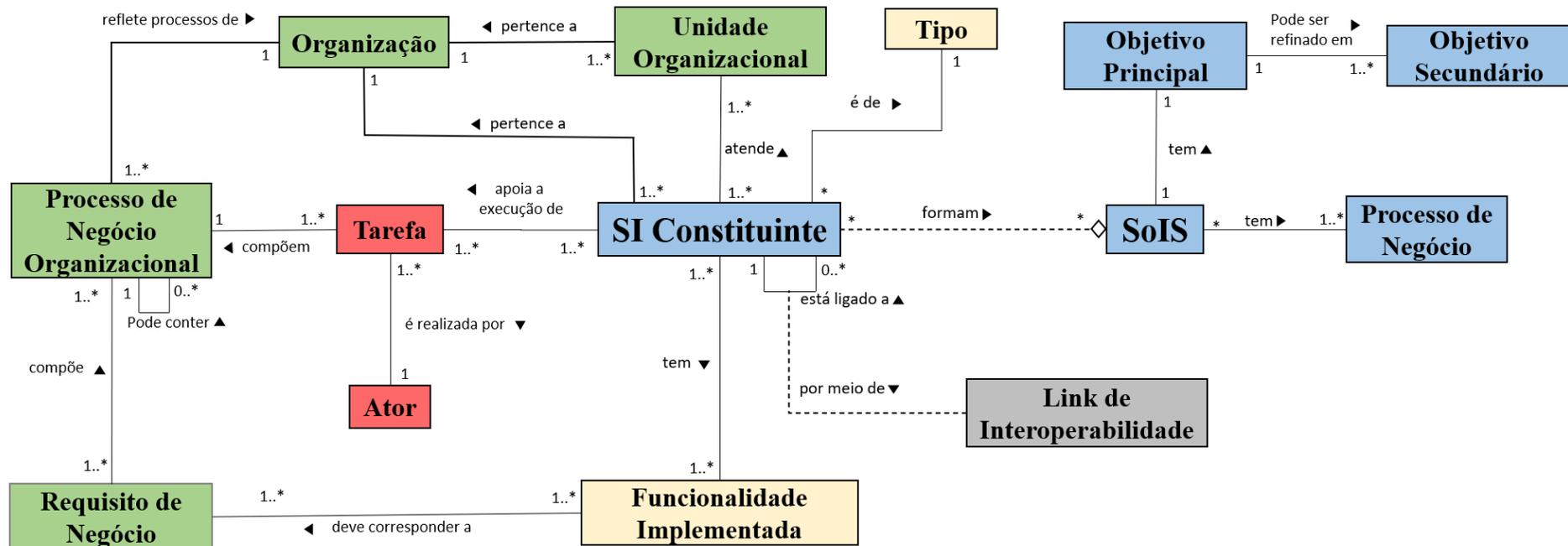
*“[...] dentro de diagrama de BPMN eu já tenho as tarefas, já tenho os atores, o que falta colocar no modelo BPMN é a interação entre os sistemas. Então talvez fosse mais interessante representar isso como um novo componente dentro da própria notação BPMN. Eu acho que ficaria mais fácil visualmente e não mudaria tanto de notação”. [Participante especialista do domínio]*

*“Talvez ao final [da execução do método e instância do modelo] criar um resumo visual, para ficar mais fácil da pessoa visualizar. [...] Um modelo onde se chama a atenção para as ligações do sistema de uma forma mais compacta. Talvez mudar a forma de representar alguns elementos. Alguma coisa em um sentido que não ficasse tão extenso”. [Participante especialista do domínio]*

*“Talvez se pudesse fazer o grafo [instância do modelo] de cada processo e depois fazer o grafo macro aonde tem esses processos como caixas fechadas. Trabalhando os processos como se eles fossem pacotes”. [Participante especialista do domínio]*

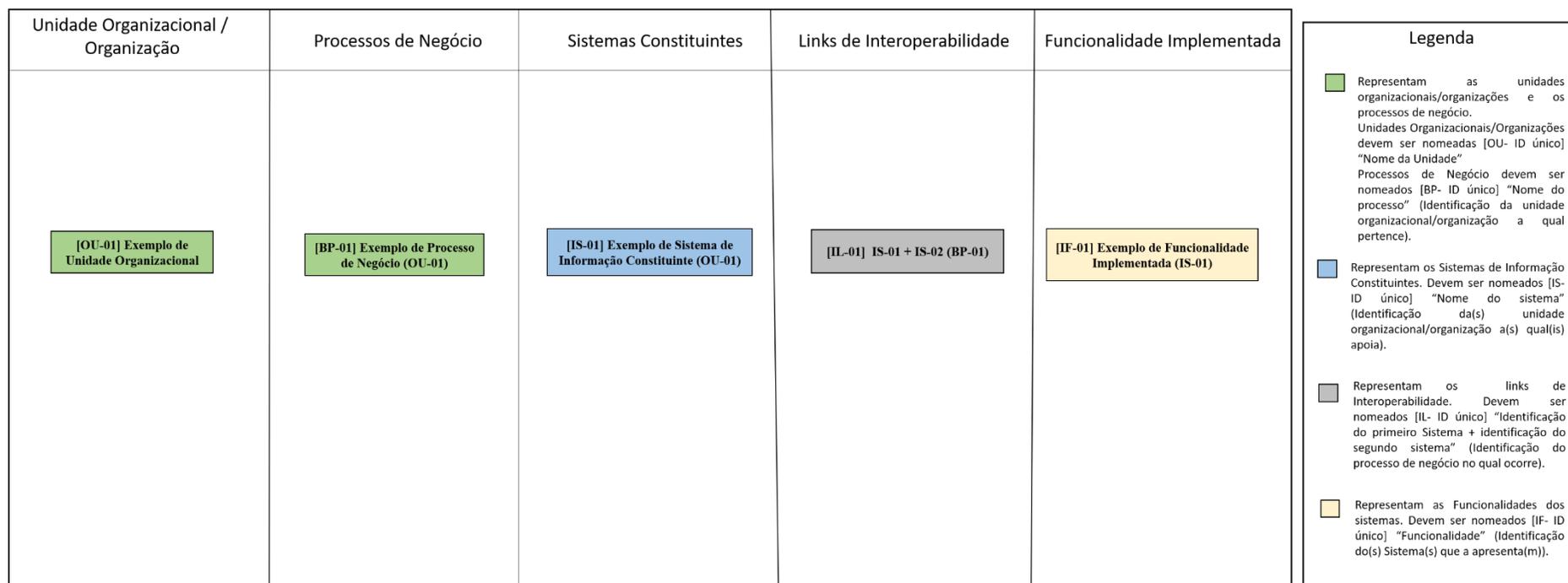
Observando as avaliações, percebe-se uma necessidade de melhoria para a comunicação dos resultados do método, principalmente em relação a outros métodos de representação utilizados na área de negócio. O uso de técnicas de modelagem, como o uso de pacotes, a extensão de diferentes abordagens de representação existentes e a simplificação das instâncias do modelo, como feito no mapa de elementos, foram reconhecidos como potenciais caminhos a serem seguidos.

Baseado nos resultados da avaliação e nos comentários dos participantes, algumas atualizações e melhorias foram feitas nos artefatos propostos apresentados. As novas versões do modelo arquitetural e do mapa de elementos simplificado são apresentadas respectivamente nas Figuras Figura 38, Figura 39 e Figura 40. Embora a versão original do modelo permitisse a inclusão de SI constituintes de diferentes organizações a partir de suas unidades organizacionais, à luz dos comentários apresentados, considerou-se válido criar uma ligação direta entre SI constituinte e organização visando situações onde o constituinte não é ligado a uma unidade organizacional e sim diretamente a organização, ou que não se tem informações sobre a unidade organizacional.



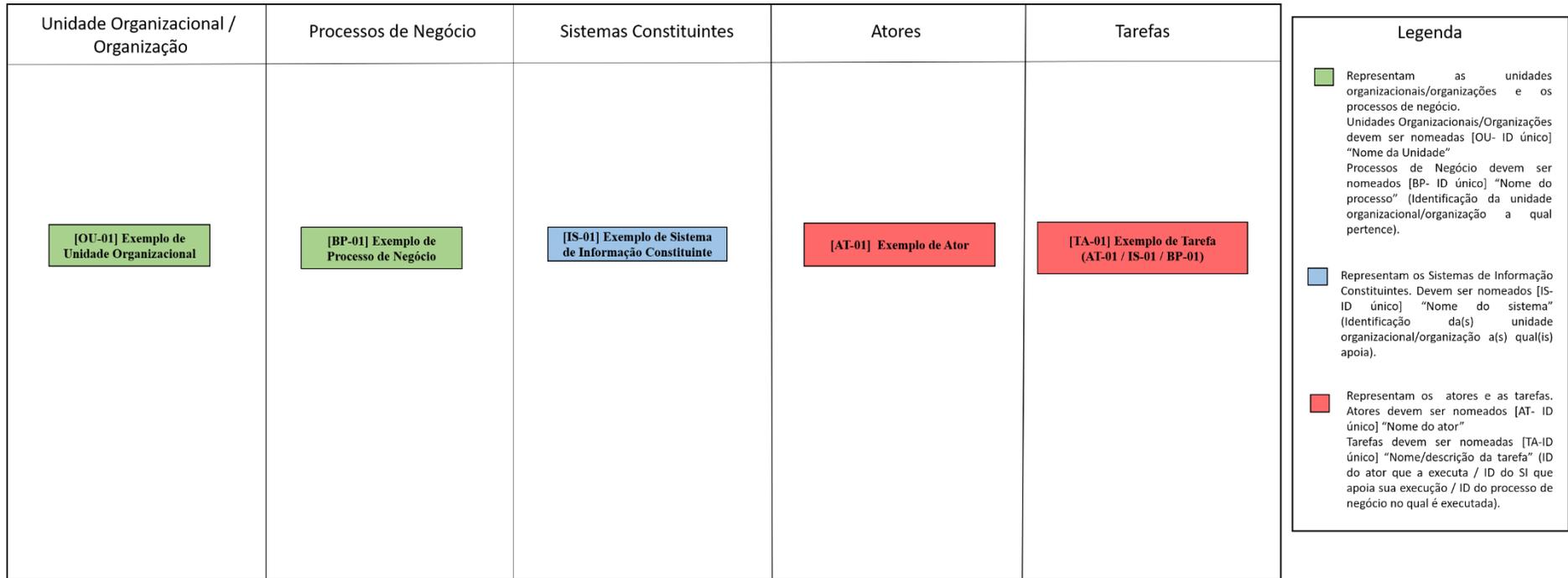
**Figura 38.** Modelo Arquitetural de SoIS (Atualizado)

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 39.** Mapa de elementos simplificado (versão de TI) - Atualizado

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 40.** Mapa de elementos simplificado (versão de negócio) - Atualizado

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.3.8 Ameaças à Validade

**Viés na execução do método:** Como ameaça à validade mais proeminente, pode-se apontar a possibilidade de viés na execução do método, visto que foi realizada pelo pesquisador principal deste estudo. Visando reduzir o impacto dessa ameaça, a execução do método e do estudo foram supervisionadas por um pesquisador sênior, que validou cada etapa do estudo.

**Quantidade de participantes na avaliação:** O pequeno número de participantes não permite uma perspectiva estatística considerável. Para reduzir o impacto dessa ameaça, foram utilizados na avaliação especialistas em ambas as áreas que formam a base deste estudo. Além disso, um dos participantes é especialista do caso analisado pelo método. Porém, o número reduzido de avaliadores limita os resultados deste trabalho, que devem ser considerados indicações, não evidências.

**A escala utilizada para a avaliação do modelo com especialistas:** A escala usada neste estudo evitou medidas que estimulassem a neutralidade do participante (por exemplo, “Não concordo nem discordo” ou “Não sei responder”), pois buscavam-se respostas diretas dos participantes. Porém, ao evitar o uso de uma escala mais ampla, criou-se a possibilidade de distorções nas respostas relacionadas ao uso de respostas extremas – por exemplo, forçar no participante a sensação de que ele deve responder de uma forma favorável, pois a outra opção disponível poderia ser considerada uma resposta desfavorável ao estudo e, conseqüentemente, ao pesquisador. Para reduzir o impacto dessa ameaça, foi questionado aos participantes suas opiniões quanto a melhorias e ajustes que eles consideravam importantes para os artefatos avaliados, mesmo quando a resposta deles era positiva, possibilitando assim que eles expressassem suas opiniões sem sentir que elas afetariam negativamente o estudo.

#### 4.4 Considerações Finais

Nesse capítulo foram apresentados os estudos de avaliação realizados nesta pesquisa. O estudo exploratório avaliou as versões iniciais do método proposto e do ferramental de apoio. No estudo de campo, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 12 *stakeholders* dos sistemas e processos analisados para avaliar a adequabilidade dos resultados do método em relação a realidade dos processos. Por último, foi realizado um estudo de viabilidade para a versão final do método proposto, onde se realizou uma prova de conceito do método e uma avaliação do modelo arquitetural com especialistas.

Por meio do estudo de viabilidade da versão inicial do método, foi possível obter alguns indícios de que o método suporta a detecção de necessidade de integração entre SI organizacionais, gerando um possível SoIS. Uma vez que a formação do SoIS ocorrerá com base na análise dos elementos do negócio (por exemplo, atores, tarefas etc.), pode ser possível detectar a rastreabilidade entre esses elementos e os elementos do SoIS, apoiando a criação de uma arquitetura de SoIS baseada no negócio.

Os resultados das entrevistas com os *stakeholders* apresentaram uma grande concordância em relação a adequabilidade dos cenários relativos à realidade, sendo obtido uma concordância total de 77%, concordância parcial de 19% e Não Concordância de apenas 4%. Além disso, os resultados da avaliação com os especialistas apontaram que o modelo arquitetural proposto é capaz de representar de forma clara e correta uma arquitetura de SoIS de um cenário real. Assim, com esses estudos se obteve indícios que o método consegue gerar resultados que se adequam a realidade dos *stakeholders* e consegue representar de forma correta as relações entre os processos de negócio de uma organização, suas tarefas e os sistemas que apoiam sua execução.

Com base nos resultados das avaliações e nos comentários dos participantes, foram identificadas melhorias nos artefatos propostos. Novas versões dos artefatos foram desenvolvidas, visando se adequar a algumas das melhorias apontadas, como a melhor apresentação de alguns elementos do modelo arquitetural e a inclusão de elementos no mapa simplificado. Outras melhorias, como a necessidade de uma melhor comunicação dos resultados do método, devem ser realizadas em trabalhos futuros, que são apresentados no próximo capítulo, juntamente com as conclusões, contribuições e limitações desta pesquisa.

## 5 CONCLUSÃO

Organizações buscam atingir suas metas através da execução de seus processos negócio, que são apoiados pelos SI dessas. Contudo, os sistemas têm precisado se tornar cada vez mais complexos e trabalhar com quantidades cada vez maiores de informações. Sendo assim, de forma a apoiar efetivamente os processos de negócio, os SI precisam interoperar, visto que a falta de interação entre sistemas é prejudicial para uma organização.

SoIS é ainda um tema em desenvolvimento. A comunidade de SI enfrenta um grande desafio para entender, especificar, implementar e avaliar sistemas que fazem parte desse novo arranjo (ARAUJO, 2016). Em se tratando de uma classe de sistemas complexos, problemas de integração entre os constituintes são normais. Por conta de sua inerente interdisciplinaridade, metodologias que consigam capturar as características de negócio são muito importantes.

Pesquisas em SoIS envolvendo processos de negócio são escassas. Assim, a pequena quantidade de estudos trabalhando com modelagem arquitetural de SoIS aponta que esta é um tema importante ainda a ser estudado. Os estudos no tema, em grande parte, tendem a utilizar técnicas e métodos já definidos para SoS ou para processos de negócio. No entanto, ambos falham em capturar todas as características de SoIS sozinhas. Dessa forma, muitos estudos têm utilizado uma combinação de técnicas para modelar SoIS.

### 5.1 Contribuições

Esta pesquisa propõe um método para análise de modelos de processos de negócio, suportado por um ferramental de apoio, visando à geração de modelo arquitetural de SoIS. O método e o modelo gerado, este último com base em um modelo conceitual pré-existente e evoluído, visam apoiar os gestores na identificação de problemas para o cumprimento de metas organizacionais. Em suma, pode-se dizer que as seguintes contribuições são derivadas da abordagem proposta: (1) melhor compreensão dos processos de negócio da organização e dos SI que os apoiam; (2) compreensão dos *links* de interoperabilidade entre SI manuais e informatizados, bem como apontamento na necessidade de automatização de SI; e (3) proposição de arquitetura de SoIS que, uma vez implementada, possa apoiar a melhoria da eficácia organizacional.

## 5.2 Limitações

Algumas limitações foram identificadas considerando a execução dos diferentes passos dessa pesquisa. Primeiramente, não foi possível a realização de um estudo de caso no qual o método BPSoIS seria avaliado por usuários e especialistas de SoIS. Assim, embora os resultados do método tenham sido avaliados em diferentes instâncias, o método em si, seus passos e a sua usabilidade, tanto quanto do seu ferramental de apoio, não foram avaliados. Da mesma forma, durante os estudos, o método e ferramenta foram executados pelo pesquisador responsável pelo desenvolvimento desta dissertação, o que poderia inferir algum viés. Além disso, muitos aspectos da execução do método utilizam entradas manuais e, assim, existe a possibilidade de erro humano, o que poderia ocasionar resultados imprecisos.

Uma limitação relacionada aos aspectos manuais da execução do método se refere a geração das instâncias do modelo arquitetural. Na versão atual do método, o usuário precisa realizar as instâncias manualmente, por meio de alguma ferramenta de modelagem UML, enquanto a ferramenta de apoio ao método o guia apresentando as heurísticas de modelagem juntamente com os resultados das análises. Esse processo apresenta uma alta possibilidade de erro humano, demanda muita atenção e tempo do usuário e necessita do uso de duas ferramentas e, conseqüentemente, dois ambientes diferentes para ser realizado.

Todos os estudos realizados durante esta pesquisa foram executados no mesmo *campus* de um Instituto Federal de Ensino. Por conta disso, os resultados desses são indicações, não podendo se generalizar, já que os resultados podem variar de acordo com o cenário no qual o método é aplicado e o usuário responsável por executá-lo. Ademais, o estudo exploratório e o estudo de campo foram ambos realizados no mesmo setor e utilizaram o mesmo conjunto de processos. Embora os alvos de cada avaliação tenham sido diferentes, assim como os seus participantes, existe a possibilidade de se inferir viés e pouca diversidade de dados e resultados.

Não foi possível realizar um estudo exaustivo comparando os diferentes arranjos discutidos na área de negócio e SI a fim de investigar evidências de similaridades e diferença entre os arranjos. Dessa forma, pode-se apenas indicar as possíveis similaridades e diferenças entre os conceitos, não sendo possível aferir certeza. A avaliação do modelo arquitetural foi feita por apenas um especialista em SoIS, sendo um número muito baixo para uma avaliação consistente. No entanto, o modelo proposto é baseado em um modelo conceitual existente na literatura e seu desenvolvimento teve apoio de um especialista de SoIS, o que pode amenizar essa limitação.

Nesta pesquisa, não foram tratados aspectos dinâmicos do SoIS, tendo em vista que o escopo desta dissertação foca na construção da arquitetura do SoIS sem considerar sua execução, o que pode influenciar na usabilidade e utilidade prática do método ao ser aplicado em um ambiente real de um SoIS dinâmico. Para a execução do método não considera alguns elementos do BPMN como, por exemplo, grupos que podem ser utilizados para demonstrar informações como sistemas que apoiam um conjunto de tarefas, um conjunto de atores trabalhando colaborativamente, dentre outras. Por conta disso, informações que poderiam ser úteis para as análises e geração de resultados não foram consideradas durante a execução desta pesquisa.

### **5.3 Trabalhos Futuros**

Algumas oportunidades para trabalhos futuros foram identificadas:

- Evolução da ferramenta para apoiar instâncias automatizadas do modelo;
- Melhorias no sistema de sugestões automáticas da ferramenta;
- Extensão do método para tratar aspectos dinâmicos da execução do SoIS
- Realização de uma avaliação do método em um estudo de caso;
- Realização de uma avaliação do modelo arquitetural proposto com especialistas de SoS/SoIS;
- Realização de uma avaliação de usabilidade com usuários do método e da ferramenta;
- Realização de estudos comparativos sobre os diferentes arranjos discutidos na área de negócio e SI a fim de investigar evidências de similaridades e diferença entre os arranjos.

Resumindo, por ser um tema em desenvolvimento nas áreas de SI e Engenharia de Software, SoIS ainda apresenta várias dimensões e questões que precisam ser pesquisadas mais a fundo. Esta dissertação se concentrou em uma lacuna de pesquisa referente ao uso de processos de negócio para caracterização de elementos de SoIS relacionados a dimensão de organização/processos. Assim, esta pesquisa pode contribuir para a área de SI no que se refere a compreensão das propriedades de negócio presentes em arranjos de SI.

## REFERÊNCIAS

- ABPMP. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio - Corpo Comum de Conhecimento**. Association of Business Process Management Professionals, v. 3. 2013
- AMR, M. F.; QBADOU, M.; MANSOURI, K.; RIYAMI, B. **Towards a model of adaptation and interfacing based on a middleware layer SOA for interoperability of several different information systems**. In: 2017 INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTER VISION (ISCV). pp. 1-8. abr. 2017
- ARAÚJO, Renata. **Information Systems and the Open World Challenges**. I GranDSI-BR, pp. 42-51, 2016.
- BASILI, V. R. **Software Modeling and Measurement: The Goal/Question/Metric Paradigm**. *University of Maryland at College Park, College Park, MD, USA*. 1992
- BERNARD, S. A. **An introduction to enterprise architecture**. 3<sup>rd</sup> Edition. AuthorHouse, 2012.
- BIJARCHIAN, A.; ALI, R. **Usability elements as benchmarking criteria for enterprise architecture methodologies**. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, v. 68, n. 2, pp. 45–48, 2014.
- BITITCI, U. S.; MENDIBIL, K.; MARTINEZ, V.; ALBORES, P. **Measuring and managing performance in extended enterprises**. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 25, n. 4, pp. 333–353. 2005
- BOARDMAN, J.; SAUSER, B. **System of Systems - the meaning of of**. In: 2006 IEEE/SMC INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM OF SYSTEMS ENGINEERING. Los Angeles, California, USA: IEEE, 2006.
- BOEHM, B. **A view of 20th and 21st century software engineering**. In 28<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering (ICSE), pp. 12–29, Shanghai, China. ACM, 2006
- BROWNE, J; ZHANG, J. **Extended and virtual enterprises – similarities and differences**. *International Journal of Agile Management Systems*, v. 1 n. 1 pp. 30 – 36. 1999
- CAMARINHA-MATOS, L. M.; AFSARMANESH, H. **Tendencies and general requirements for virtual enterprises**. In: Working Conference on Virtual Enterprises. Springer, Boston, MA, pp. 15-30. 1999
- DAHMAN, J. S.; BALDWIN, K. J. **Understanding the current state of US defense systems of systems and the implications for systems engineering**. In: *2nd Annual IEEE Systems Conference*, pp. 1–7, Montreal, Apr. 2008
- DAVENPORT, T. H. **Process innovation: reengineering work through information technology**. Harvard Business Press. 1993

DELAURENTIS, D. **System of systems definition and vocabulary**. In: School of Aeronautics and Astronautics, Purdue University, 2007

DIAS, R. M.; ANTONIO, N. P.; HORITA, F.; SANTOS, R. P. **Oportunidades de KIPO para Gestão em Sistemas de Informação Federados no Caso do Programa Bolsa Família**. In: Proceedings of the XIII Seminar on Ontology Research in Brazil and IV Doctoral and Masters Consortium on Ontologies (ONTOBRAS 2020), pp. 227-234, Vitória, Brazil. nov. 2020.

DIMARIO, M. J. **System of systems interoperability types and characteristics in joint command and control**. In: 2006 IEEE/SMC INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM OF SYSTEMS ENGINEERING, vol. 6, pp. 24-26. abr. 2006.

DOD, US. **Systems Engineering Guide for Systems of Systems (Version 1.0)**. In: US Department of Defense, Office of the Deputy Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology, Washington, DC. 2008

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora. 2015

DUMAS, M.; LA ROSA, M.; MENDLING, J.; REIJERS, H. **Fundamentals of Business Process Management**. Springer, 2013

EMRULI, B.; SANDIN, F.; DELSING, J. **Vector space architecture for emergent interoperability of systems by learning from demonstration**. Biologically Inspired Cognitive Architectures, v. 9, pp. 33–45, 1 jul. 2014.

FALCONE, A.; GARRO, A.; D'AMBROGIO, A.; GIGLIO, A. **Engineering systems by combining BPMN and HLA-based distributed simulation**. In: 2017 IEEE INTERNATIONAL SYSTEMS ENGINEERING SYMPOSIUM (ISSE). pp. 1-6. out. 2017.

FALCONE, A.; GARRO, A.; D'AMBROGIO, A.; GIGLIO, A. **Using BPMN and HLA for SoS engineering: lessons learned and future directions**. In: 2018 IEEE INTERNATIONAL SYSTEMS ENGINEERING SYMPOSIUM (ISSE), pp. 1-8. out. 2018.

FERNANDES, J.; GRACIANO NETO, V. V.; SANTOS, R. P. **Interoperability in systems-of-information systems: A systematic mapping study**. In: *Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Software Quality*, pp. 131–140, Curitiba, Oct. 2018

FERNANDES, J.; FERREIRA, F.; CORDEIRO, F.; NETO, V.; SANTOS, R. **A Conceptual Model for Systems-of-Information Systems**. In: 2019 IEEE 20th International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI), pp. 364-371. 1 ago. 2019

FENANDES, Juliana. **Uma abordagem baseada em modelagem conceitual para compreender fatores que influenciam interoperabilidade em sistemas-de-sistemas de informação**. 2020. 190f. Dissertação (Mestrado) – UNIRIO, Rio de Janeiro, 2020.

FU, X.-L.; SONG, M.-Q.; YU, Y.-N.; CHEN, M. **Integration management view of information systems in an enterprise.** In: 2nd International Conference on Information Technology and Computer Science, Kiev, pp. 317-321, 2010.

GEORGANTZAS, N. C.; KATSAMAKAS, E. G. **Performance effects of information systems integration: A system dynamics study in a media firm.** Business Process Management Journal, v. 16, n. 5, pp. 822–846, 2010.

GONÇALVES, M. B.; CAVALCANTE, E.; BATISTA, T.; OQUENDO, F.; NAKAGAWA, E. Y. **Towards a Conceptual Model for Software-Intensive System-of-Systems.** In: *Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, San Diego, pp. 1605-1610. oct. 2014

GRACIANO NETO, V. V.; CAVALCANTE, E.; EL-HACHEM, J.; SANTOS, D. S. **On the Interplay of Business Process Modeling and Missions in Systems-of-Information Systems.** 2017 IEEE/ACM Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems (JSOS). *Anais...* In: 2017 IEEE/ACM JOINT 5TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFTWARE ENGINEERING FOR SYSTEMS-OF-SYSTEMS AND 11TH WORKSHOP ON DISTRIBUTED SOFTWARE DEVELOPMENT, SOFTWARE ECOSYSTEMS AND SYSTEMS-OF-SYSTEMS (JSOS), pp. 72-73. Maio. 2017a

GRACIANO NETO, V. V.; OQUENDO, F.; NAKAGAWA, E. Y. **Smart Systems-of-Information Systems: foundations and an assessment model for research development.** In: *I GranDSI-BR: grand research challenges in information systems in Brazil 2016-2026*[S.l: s.n.], SBC, Porto Alegre, Brazil, pp.1-12. 2017b

GRACIANO NETO, V. V.; MANZANO, W.; KASSAB, M.; NAKAGAWA, E. Y. **Model-based Engineering & Simulation of Software-intensive Systems-of-systems: Experience Report and Lessons Learned.** In: 12th European Conference on Software Architecture: Companion Proceedings, pp. 1-7, Madrid, Sep. 2018

HASSELBRING, W. **Information system integration.** Communications of the ACM, v. 43, n. 6, pp. 32–38, 1 jun. 2000.

HEVNER, A.R.; CHATTERJEE, S. **Design research in information systems: theory and practice. Integrated series in information systems**, vol 22. Springer, Heidelberg. 2010

HOFMANN, P.; SAMP, C.; URBACH, N. **Robotic process automation.** *Electron Markets*, v. 30, pp. 99–106. 2020.

IEEE CORPORATE ADVISORY GROUP. **IEEE Guide for Terms and Concepts in Intelligent Process Automation.** 2017.

ISO/IEC 19501: **Information Technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language (UML), Version 1.4.2**, Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO). 2005

ISO/IEC/IEEE 42010. **Systems and software engineering – Architecture description.** ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E) (Revision of ISO/IEC 42010:2007 and IEEE Std 1471-2000), IEEE Standard, pp 1–46. 2011

JAGDEV, H. S.; BROWNE, J. **The extended enterprise - a context for manufacturing.** *Production Planning & Control: The Management of Operations*, v. 9, n. 3, pp. 216-229. 1998

KITCHENHAM B. A.; PFLEEGER, S. L. **Personal Opinion Surveys.** In: *Guide to Advanced Empirical Software Engineering*, F. Shull, J. Singer, and D. I. K. Sjøberg, Springer London, pp. 63–92. 2008

KLEIN, J.; VAN VLIET, H. **A systematic review of system-of-systems architecture research.** Proceedings of the 9th international ACM Sigsoft conference on Quality of software architectures - QoSA '13. **Anais...** In: THE 9TH INTERNATIONAL ACM SIGSOFT CONFERENCE. Vancouver, British Columbia, Canada: ACM Press, pp. 13-22. 2013

KOVÁCS, G.; KOT, S. **Economic and social effects of novel supply chain concepts and virtual enterprises.** *Journal of International Studies*, v. 10, n. 1, pp. 237-254. 2017

KRETZER, M. P.; OGDEN, J. A.; COLOMBI, J. M.; HARTMAN, P. L. **Exploring design structure matrices to reduce enterprise information systems complexity.** *Journal of Enterprise Transformation*, v. 6, n. 1, pp. 39–59. 2016

KRUEGER, I. H.; MEISINGER, M.; MENARINI, M.; PASCO, S. **Rapid Systems of Systems Integration - Combining an Architecture-Centric Approach with Enterprise Service Bus Infrastructure.** 2006 IEEE International Conference on Information Reuse Integration. **Anais...** In: 2006 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION REUSE INTEGRATION, pp. 51-56. set. 2006

LANKHORST, M. **Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis**, 3rd Edition, Springer-Verlag. 2013

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Management Information Systems: Managing the Digital Firm**". New Jersey (Vol. 14). 2016

MACIEL, R. S. P.; DAVID, J. M. N.; CLARO, D. B. **Full Interoperability: Challenges and Opportunities for Future Information Systems.** In: *I Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026*, v.1, *Special Committee on Information Systems*, Brazilian Computer Society (SBC), pp. 107–118. 2016

MAIER, M. W. **Architecting principles for systems-of-systems.** In: *INCOSE International Symposium*, pp. 565–567, Boston, Jul. 1996

MAIER, M. W. **Architecting principles for systems-of-systems.** *Systems Engineering*, v. 1, n. 4, pp. 267–284, 1 jan. 1998

MENDES, A.; LOSS, S.; CAVALCANTE, E.; LOPES, F.; BATISTA, T. **Mandala: an agent-based platform to support interoperability in systems-of-systems.** In: PROCEEDINGS OF

THE 6TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFTWARE ENGINEERING FOR SYSTEMS-OF-SYSTEMS. ACM, pp. 21-28. 29 mai. 2018.

MOFFITT, K.C.; ROZARIO, A.M.; VASARHELYI, M. A. **Robotic Process Automation for Auditing**. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, v. 15, n. 1, pp. 1–10. 1 jul. 2018

MUELLER, C. W.; LAWLER, E. J. **Commitment to Nested Organizational Units: Some Basic Principles and Preliminary Findings**. *Social Psychology Quarterly*, v. 62, n. 4, pp. 325-346. 1999

NCUBE, C.; LIM, S. L. **On systems of systems engineering: A requirements engineering perspective and research agenda**. In: *Proceedings of IEEE 26th International Requirements Engineering Conference*, pp. 112-123, Banff Canadá, Aug. 2018

NIELSEN, C. B.; LARSEN, P. G.; FITZGERALD, J.; WOODCOCK, J.; PELESKA, J. **Systems of systems engineering: Basic concepts, model-based techniques, and research directions**. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, v. 48, n. 2, pp. 18, set. 2015

O'BRIEN, J. A.; MARAKAS G. M. **Introduction to information systems**, 13ed. McGraw-Hill/Irwin, New York, USA. 2005

O'BRIEN, J. A.; MARAKAS, G. M. **Management information systems**, 10ed. McGraw-Hill/Irwin, New York, USA. 2007

OLIVÉ, A. **Conceptual modeling of information systems**. Springer Science & Business Media. Springer, Berlin, Heidelberg. 455p. 2007

OMG, O. M. G.; PARIDA, R.; MAHAPATRA, S. **Business process model and notation (bpmn) version 2.0**. Object Management Group, v. 1, n. 4, jan. 2011.

PARK, K. H.; FAVREL, J. **Virtual enterprise — Information system and networking solution**. *Computers & Industrial Engineering*, v. 37, n. 1-2, pp. 441–444. 1999

PULKKINEN, A. J.; VAINIO, V.V.; LEINO, S.P.; ANTILA, J.P. **Modelling of digital extended enterprise**. In: *DS 96: The 20th International DSM Conference*. pp. 139-148. 2018

SALEH, M.; ABEL, M.-H. **Information Systems: Towards a System of Information Systems**. In: *PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY, KNOWLEDGE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, Lda, pp. 193-200. 11 dez. 2015

SALEH, M.; ABEL, M.-H.; MISHRA, A. **An Architectural Model for System of Information Systems**. (I. Ciuciu et al., Eds.) *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2015 Workshops. Anais...: Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, pp. 411-420. 2015

SAMHAN, A.; ODEH, M.; SA, J.; KOSSMANN, M. **OntoSoS. CM: A business process architecture driven and semantically enriched change management framework for systems of systems engineering.** In: 2016 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE). IEEE, pp. 1-7. 2016

SANTOS, J. M.; GRACIANO NETO, V. V.; NAKAGAWA, E. Y. **Business Process Modeling in Systems of Systems.** In: WORKSHOP EM MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS INTENSIVOS EM SOFTWARE (MSSIS), 2. , 2020, Evento Online. **Anais [...].** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, pp. 26-35. 2020

SANTOS, R. P.; WERNER, C.; FINKELSTEIN, A. **Ecosystems effects on software-consuming organizations: an experience report on two observational studies.** Proceedings of the 12th European Conference on Software Architecture: Companion Proceedings. **Anais...** ECSA '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, pp. 1-7. 24 set. 2018

SANTOS, G. F. Z.; KOERICH, G. V.; ALPERSTEDT, G. D. **The contribution of design research in solving complex problems in the field of public administration.** Revista de Administração Pública, v. 52, n. 5, pp. 956, 2018b

SILVA, E.; BATISTA, T.; CAVALCANTE, E. **A Mission-oriented Tool for System-of-systems Modeling.** In: 2015 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems. SESoS '15. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, pp. 31-36. maio 2015

SILVA, S.V. **Modelagem dos Principais Processos da Diretoria de Pós-Graduação do Instituto Federal Fluminense.** Relatório Técnico. IFFluminense: Rio de Janeiro. 2020

TEIXEIRA, P. G.; LOPES, V. H. L.; SANTOS, R. P. DOS.; KASSAB, M.; NETO, V. V. G. **The status quo of systems-of-information systems.** In: PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFTWARE ENGINEERING FOR SYSTEMS-OF-SYSTEMS AND 13TH WORKSHOP ON DISTRIBUTED SOFTWARE DEVELOPMENT, SOFTWARE ECOSYSTEMS AND SYSTEMS-OF-SYSTEMS. IEEE Press, pp. 34-41. 28 maio 2019.

TORTORIELLO, M.; REAGANS, R.; MCEVILY, B. **Bridging the Knowledge Gap: The Influence of Strong Ties, Network Cohesion, and Network Range on the Transfer of Knowledge Between Organizational Units.** Organization Science, v. 23, n. 4, pp. 1024–1039. 2012

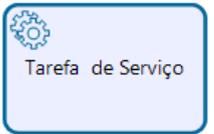
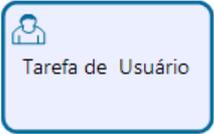
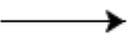
VAISMAN, A. **An Introduction to Business Process Modeling.** In: AUFAURE, M.-A.; ZIMÁNYI, E. (Eds.). Business Intelligence: Second European Summer School, eBISS 2012, Brussels, Belgium, July 15-21, 2012, Tutorial Lectures. Lecture Notes in Business Information Processing. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 29–61. 2013

VAN DER AALST, W.M.P.; BICHLER, M.; HEINZL, A. **Robotic Process Automation.** *Bus Inf Syst Eng*, v. 60, n. 4, pp. 269–272. 2018

WESTLEY, F. R. **Middle managers and strategy: Microdynamics of inclusion,** *Strategic Management Journal*, v. 11, n. 5, pp. 337–351. 1990

ZAFARY, F. **Implementation of business intelligence considering the role of information systems integration and enterprise resource planning.** *Journal of Intelligence Studies in Business*, v. 10, n. 1, pp. 59-74. 2020

## ANEXO I. Elementos Padrão do BPMN

Elemento	Notação	Descrição
Piscina		Representa um participante do processo que pode ser uma entidade de negócio específica ou uma função de negócio geral. Pode ou não representar um processo
Raia		Sub-partição dentro de um processo (geralmente dentro de uma piscina), utilizada para organizar e categorizar as atividades. As raias (ou <i>lanes</i> ), representam os atores de um processo.
Evento		Representa fato que ocorre durante o processo, podendo ser de início (verde), fim (vermelho) ou intermediário (amarelo) em relação ao fluxo do processo.
Tarefa		Representa uma atividade atômica que ocorre em um fluxo de processo, sendo utilizada quando o trabalho no processo não pode ser decomposto em um nível mais detalhado.
Tarefa de Serviço		Tarefa que utiliza algum tipo de serviço, seja um serviço da Web ou um aplicativo automatizado.
Tarefa de Usuário		Tarefa onde um ator humano realiza a atividade com a assistência de um aplicativo de software.
Tarefa Manual		Tarefa na qual a execução ocorre sem o auxílio de software ou aplicativo.
Gateway		Representa como os fluxos de atividades interagem à medida que convergem e divergem dentro de um processo.
Subprocesso		Representa uma atividade que contém outras atividades (Processo) e cujos detalhes internos são modelados em um modelo de processo de negócio próprio.
Fluxo de Atividades		Representa a ordem em que as atividades são realizadas durante o processo.

Fonte: OMG (2011)

## APÊNDICE I. Casos de uso do ferramental de apoio

### *Caso de uso: Adicionar descrições às tarefas*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Adicionar descrições às tarefas
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Fornecer descrições para as tarefas executadas nos processos de negócio de forma a tornar possível a identificação do(s) sistema(s) que apoia(m) essa execução
<b>Precondições</b>	1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O funcionário da Equipe de TI escolhe a opção “Analisar <i>Links</i>” no botão de menu.</li> <li>2. A ferramenta apresenta a lista de processos que foram extraídos dos modelos.</li> <li>3. O funcionário escolhe um processo.</li> <li>4. O funcionário insere as descrições de cada tarefa do processo.</li> <li>5. O funcionário clica em “Enviar”.</li> <li>6. O funcionário escolhe um novo processo ou clica em “Próximo passo” para seguir com a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

### *Caso de uso: Confirmar sugestões de sistemas*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Confirmar sugestões de sistemas
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Definir quais sistemas fazem ou não parte dos processos, a partir da aceitação ou rejeição das sugestões apresentadas pela ferramenta e inserção de descrição para os sistemas
<b>Precondições</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente</li> <li>2. As tarefas que compõem os processos devem ter sido descritas</li> </ol>
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A ferramenta apresenta um conjunto de sugestões de sistemas que foi extraído das descrições das tarefas.</li> <li>2. O funcionário adiciona uma descrição para cada um dos sistemas que foram sugeridos corretamente.</li> <li>3. O funcionário marca a opção de “deletar” para qualquer sugestão considerada errada.</li> <li>4. O funcionário clica em “Enviar” para salvar suas alterações.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Registrar novos sistemas*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Registrar novos sistemas
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Adicionar sistemas que fazem parte dos processos, porém não foram sugeridos automaticamente pela ferramenta e realizar a inserção de descrição para os sistemas
<b>Precondições</b>	1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente 2. As tarefas que compõem os processos devem ter sido descritas
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	1. A ferramenta apresenta um conjunto de sugestões de sistemas que foi extraído das descrições das tarefas. 2. No campo “Novo”, o funcionário adiciona um novo sistema que não foi sugerido pela ferramenta e adiciona a descrição deste sistema. 3. O funcionário clica em “Enviar” para salvar suas alterações. 4. O funcionário insere um novo sistema ou clica em “Próximo passo” para seguir com a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.
<b>Exceções</b>	1. As sugestões apresentadas pela ferramenta cobriram apresentaram todos os sistemas que apoiam os processos
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Registrar metas organizacionais*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Registrar metas organizacionais
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Definir as metas organizacionais que buscam ser alcançadas com a execução dos processos de negócio
<b>Precondições</b>	-
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	1. O funcionário da Equipe de TI escolhe a opção “Adicionar metas” no botão de menu. 2. O funcionário insere uma nova meta no campo descrição e clica em “Enviar”.
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Validar associações de tarefas e sistemas*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Validar associações de tarefas e sistemas
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Confirmar ou adicionar a associação entre as tarefas executadas nos processos de negócio e os sistemas que apoiam sua execução
<b>Precondições</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente</li> <li>2. As tarefas que compõem os processos devem ter sido descritas</li> <li>3. Os sistemas que apoiam a execução dos processos devem ter sido confirmados ou adicionados e descritos</li> </ol>
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A ferramenta apresenta as tarefas extraídas dos modelos de processos de negócio juntamente com sugestões de sistemas que apoiam suas respectivas execuções.</li> <li>2. O funcionário verifica se as sugestões estão corretas, desmarcando relações feitas erroneamente e marcando relações que não foram sugeridas.</li> <li>3. O funcionário clica em “Enviar Atualizações”</li> <li>4. O funcionário clica em “Próximo passo” para seguir com a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Associar atores que desempenham o mesmo papel*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Associar atores que desempenham o mesmo papel
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Identificar atores que apresentam identificações diferentes nos modelos de processos de negócio, mas que desempenham o mesmo papel
<b>Precondições</b>	1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A ferramenta apresenta uma lista com todos os atores presentes nos processos de negócio.</li> <li>2. O funcionário seleciona o ator que melhor representa o papel.</li> <li>3. O funcionário seleciona os atores que são semelhantes ao ator principal.</li> <li>4. O funcionário clica em “Enviar”.</li> <li>5. O funcionário seleciona um novo ator para associar ou clica em “Próximo passo” para seguir com a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	1. Todos os atores representam papéis únicos e específicos
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Associar tarefas equivalentes*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Associar tarefas equivalentes
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Identificar tarefas que pertencem a diferentes processos de negócio, mas que representam a mesma atividade
<b>Precondições</b>	1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A ferramenta apresenta uma lista com as tarefas e os respectivos processos onde são executadas.</li> <li>2. O funcionário seleciona uma tarefa.</li> <li>3. A ferramenta apresenta uma lista de possíveis tarefas equivalentes.</li> <li>4. O funcionário confirma as tarefas que apresentam equivalência com a tarefa selecionada.</li> <li>5. O funcionário clica em “Relacionar Tarefas”.</li> <li>6. O funcionário seleciona uma nova tarefa para associar ou clica em “Próximo passo” para seguir com a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	1. Todas as tarefas representam atividades únicas e específicas
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Registrar unidades organizacionais*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Registrar unidades organizacionais
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Definir as unidades organizacionais que participam da execução dos processos de negócio
<b>Precondições</b>	-
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O funcionário da Equipe de TI escolhe a opção “Adicionar setores” no botão de menu.</li> <li>2. O funcionário adiciona um novo setor, a descrição do mesmo, relaciona os processos que são referentes a esse setor e clica em “Enviar”.</li> </ol>
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Acessar heurísticas de instanciação*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Acessar heurísticas de instanciação
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Auxiliar o usuário a instanciar o modelo arquitetural utilizando os resultados das análises dos modelos de processo de negócio
<b>Precondições</b>	1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente 2. A análise dos <i>links</i> de interoperabilidade deve ter sido realizada previamente
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	1. O funcionário da Equipe de TI escolhe a opção “Instanciar Arquitetura” no botão de menu. 2. A ferramenta apresenta as heurísticas de instanciação juntamente com os respectivos elementos afetados por ela e que foram levantados durante a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

*Caso de uso: Validar links de interoperabilidade*

<b>Ferramenta de Apoio</b>	
<b>Caso de Uso</b>	Validar <i>links</i> de interoperabilidade
<b>Ator</b>	Equipe de TI
<b>Objetivo</b>	Definir os sistemas que interoperam durante a execução dos processos de negócio e quais tarefas geram essa interoperabilidade
<b>Precondições</b>	1. Os modelos de processo de negócio devem ter sido analisados previamente 2. As tarefas que compõem os processos devem ter sido descritas 3. Os sistemas que apoiam a execução dos processos devem ter sido confirmados ou adicionados e descritos 4. A relação entre sistemas e tarefas deve ter sido validada
<b>Disparador</b>	A Equipe de TI recebe do Escritório de Processos os modelos de processos de negócio para serem analisados
<b>Cenário</b>	1. A ferramenta apresenta uma lista de sugestões de <i>links</i> de interoperabilidade entre os diferentes sistemas. 2. O funcionário valida essas sugestões selecionando relacionamentos não apresentados ou eliminando os que foram apresentados erroneamente. 3. O funcionário clica em “Enviar” para finalizar a análise dos <i>links</i> de interoperabilidade.
<b>Exceções</b>	-
<b>Pós-condições</b>	-

## **APÊNDICE II. Termo de consentimento e Questionário de Caracterização de Perfil do Participante**

### **Pesquisa sobre integração entre sistemas de informação da organização**

Prezado(a) Entrevistado(a),

Em função da sua experiência de trabalho em alguma unidade organizacional (setor) do Instituto Federal Fluminense (IFF), nós gostaríamos de convidá-lo(a) a participar de uma entrevista semiestruturada com o objetivo de avaliar as relações que acontecem entre as unidades organizacionais (setores) do IFF, os processos de negócio modelados para atingir metas organizacionais e os sistemas de informação envolvidos. O entendimento dessas relações nos ajudará a compreender os links de interoperabilidade existentes em torno dos sistemas de informação.

Desde já, obrigado por concordar em participar da nossa pesquisa.

Esta pesquisa de opinião é conduzida por Lucas Oliveira (estudante de mestrado do SAEG/IFF) e por Ester Nunes e Davi Carvalho (bolsistas de Iniciação Científica) sob supervisão dos professores Juliana Fernandes (IFPI), Aline Vasconcelos (IFF) e Rodrigo Santos (UNIRIO).

A pesquisa é dividida em duas seções: (1) perguntas sobre seu perfil profissional (a ser respondida logo após o aceite de participação); (2) apresentação dos cenários que representam as relações com questões que visam avaliar as relações apresentadas (a ser apresentada na data e horário marcado da entrevista online).

Sua contribuição é extremamente importante para esta pesquisa. Desde já, agradecemos sua gentil colaboração!

Lucas Oliveira (IFF)

Ester Nunes (IFF)

Davi Carvalho (IFF)

Juliana Fernandes (IFPI)

Aline Vasconcelos (IFF)

Rodrigo Santos (UNIRIO)

**\*Obrigatório**

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

Por conta de sua experiência e conhecimento referentes ao nosso objeto de estudo gostaríamos de sua ajuda para avaliar os resultados de nossa pesquisa. Ao responder esta pesquisa você permite que os pesquisadores obtenham, usem e divulguem as informações fornecidas anonimamente conforme descrito abaixo.

#### **CONDIÇÕES**

1. Eu entendo que todas as informações são confidenciais. Eu não serei pessoalmente identificado e concordo em concluir a entrevista para fins de pesquisa. Os dados derivados dessa pesquisa anônima podem ser publicados em periódicos, conferências e publicações em blogs.
2. Entendo que minha participação neste estudo de pesquisa é totalmente voluntária e que recusar participar não envolverá penalidade ou perda de benefícios. Se eu escolher, posso retirar minha participação a qualquer momento. Eu

também entendo que, se eu optar por participar, posso me recusar a responder questões abertas as quais eu não me sinta confortável para responder.

3. Entendo que posso entrar em contato com os pesquisadores se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa. Estou ciente que meu consentimento não me beneficiará diretamente. Também estou ciente que os autores manterão os dados coletados em perpetuidade e poderão utilizar os dados para trabalhos acadêmicos futuros.

4. Ao escolher a opção abaixo de concordar participar da entrevista, eu livremente forneço consentimento e reconheço meus direitos como participante voluntário(a) da pesquisa, conforme descrito acima, e forneço consentimento aos pesquisadores para usar minhas informações na condução desta pesquisa.

1. Você concorda em participar da entrevista? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo em participar
- Não concordo em participar

## Seção 2. Caracterização do Perfil Profissional

2. Qual é o seu e-mail? (Opcional)

Caso você queira receber o relatório final com os resultados desta pesquisa, por gentileza, forneça o seu e-mail.

---

3. Em que Unidade Organizacional (Setor) do IFF você atua atualmente? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Registro Acadêmico
- Diretoria de Assistência Estudantil
- Reitoria
- Coordenação de Curso
- Tecnologia da Informação (DTIC)
- Outro:

4. Há quanto tempo você atua na Unidade Organizacional (Setor) marcada? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Há menos de 1 ano
- Entre 1 e 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Há mais de 10 anos

5. Qual é a sua ocupação atual nessa Unidade Organizacional (Setor)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Bolsista ou Estagiário(a)
- Auxiliar Administrativo
- Técnico Administrativo
- Gerente
- Coordenador
- Diretor
- Analista ou Desenvolvedor de Sistemas
- Outro: \_\_\_\_\_

6. Como você julga seu grau conhecimento com Sistema de Informação / Tecnologia de Informação / Informática? \* *Marcar apenas uma oval.*

- Sou Especialista
- Tenho Muito Conhecimento
- Tenho Pouco Conhecimento
- Não Tenho Conhecimento

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários

### APÊNDICE III. Formulário de Estrutura das Entrevistas com os Stakeholders

## Avaliação de Cenários que Representam as Relações entre Unidades Organizacionais, Processos de Negócio e Sistemas de Informação

Prezado(a) Entrevistado(a),

Em função da sua experiência de trabalho em alguma unidade organizacional (setor) do Instituto Federal Fluminense (IFF), nós gostaríamos de convidá-lo(a) a participar de uma entrevista semi-estruturada com o objetivo de avaliar as relações que acontecem entre as unidades organizacionais (setores) do IFF, os processos de negócio modelados para atingir metas organizacionais e os sistemas de informação envolvidos. O entendimento dessas relações nos ajudará a compreender os links de interoperabilidade existentes em torno dos sistemas de informação. Desde já, obrigado por concordar em participar da nossa pesquisa.

Esta pesquisa de opinião é conduzida por Lucas Oliveira (estudante de mestrado do SAEG/IFF) e por Ester Nunes e Davi Carvalho (bolsistas de Iniciação Científica) sob supervisão dos professores Juliana Fernandes (IFPI), Aline Vasconcelos (IFF) e Rodrigo Santos (UNIRIO).

A pesquisa está dividida em mais seções: (1) perguntas sobre seu perfil profissional; (2) apresentação dos cenários que representam as relações com questões que visam avaliar as relações apresentadas.

Sua contribuição é extremamente importante para esta pesquisa. Desde já, agradecemos sua gentil colaboração!

Lucas Oliveira (IFF)

Ester Nunes (IFF)

Davi Carvalho (IFF)

Juliana Fernandes (IFPI)

Aline Vasconcelos (IFF)

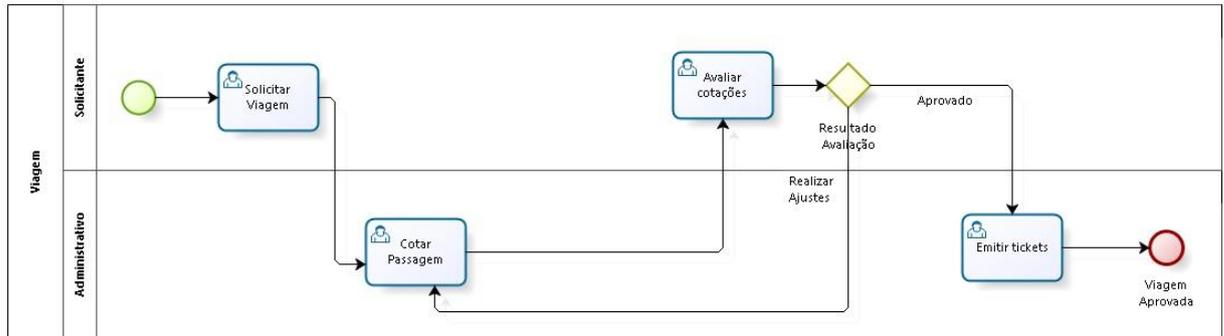
Rodrigo Santos (UNIRIO)

**\*Obrigatório**

1. Endereço de e-mail \*

---

## Exemplo de Processo de Negócio



Nesta seção um conjunto de proposições é proposto para explicar como acontecem os relacionamentos entre as unidades organizacionais (setores) do IFF e os sistemas de informações envolvidos na execução dos processos de negócios da organização.

### Cenários da proposição 1

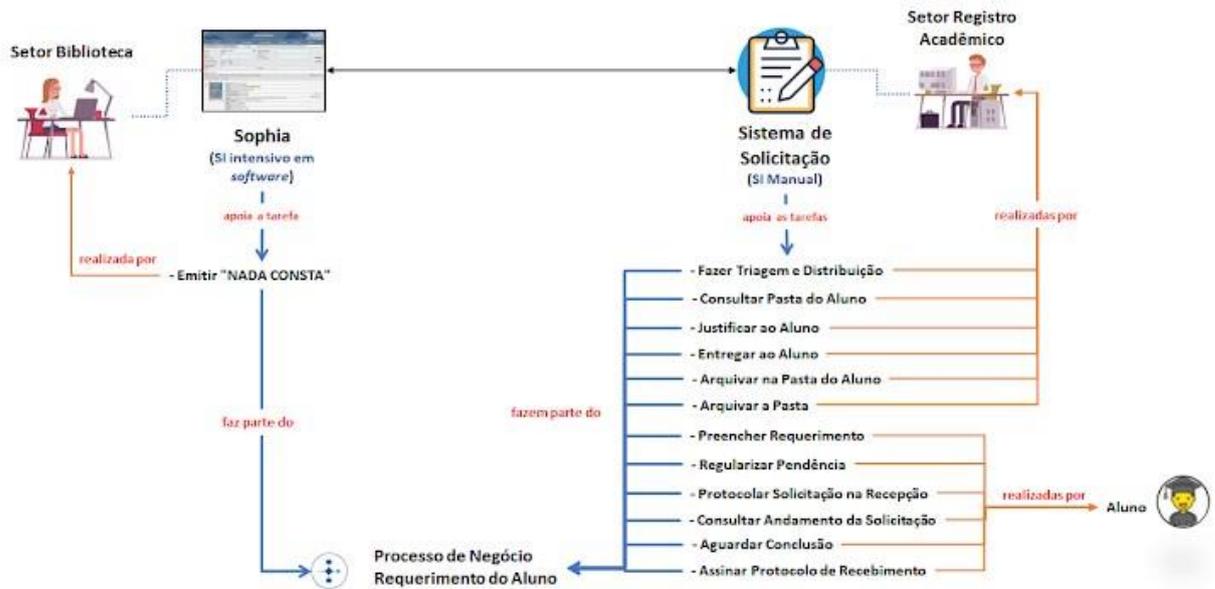
Orientações para análise das proposições:

1. Leia cada proposição;
2. Analise a proposição por meio do cenário que representa essa proposição;
3. Marque sua resposta (eu concordo / concordo parcialmente / não concordo / desconheço);
4. Justifique sua opinião com comentários e exemplos. Por favor, ajude-nos a melhorar o entendimento das relações entre setores, processos e sistemas de informação adicionando sugestões.(opcional)

### Cenário 1

Processo de Requerimento de Aluno (Coleta do "NADA CONSTA")

Cenário 1 que ilustra a proposição 1



Proposição 1 - Um sistema de informação (SI) pode pertencer a uma ou várias unidades organizacionais. O SI é de um tipo (manual ou de software). Um SI apoia a execução de uma ou várias tarefas de um processo de negócio ou subprocesso modelado. Uma tarefa é realizada por um ator, embora um ator possa realizar uma ou várias tarefas.

2. Com base na proposição 1, avalie a adequabilidade do cenário 1. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

3. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

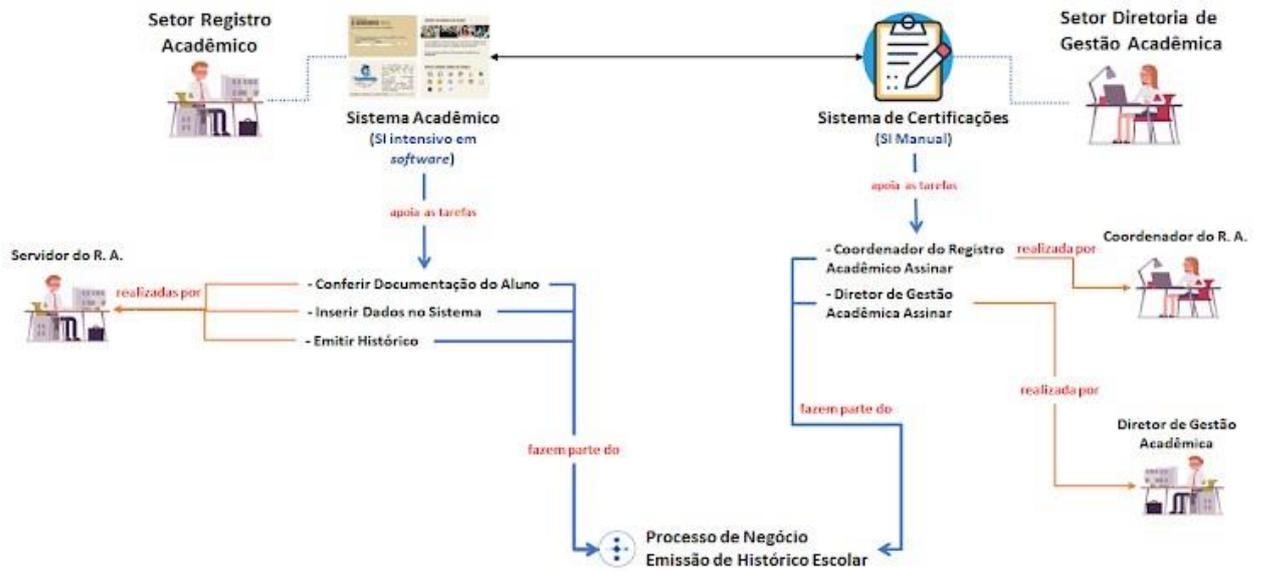


---

## Cenário 2

Processo de Emissão de Histórico Escolar

Cenário 2 que ilustra a proposição 1



4. Com base na proposição 1, avalie a adequabilidade do cenário 2. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

5. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

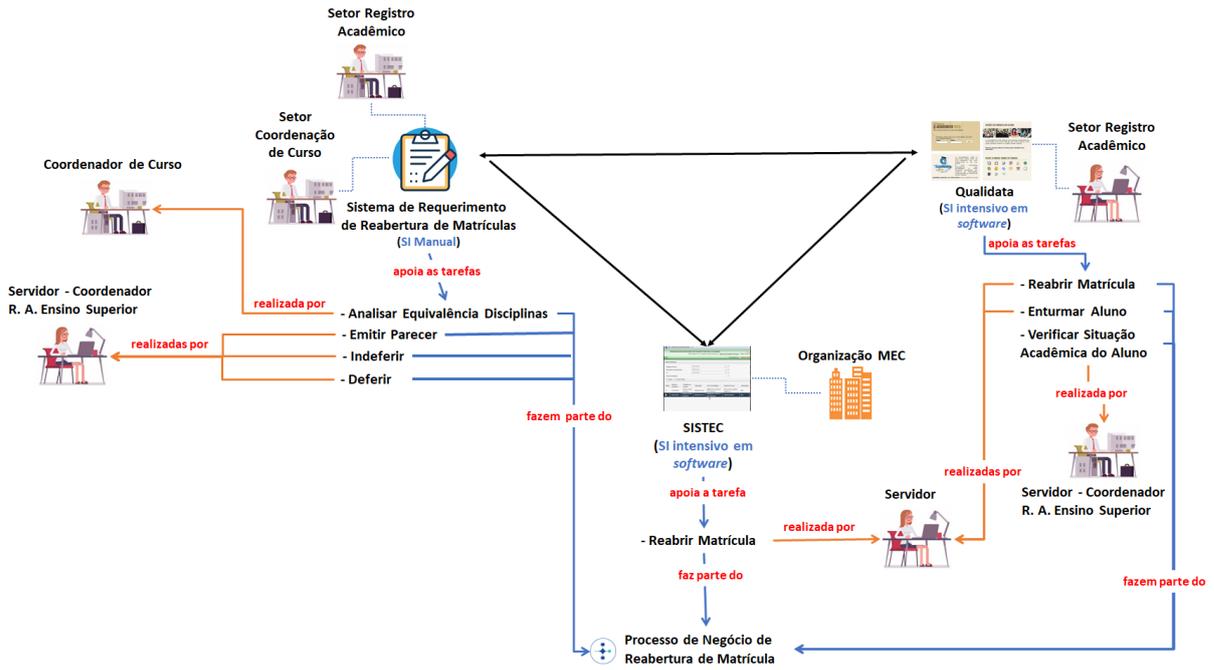


---

Cenário 3

Processo de Reabertura de Matrícula

Cenário 3 que ilustra a proposição 1



6. Com base na proposição 1, avalie a adequabilidade do cenário 3. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

7. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

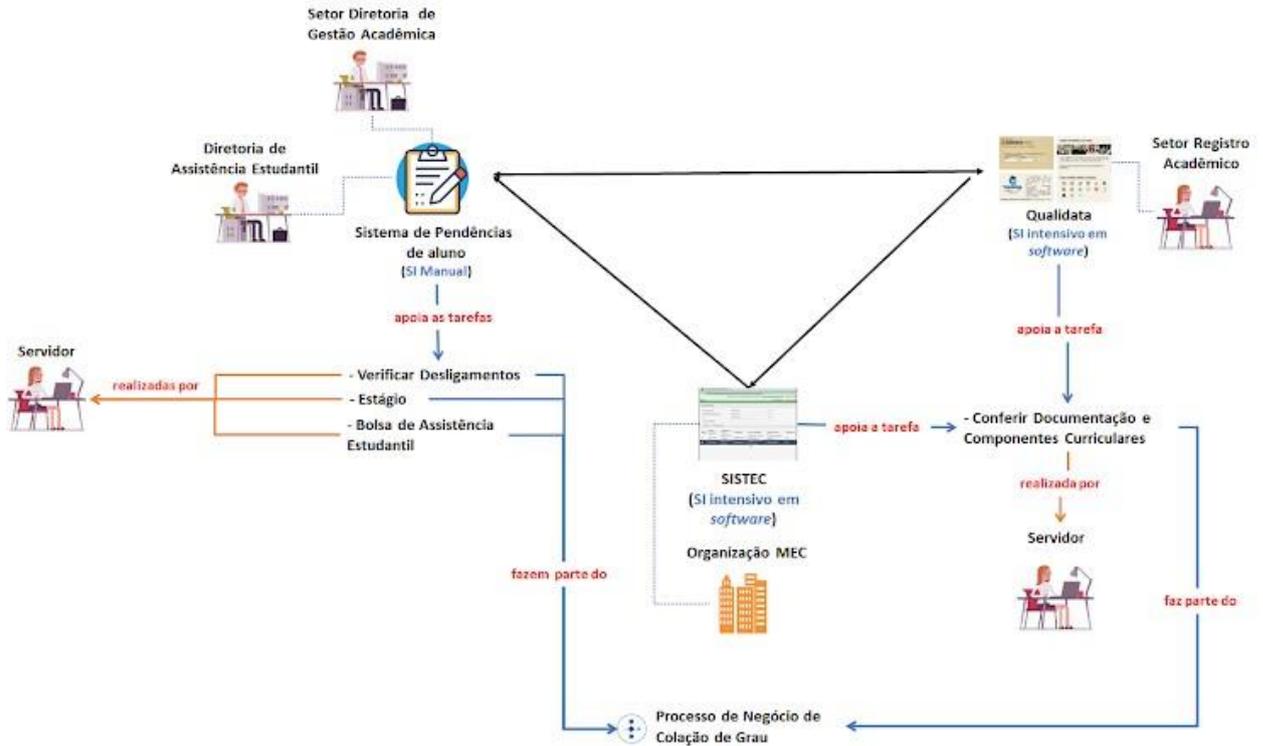


---

#### Cenário 4

Processo de Colação de Grau

Cenário 4 que ilustra a proposição 1



8. Com base na proposição 1, avalie a adequabilidade do cenário 4. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo  
 Concordo parcialmente  
 Discordo  
 Desconheço

9. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---



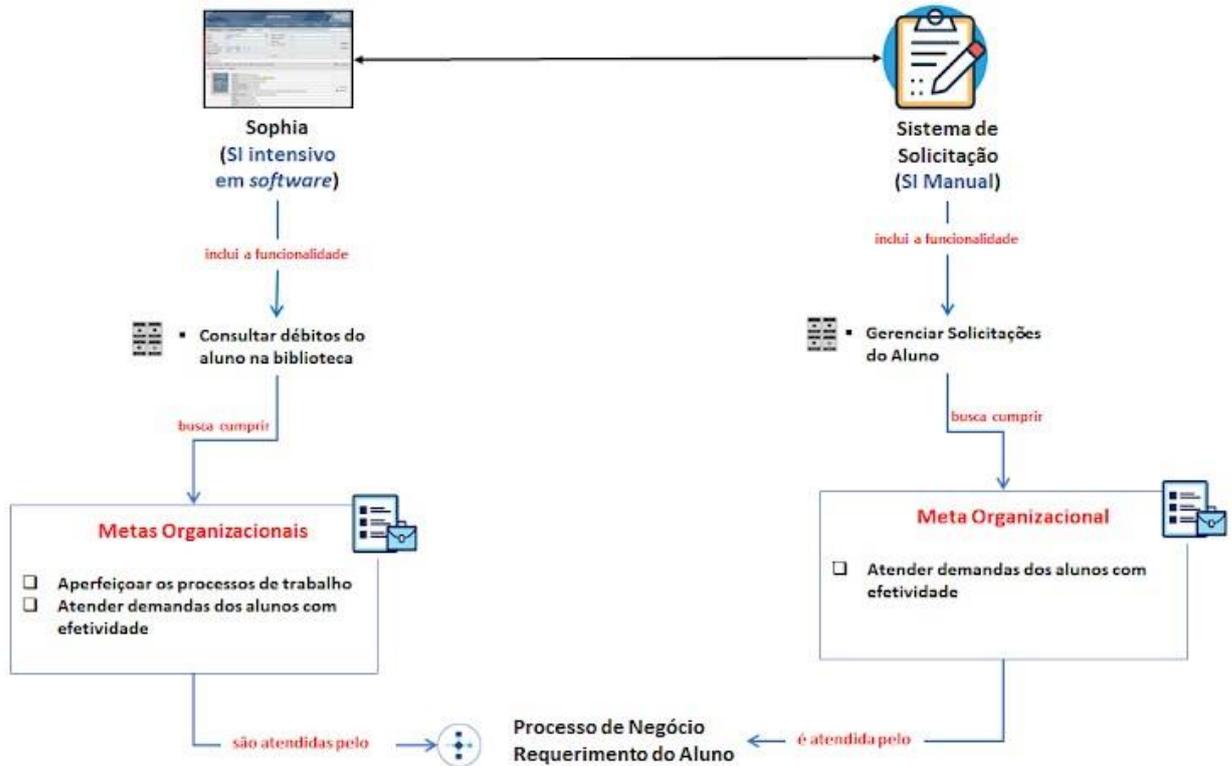
---

## Cenários da Proposição 2

### Cenário 1

Processo de Requerimento de Aluno (Coleta do "NADA CONSTA")

Cenário 1 que ilustra a proposição 2



Proposição 2 - Um sistema de informação (SI) possui várias funcionalidades que buscam cumprir um ou vários requisitos de negócio (metas organizacionais). As metas organizacionais são atendidas por um ou vários processos de negócio.

10. Com base na proposição 2, avalie a adequabilidade do cenário 1. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

11. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

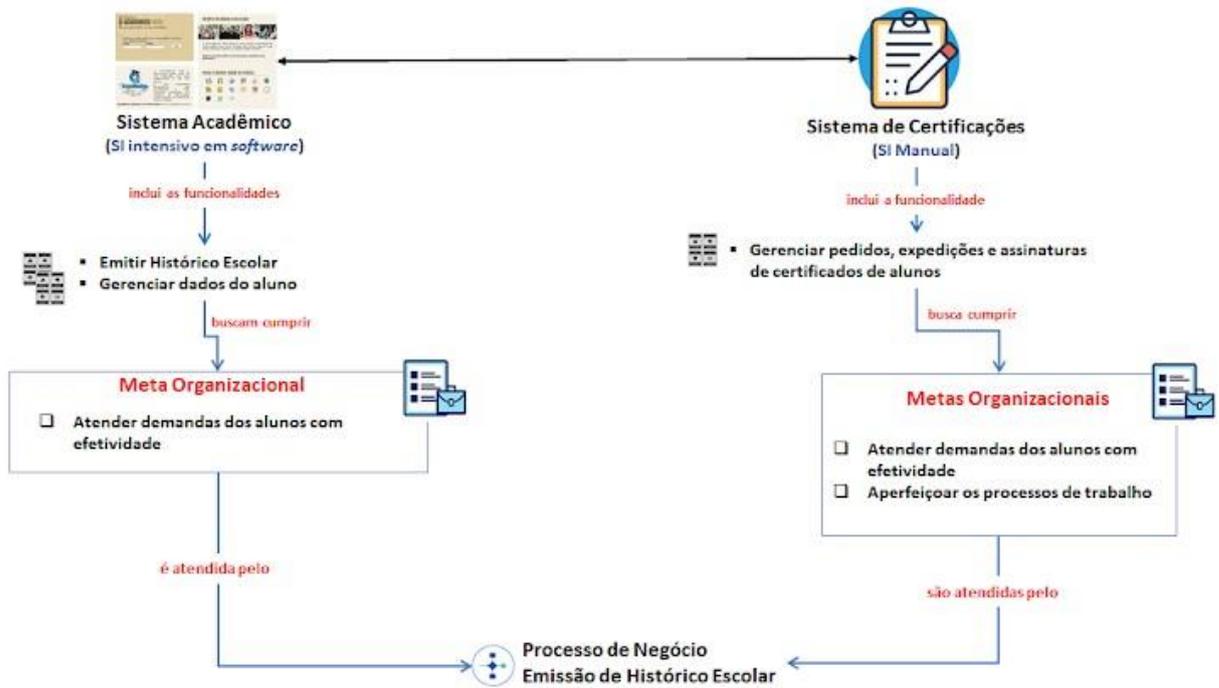


---

## Cenário 2

Processo de Emissão de Histórico Escolar

Cenário 2 que ilustra a proposição 2



12. Com base na proposição 2, avalie a adequabilidade do cenário 2. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

13. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

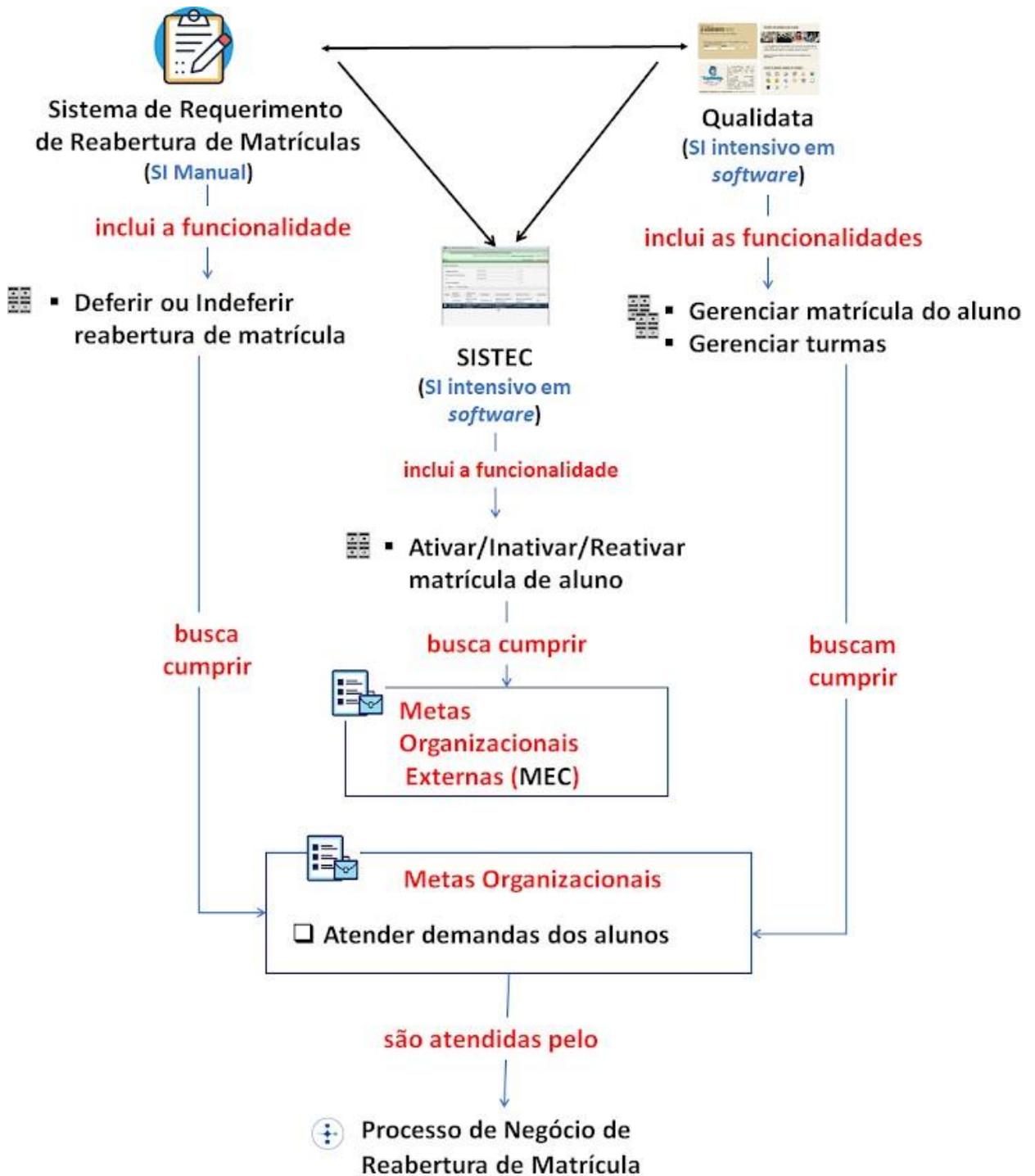


---

## Cenário 3

Processo de Reabertura de Matrícula

Cenário 3 que ilustra a proposição 2



14. Com base na proposição 2, avalie a adequabilidade do cenário 3. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

15. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

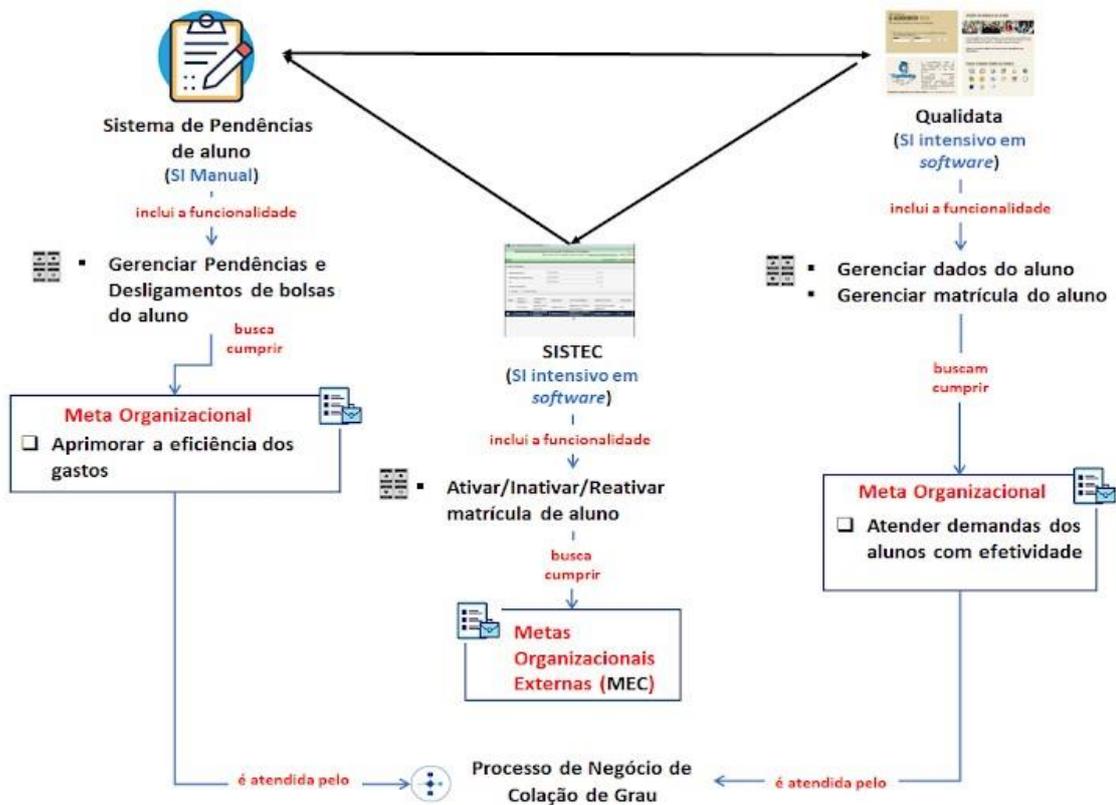


---

**Cenário 4**

Processo de Colação de Grau

Cenário 4 que ilustra a proposição 2



16. Com base na proposição 2, avalie a adequabilidade do cenário 4. \*

---

Marcar apenas uma oval.

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

17. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---



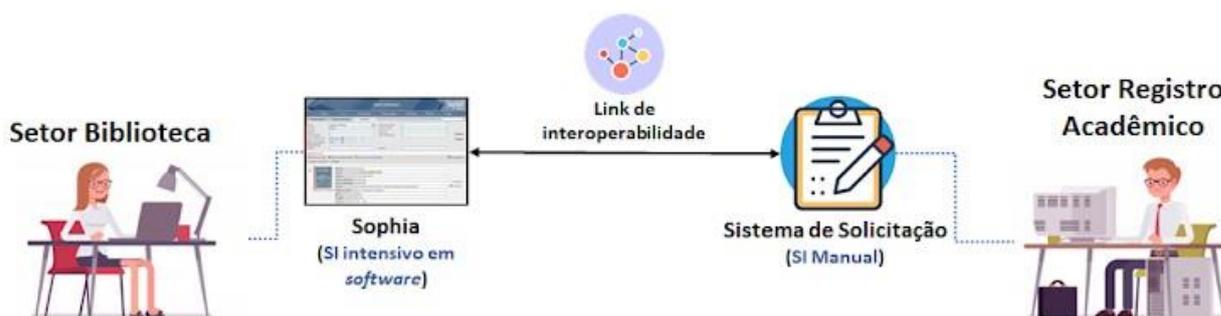
---

### Cenários da Proposição 3

#### Cenário 1

Processo de Requerimento de Aluno (Coleta do "NADA CONSTA")

Cenário 1 que ilustra a proposição 3



Proposição 3 - Um link de interoperabilidade relaciona dois ou mais sistemas de informação.

18. Com base na proposição 3, avalie a adequabilidade do cenário 1. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

19. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

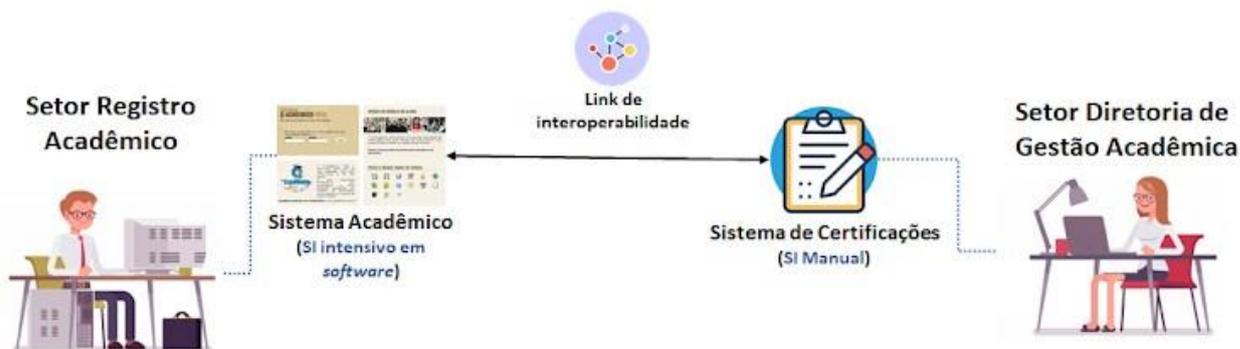


---

## Cenário 2

Processo de Emissão de Histórico Escolar

Cenário 2 que ilustra a proposição 3



20. Com base na proposição 3, avalie a adequabilidade do cenário 2. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

21. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

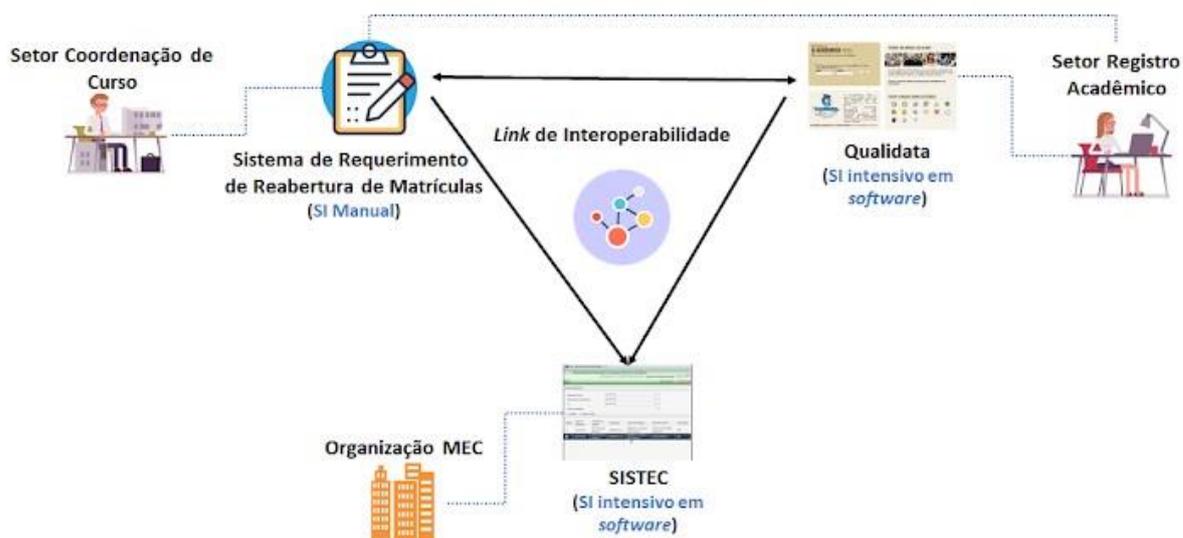


---

### Cenário 3

Processo de Reabertura de Matrícula

Cenário 3 que ilustra a proposição 3



22. Com base na proposição 3, avalie a adequabilidade do cenário 3. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

23. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---

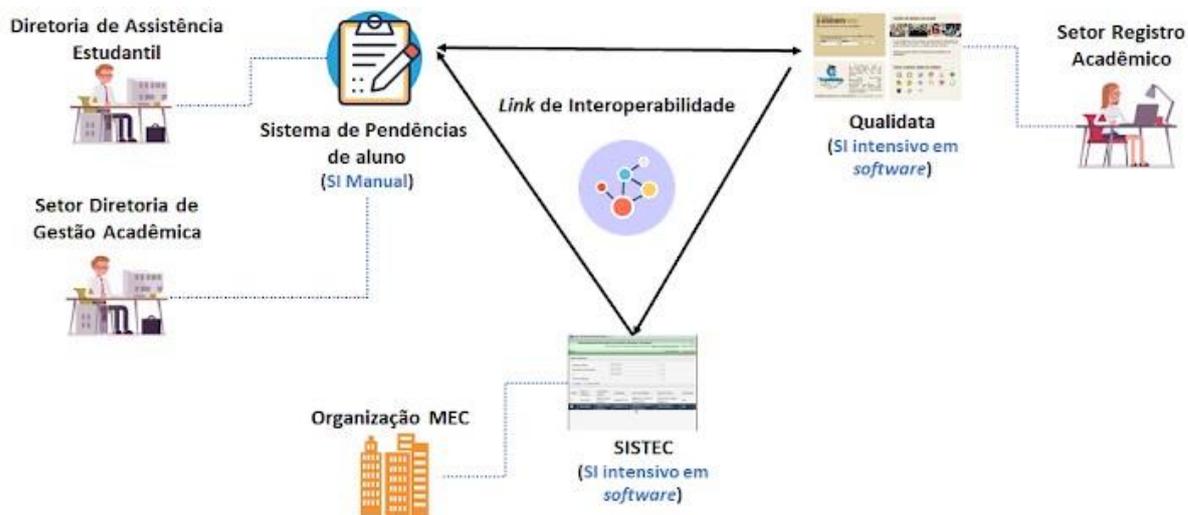


---

## Cenário 4

Processo de Colação de Grau

Cenário 4 que ilustra a proposição 3



24. Com base na proposição 3, avalie a adequabilidade do cenário 4. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo
- Concordo parcialmente
- Não concordo
- Desconheço

25. Comente sua resposta e, se desejar, registre sugestões e/ou exemplos.

---



---

Seção 4. Comentários do Respondente

26. Com base nesses cenários que melhoria você aponta para o atendimento das metas organizacionais?

---

---

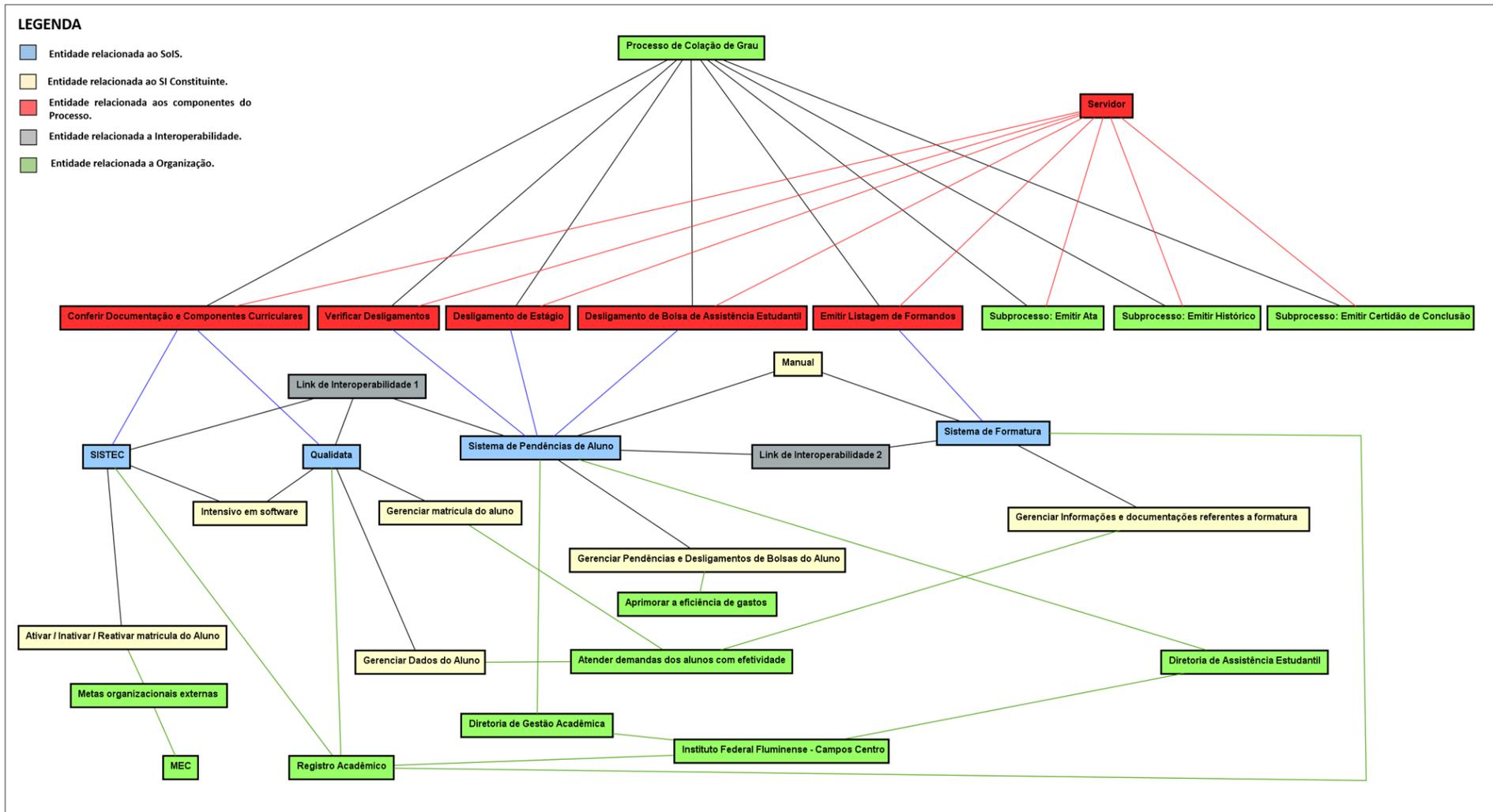
---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

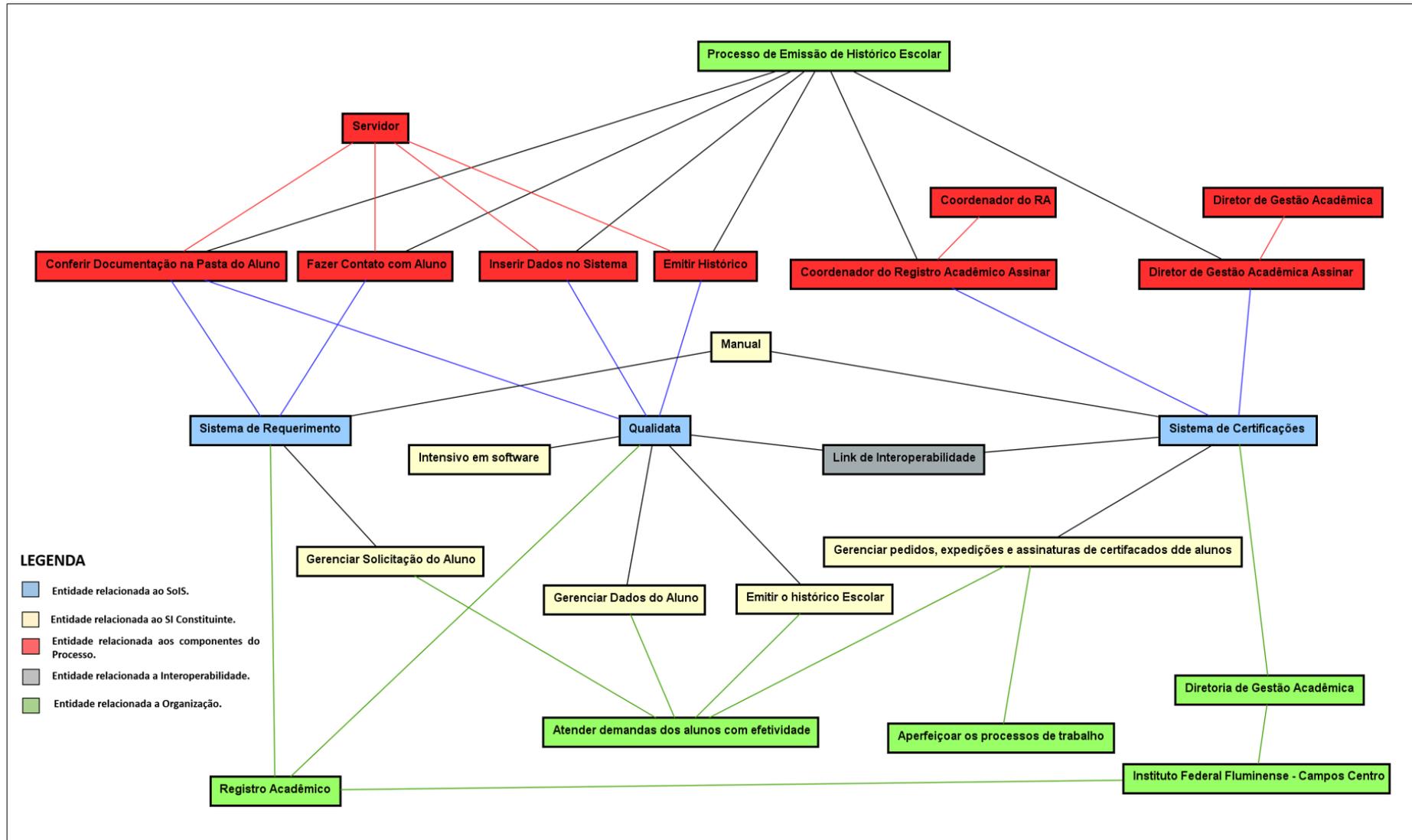
**Google** Formulários

## APÊNDICE IV. Instâncias do Modelo Arquitetural de SoIS

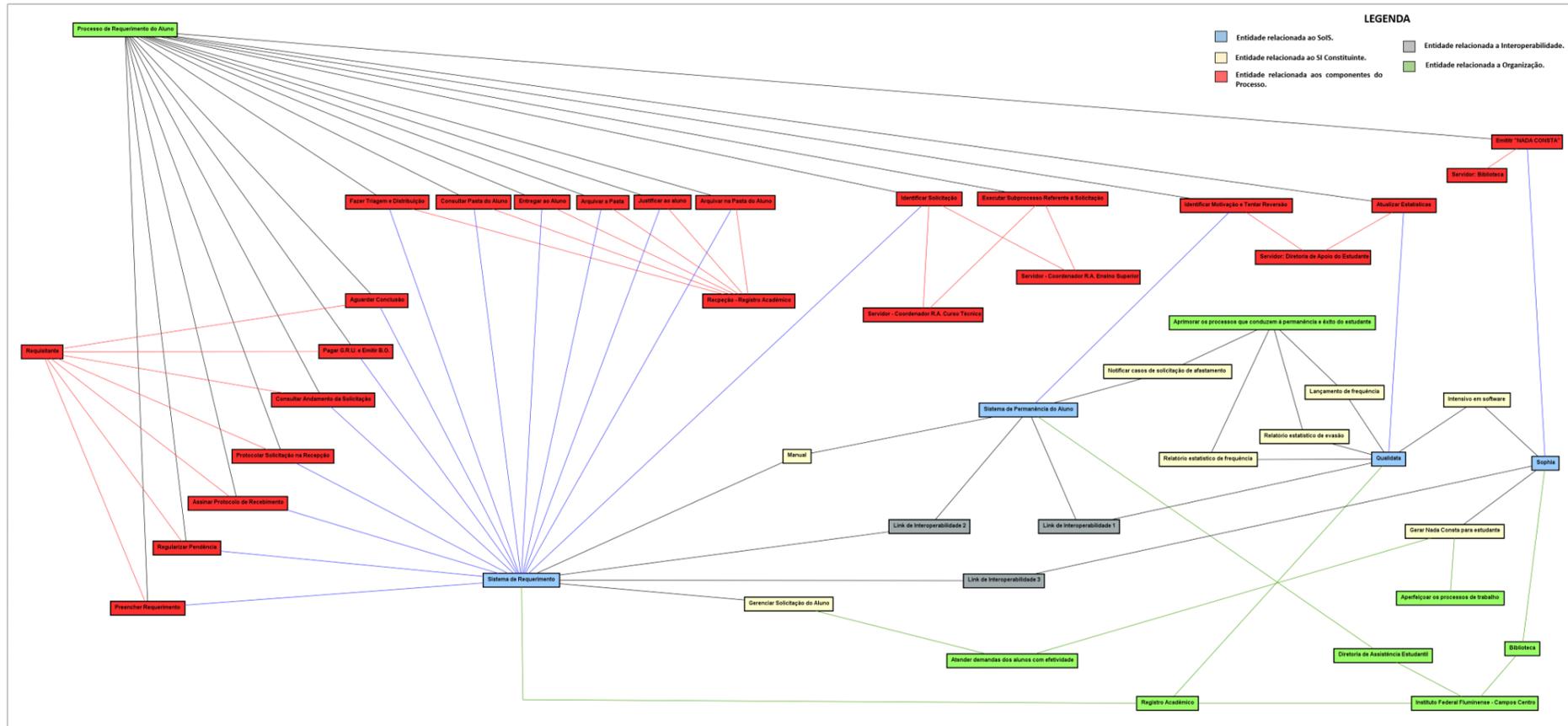
*Instância do modelo arquitetural de SoIS: Processo de Colação de Grau*



Instância do modelo arquitetural de SoIS: Processo de Emissão de Histórico Escolar



Instância do modelo arquitetural de SoIS: Processo de Requerimento do Aluno



## APÊNDICE V. Instâncias do Mapa de Elementos Simplificado

*Instância do mapa de elementos simplificado (versão de TI)*

Processos de Negócio	Sistemas Constituintes	Links de Interoperabilidade	Funcionalidade Implementada
[BP-01] Solicitação de Matrícula	[IS-01] SUAP	[IL-01] IS-01 + IS-02 (BP-02)	[IF-01] Gerenciar processo de matrícula de novos alunos (IS-05)
[BP-02] Solicitação de Rematricula	[IS-02] Sistema Acadêmico Qualidata	[IL-02] IS-01 + IS-02 (BP-03)	[IF-02] Manter matrícula do aluno (IS-02)
[BP-03] Solicitar Créditos de Outras Instituições	[IS-03] Sistema de Email	[IL-03] IS-01 + IS-02 (BP-06)	[IF-03] Manter documentação e dados do aluno (IS-04)
[BP-04] Solicitação de Declarações	[IS-04] Pasta do Aluno	[IL-04] IS-01 + IS-02 (BP-07)	[IF-04] Enviar e receber emails (IS-03)
[BP-05] Solicitação de Histórico Escolar Parcial	[IS-05] Formulário de Matrícula	[IL-05] IS-01 + IS-03 (BP-02)	[IF-05] Manter processos internos da organização (IS-01)
[BP-06] Solicitação de Defesa	[IS-06] Formulário de Rematricula	[IL-06] IS-01 + IS-03 (BP-04)	[IF-06] Manter solicitações de documentos/certidões do aluno (IS-01 / IS-02)
[BP-07] Solicitação de Conclusão de Curso	[IS-07] Sistema de Documentação para Encerramento do Curso	[IL-07] IS-01 + IS-03 (BP-05)	[IF-07] Manter rematricula do aluno (IS-06)
		[IL-08] IS-01 + IS-03 (BP-06)	[IF-08] Manter dados acadêmicos do aluno (IS-02)
		[IL-09] IS-01 + IS-04 (BP-06)	[IF-09] Manter documentação necessária para solicitação de conclusão do curso (IS-07)
		[IL-10] IS-01 + IS-06 (BP-02)	
		[IL-11] IS-02 + IS-03 (BP-02)	
		[IL-12] IS-02 + IS-03 (BP-07)	
		[IL-13] IS-02 + IS-04 (BP-03)	
		[IL-14] IS-03 + IS-01 (BP-03)	
		[IL-15] IS-04 + IS-02 (BP-01)	
		[IL-16] IS-05 + IS-02 (BP-01)	
		[IL-17] IS-06 + IS-03 (BP-02)	
		[IL-18] IS-07 + IS-01 (BP-07)	
		[IL-19] IS-07 + IS-03 (BP-07)	

Instância do mapa de elementos simplificado (versão de negócio)

Processos de Negócio	Sistemas Constituintes	Atores	Tarefas
[BP-01] Solicitação de Matrícula	[IS-01] SUAP	[AT-01] Candidato Convocado	[TA-27] Solicitar formulário para email do curso (AT-03 / IS-03 / BP-03)
[BP-02] Solicitação de Rematrícula	[IS-02] Sistema Acadêmico Qualidata	[AT-02] Secretaria Acadêmica	[TA-28] Preencher formulário (AT-03 / IS-03 / BP-03)
[BP-03] Solicitar Créditos de Outras Instituições	[IS-03] Sistema de Email	[AT-03] Discente	[TA-29] Enviar comprovante (AT-03 / IS-03 / BP-03)
[BP-04] Solicitação de Declarações	[IS-04] Pasta do Aluno	[AT-04] Orientador	[TA-30] Enviar formulário de créditos (AT-02 / IS-03 / BP-03)
[BP-05] Solicitação de Histórico Escolar Parcial	[IS-05] Formulário de Matrícula	[AT-05] Solicitante	[TA-31] Receber formulário (AT-02 / IS-03 / BP-03)
[BP-06] Solicitação de Defesa	[IS-06] Formulário de Rematrícula	[AT-06] Coordenação	[TA-32] Solicitar Declaração (AT-02 / IS-03 / BP-03)
[BP-07] Solicitação de Conclusão de Curso	[IS-07] Sistema de Documentação para Encerramento do Curso		[TA-33] Informar por email ao aluno (AT-02 / IS-03 / BP-03)
			[TA-34] Registrar nota/conceito no sistema acadêmico (AT-02 / IS-02 / BP-03)
			[TA-35] Atualizar pasta do aluno (AT-02 / IS-04 / BP-03)
			[TA-36] Abrir processo no SUAP e inserir formulário (AT-02 / IS-01 / BP-03)
			[TA-37] Solicitar assinatura do Orientador (AT-02 / IS-01 / BP-03)
			[TA-38] Registrar a disciplina/instituição (AT-02 / IS-01 / BP-03)
			[TA-39] Anexar ao processo e finalizar SUAP (AT-02 / IS-01 / BP-03)
			[TA-40] Verificar formulário (AT-04 / IS-01 / BP-03)
			[TA-41] Assinar documento (AT-04 / IS-01 / BP-03)
			[TA-42] Justificar recusa (AT-04 / IS-01 / BP-03)
			[TA-43] Solicitar a declaração desagida através de email do curso (AT-05 / IS-03 / BP-04)
			[TA-44] Enviar email ao Solicitante informado (AT-02 / IS-03 / BP-04)
			[TA-45] Enviar declaração por email ao Solicitante (AT-02 / IS-03 / BP-04)
			[TA-46] Verificar os dados necessários (AT-02 / IS-01 / BP-04)
			[TA-47] Elaborar declaração no SUAP (AT-02 / IS-01 / BP-04)
			[TA-48] Solicitar assinatura do Coordenador (AT-02 / IS-01 / BP-04)
			[TA-49] Verificar declaração (AT-06 / IS-01 / BP-04)
			[TA-50] Justificar a negativa (AT-06 / IS-01 / BP-04)
			[TA-51] Assinar a declaração (AT-06 / IS-01 / BP-04)
			[TA-52] Solicitar o histórico parcial através de email do curso (AT-03 / IS-03 / BP-05)
			[TA-53] Enviar email ao solicitante (AT-02 / IS-03 / BP-05)
			[TA-54] Avisar ao solicitante a retirada do documento (AT-02 / IS-01 - IS-03 / BP-05)
			[TA-55] Verificar dados necessários (AT-02 / IS-01 / BP-05)
			[TA-56] Abrir processo no SUAP solicitando o histórico (AT-02 / IS-01 / BP-05)
			[TA-57] Solicitar a defesa através de Requerimento de Banca e gerar o processo no SUAP (AT-04 / IS-01 / BP-06)
			[TA-58] Anexar ao processo um ofício com as informações após a defesa (AT-04 / IS-01 / BP-06)
			[TA-59] Solicitar as assinaturas digitais dos membros externos do IFB no arquivo pdf (AT-04 / IS-03 / BP-06)
			[TA-60] Anexar a ata com as devidas assinaturas no mesmo processo do SUAP (AT-04 / IS-01 / BP-06)
			[TA-61] Enviar as declarações aos membros externos (AT-04 / IS-03 / BP-06)
			[TA-62] Avaliar a Banca solicitada (AT-06 / IS-01 / BP-06)
			[TA-63] Elaborar a ATA da Defesa no SUAP (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-64] Completar as informações ao ATA (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-65] Solicitar assinaturas da Banca dos membros internos pelo SUAP (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-66] Preparar as Declarações da Banca e anexar no sistema para os devidos acessos (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-67] Lançar a nota/conceito no sistema acadêmico (AT-02 / IS-02 / BP-06)
			[TA-68] Verificar se há na banca membros externos ao IFB (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-69] Solicitar do Orientador as providências (AT-02 / IS-03 / BP-06)
			[TA-70] Verificar se o processo possui todos os documentos necessários (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-71] Finalizar processo SUAP (AT-02 / IS-01 / BP-06)
			[TA-72] Imprimir a Ata e inserir na pasta do aluno (AT-02 / IS-04 / BP-06)
			[TA-73] Entregar a versão final da dissertação com as devidas assinaturas (AT-03 / IS-07 / BP-07)
			[TA-74] Entregar demais documentos de acordo com regulamento do Curso (AT-03 / IS-07 / BP-07)
			[TA-75] Verificar toda documentação (AT-02 / IS-07 / BP-07)
			[TA-76] Informar ao aluno as devidas irregularidades (AT-02 / IS-03 / BP-07)
			[TA-77] Informar ao solicitante por email a retirada do documento (AT-02 / IS-03 / BP-07)
			[TA-78] Abrir processo no SUAP para as devidas solicitações (AT-02 / IS-01 / BP-07)
			[TA-79] Solicitar Certidão de Conclusão (AT-02 / IS-01 - IS-02 / BP-07)
			[TA-80] Solicitar o Histórico (AT-02 / IS-01 - IS-02 / BP-07)
			[TA-81] Solicitar o diploma (AT-02 / IS-01 - IS-02 / BP-07)

## APÊNDICE VI. Formulário Estrutural da Avaliação dos Resultados com Especialista de SoIS

# Avaliação do Modelo Arquitetural Proposto

Prezado(a) Participante,

Esta avaliação é conduzida por Lucas Oliveira (estudante do Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão do Instituto Federal Fluminense - IFF) sob supervisão dos professores Aline Vasconcelos (IFF) e Rodrigo Santos (UNIRIO).

Sua contribuição é extremamente importante para esta pesquisa. Desde já, agradecemos sua gentil colaboração!

Lucas Oliveira (IFF)

Aline Vasconcelos (IFF)

Rodrigo Santos (UNIRIO)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Por conta de sua experiência e conhecimento referentes ao nosso objeto de estudo gostaríamos de sua ajuda para avaliar os resultados de nossa pesquisa. Ao responder esta pesquisa você permite que os pesquisadores obtenham, usem e divulguem as informações fornecidas anonimamente conforme descrito abaixo.

### CONDIÇÕES

1. Eu entendo que todas as informações são confidenciais. Eu não serei pessoalmente identificado e concordo em concluir o survey para fins de pesquisa. Os dados derivados dessa pesquisa anônima podem ser publicados em periódicos, conferências e publicações em blogs.
2. Entendo que minha participação neste estudo de pesquisa é totalmente voluntária e que recusar participar não envolverá penalidade ou perda de benefícios. Se eu escolher, posso retirar minha participação a qualquer momento. Eu também entendo que, se eu optar por participar, posso me recusar a responder questões abertas as quais eu não me sinta confortável para responder.
3. Entendo que posso entrar em contato com os pesquisadores se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa. Estou ciente que meu consentimento não me beneficiará diretamente. Também estou ciente que os autores manterão os dados coletados em perpetuidade e poderão utilizar os dados para trabalhos acadêmicos futuros.
4. Ao escolher a opção abaixo de concordar participar da entrevista, eu livremente forneço consentimento e reconheço meus direitos como participante voluntário(a) da pesquisa, conforme descrito acima, e forneço consentimento aos pesquisadores para usar minhas informações na condução desta pesquisa.

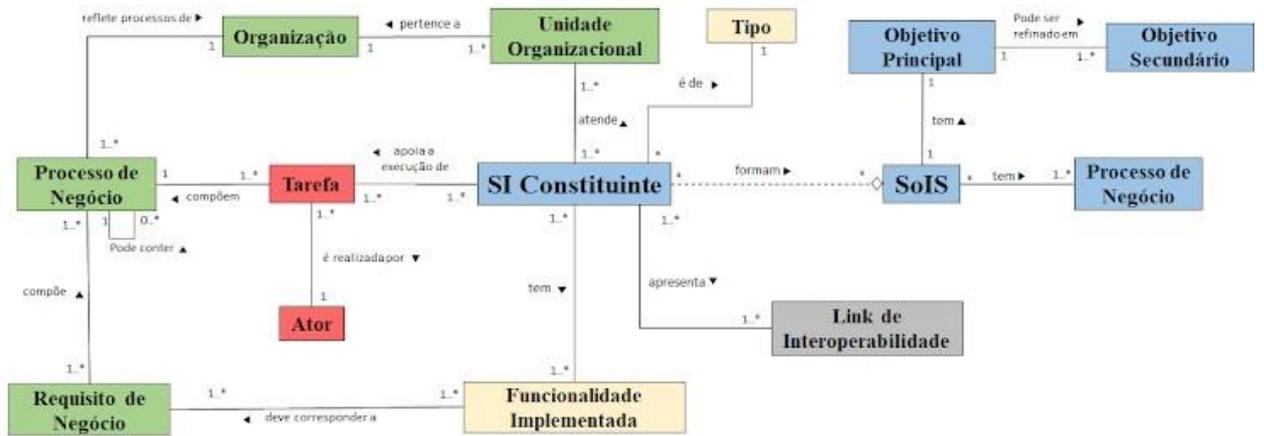
Você concorda em participar desta entrevista?

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo em participar
- Não concordo em participar

Apresentação do Modelo

Modelo Arquitetural de SoIS Proposto



**LEGENDA**

<p><span style="color: green;">■</span> Entidade relacionada a Organização. Fonte: (WESTLEY, 1990; MUELLER e LAWLER, 1999; TORTORELLO et al., 2012; ABPM, 2013)</p> <p><span style="color: red;">■</span> Entidade relacionada a Processo de Negócio. Fonte: (ABPM, 2013; DUMAS et al., 2013)</p> <p><span style="color: yellow;">■</span> Entidade relacionada ao SI Constituinte. Fonte: (MAIER, 1998; O'BRIEN e MARAKAS, 2005; DOD, 2008; ISO, 2011 ; GONÇALVES et al., 2014)</p>	<p><span style="color: blue;">■</span> Entidade relacionada ao SoIS. Fonte: (DAWENPORT,1993; LAUDON e LAUDON, 2011; ABPM, 2013; DUMAS et al., 2013; GONÇALVES et al., 2014; FERNANDES et al., 2018; TEIXEIRA et al. 2019)</p> <p><span style="color: gray;">■</span> Entidade relacionada a Interoperabilidade. Fonte: (FERNANDES et al., 2019)</p>
--	---

Mapa de Elementos

Processos de Negócio	Sistemas Constituintes	Links de Interoperabilidade	Funcionalidade Implementada	Legenda
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: green;">■</span> [BP-01] Exemplo de Processo de Negócio                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: blue;">■</span> [IS-01] Exemplo de Sistema de Informação Constituinte                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: gray;">■</span> [IL-01] IS-01 + IS-02 (BP-01)                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: yellow;">■</span> [IF-01] Exemplo de Funcionalidade Implementada (IS-01)                 </div>	

## Avaliação do Modelo

Questão 1 - O modelo representa elementos de processo de negócio que agregam valor à arquitetura de SOIS?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

Questão 2 - O modelo retrata características das três (3) dimensões de SI: Negócios, Pessoas e Tecnologia?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

Questão 3 - O modelo retrata de forma clara a interoperabilidade entre os Sistemas de Informação Constituintes? Aponte os links de interoperabilidade que você concorda e que discorda.

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

Questão 4 - O modelo apresenta de forma clara a rastreabilidade entre seus elementos?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários

## APÊNDICE VII. Formulário Estrutural da Avaliação dos Resultados com Especialista do domínio

# Avaliação do Modelo Arquitetural Proposto

Prezado(a) Participante,

Esta avaliação é conduzida por Lucas Oliveira (estudante do Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão do Instituto Federal Fluminense - IFF) sob supervisão dos professores Aline Vasconcelos (IFF) e Rodrigo Santos (UNIRIO).

Sua contribuição é extremamente importante para esta pesquisa. Desde já, agradecemos sua gentil colaboração!

Lucas Oliveira (IFF)

Aline Vasconcelos (IFF)

Rodrigo Santos (UNIRIO)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Por conta de sua experiência e conhecimento referentes ao nosso objeto de estudo gostaríamos de sua ajuda para avaliar os resultados de nossa pesquisa. Ao responder esta pesquisa você permite que os pesquisadores obtenham, usem e divulguem as informações fornecidas anonimamente conforme descrito abaixo.

### CONDIÇÕES

1. Eu entendo que todas as informações são confidenciais. Eu não serei pessoalmente identificado e concordo em concluir o survey para fins de pesquisa. Os dados derivados dessa pesquisa anônima podem ser publicados em periódicos, conferências e publicações em blogs.
2. Entendo que minha participação neste estudo de pesquisa é totalmente voluntária e que recusar participar não envolverá penalidade ou perda de benefícios. Se eu escolher, posso retirar minha participação a qualquer momento. Eu também entendo que, se eu optar por participar, posso me recusar a responder questões abertas as quais eu não me sinta confortável para responder.
3. Entendo que posso entrar em contato com os pesquisadores se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa. Estou ciente que meu consentimento não me beneficiará diretamente. Também estou ciente que os autores manterão os dados coletados em perpetuidade e poderão utilizar os dados para trabalhos acadêmicos futuros.
4. Ao escolher a opção abaixo de concordar participar da entrevista, eu livremente forneço consentimento e reconheço meus direitos como participante voluntário(a) da pesquisa, conforme descrito acima, e forneço consentimento aos pesquisadores para usar minhas informações na condução desta pesquisa.

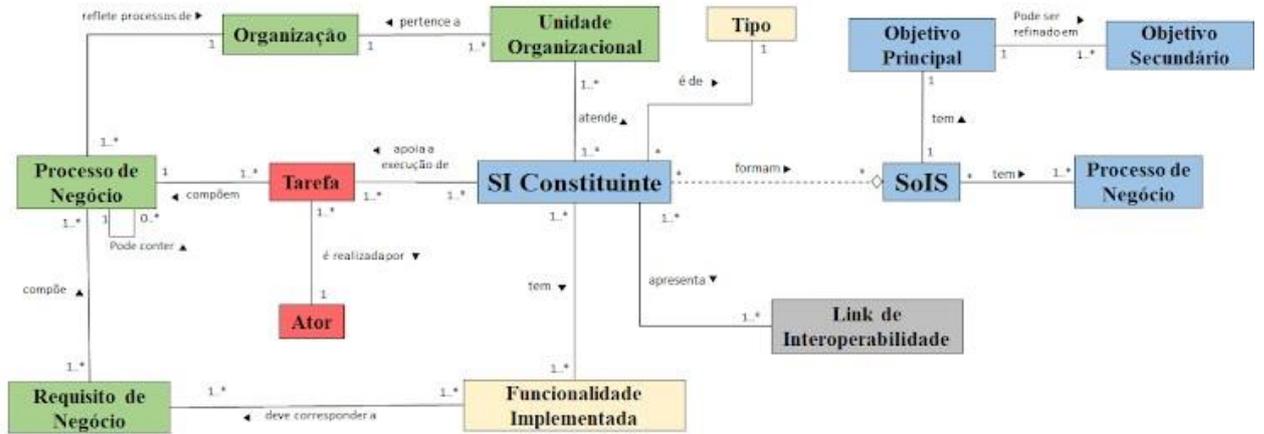
Você concorda em participar desta entrevista?

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo em participar
- Não concordo em participar

Apresentação do Modelo

Modelo Arquitetural de SoIS Proposto



**LEGENDA**

<p><span style="color: green;">■</span> Entidade relacionada a Organização. Fonte: (WESTLEY, 1990; MUELLER e LAWLER, 1999; TORTORELLO et al., 2012; ABPM, 2013)</p> <p><span style="color: red;">■</span> Entidade relacionada a Processo de Negócio. Fonte: (ABPM, 2013; DUMAS et al., 2013)</p> <p><span style="color: yellow;">■</span> Entidade relacionada ao SI Constituinte. Fonte: (MAIER, 1998; O'BRIEN e MARAKAS, 2005; DOD, 2008; ISO, 2011 ; GONÇALVES et al., 2014)</p>	<p><span style="color: blue;">■</span> Entidade relacionada ao SoIS. Fonte: (DAWENPORT,1993; LAUDON e LAUDON, 2011; ABPM, 2013; DUMAS et al., 2013; GONÇALVES et al., 2014; FERNANDES et al., 2018; TEIXEIRA et al. 2019)</p> <p><span style="color: gray;">■</span> Entidade relacionada a Interoperabilidade. Fonte: (FERNANDES et al., 2019)</p>
--	---

Mapa de Elementos

Processos de Negócio	Sistemas Constituintes	Links de Interoperabilidade	Funcionalidade Implementada	Legenda
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: green;">■</span> [BP-01] Exemplo de Processo de Negócio                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: blue;">■</span> [IS-01] Exemplo de Sistema de Informação Constituinte                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: gray;">■</span> [IL-01] IS-01 + IS-02 (BP-01)                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <span style="color: yellow;">■</span> [IF-01] Exemplo de Funcionalidade Implementada (IS-01)                 </div>	

Avaliação do Modelo

Questão 1 - O modelo retrata de forma clara a relação entre os processos de negócio, suas tarefas e os Sistemas de Informação que apoiam sua execução?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

Questão 2 - O modelo apresenta de forma clara elementos de processos de negócio (ator e tarefa)?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

Questão 3 - Você considera esse modelo útil para representar a conexão de sistemas, tarefas e processos de negócio?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Parcialmente
- Não

Caso julgue necessário ou se respondeu parcialmente ou não, por favor, justifique sua opinião com comentários e/ou exemplos que nos ajude a melhorar este aspecto no modelo.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários