



## BPMN-KIPC : UMA EXTENSÃO BPMN PARA ATIVIDADE DE COLABORAÇÃO EM PROCESSOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO

Mariano de Oliveira Nunes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientadores: Toacy Cavalcante de Oliveira  
Raquel Mainardi Pillat Basso

Rio de Janeiro  
Novembro de 2023

BPMN-KIPC : UMA EXTENSÃO BPMN PARA ATIVIDADE DE  
COLABORAÇÃO EM PROCESSOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO

Mariano de Oliveira Nunes

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO  
ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE  
ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E  
COMPUTAÇÃO.

Orientadores: Toacy Cavalcante de Oliveira  
Raquel Mainardi Pillat Basso

Aprovada por: Prof. Claudia Maria Lima Werner, Programa de Engenharia de  
Sistemas e Computação/COPPE/UFRJ  
Prof. Paulo Alencar, Cheriton School of Computer Science,  
University of Waterloo

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL  
NOVEMBRO DE 2023

de Oliveira Nunes, Mariano

BPMN-KIP<sub>c</sub> : UMA EXTENSÃO BPMN PARA ATIVIDADE DE COLABORAÇÃO EM PROCESSOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO/Mariano de Oliveira Nunes. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2023.

XII, 95 p.: il.; 29, 7cm.

Orientadores: Toacy Cavalcante de Oliveira

Raquel Mainardi Pillat Basso

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2023.

Referências Bibliográficas: p. 70 – 74.

1. Processos Intensivos em Conhecimento. 2. BPMN.
3. Flexibilidade e Colaboração. I. Cavalcante de Oliveira, Toacy *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

*Dedico este trabalho aos meus  
pais e a minha esposa Ilza.*

# Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter-me concedido saúde nessa jornada e por ter colocado pessoas de bem na minha vida.

À minha esposa, Ilza, pela sua dedicação e apoio em diversos momentos deste curso. Agradeço a sua compreensão quanto à minha ausência, sem você seria muito mais difícil.

Aos meus pais, por incentivarem-me a estudar cada vez mais, acreditando que somente a educação pode transformar as nossas vidas.

À minha família e amigos, meu agradecimento pelo apoio emocional, e também por compreender minhas constantes ausências nos últimos anos.

Agradeço ao meu orientador(a), Toacy Cavalcante de Oliveira, por acreditar em mim, pela orientação constante, paciência e percepções valiosas que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação à excelência acadêmica e apoio contínuo foram inspiradoras.

Agradeço sinceramente a minha co-orientadora Raquel Mainardi Pillat Basso, pelos ensinamentos, atenção e paciência dedicadas. Sei que você teve muito trabalho em minhas correções. Agradeço pelas revisões cuidadosas, pelos questionamentos e sugestões. A sua dedicação e disponibilidade fizeram toda a diferença.

À professora Claudia Maria Lima Werner e ao professor Paulo Alencar, por aceitarem participar da minha banca e pelas contribuições. Aos professores Claudio Miceli De Farias, Jano Moreira de Souza e Guilherme Horta Travassos pelas disciplinas ministradas durante o meu mestrado, e que muito contribuíram para o meu crescimento acadêmico.

À Marinha do Brasil por permitir essa importante capacitação na minha carreira.

Aos colegas de trabalho que me permitiram alcançar esse sonho, permitindo assistir às aulas e compreendendo quando eu precisava de tempo para escrever este texto.

Por fim, dedico este trabalho àqueles que acreditaram em mim ao longo deste trabalho e me apoiaram ao longo desta jornada. Este é um marco importante na minha vida e todos vocês tiveram um papel crucial na minha trajetória acadêmica.

Muito obrigado.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## BPMN-KIPC : UMA EXTENSÃO BPMN PARA ATIVIDADE DE COLABORAÇÃO EM PROCESSOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO

Mariano de Oliveira Nunes

Novembro/2023

Orientadores: Toacy Cavalcante de Oliveira  
Raquel Mainardi Pillat Basso

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Nesta dissertação, analisamos os desafios dos processos intensivos em conhecimento, que são, essencialmente, dependentes do conhecimento e experiência dos profissionais envolvidos. Esses processos são observados em setores como pesquisa, inovação, saúde e consultoria, sendo fundamentais para a economia moderna. A complexidade e a natureza imprevisível desses processos exigem abordagens flexíveis e adaptativas. Além disso, a colaboração é essencial para os processos intensivos em conhecimento, pois envolve especialistas contribuindo com suas habilidades para alcançar objetivos comuns. No entanto, a modelagem de processos colaborativos ainda apresenta desafios devido ao contexto, diversidade de informações e complexidade das tarefas compartilhadas. Com intuito de suprir essas lacunas, o objetivo deste trabalho é apresentar uma extensão na notação BPMN que possibilitará a modelagem de uma atividade colaborativa em PIC. Para isso, conduzimos duas revisões, identificando características relevantes e delineando a oportunidade de pesquisa. Após apresentarmos a extensão proposta, realizamos uma avaliação por meio de uma prova de conceito e de um *Survey*. Como resultado, concluímos que a extensão pode auxiliar os trabalhadores do conhecimento que colaboram para realizar tarefas intensivas de informações e decisões baseadas em artefatos de conhecimento.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

## BPMN-KIPC : A BPMN EXTENSION FOR COLLABORATION ACTIVITY IN KNOWLEDGE-INTENSIVE PROCESSES

Mariano de Oliveira Nunes

November/2023

Advisors: Toacy Cavalcante de Oliveira  
Raquel Mainardi Pillat Basso

Department: Systems Engineering and Computer Science

In this dissertation, we analyze the challenges of knowledge-intensive processes, which are essentially dependent on the knowledge and experience of the professionals involved. These processes are observed in sectors such as research, innovation, healthcare, and consulting and are fundamental to the modern economy. The complexity and unpredictable nature of these processes requires flexible and adaptive approaches. In addition, collaboration is essential for knowledge-intensive processes, as it involves specialists contributing their skills to achieve common goals. However, modeling collaborative processes still presents challenges due to the context, diversity of information, and complexity of shared tasks. To fill these gaps, this work aims to present an extension to the BPMN notation that will enable the modeling of collaborative activity in PIC. To do this, we conducted two reviews, identifying relevant characteristics and outlining the research opportunity. After presenting the proposed extension, we carried out an evaluation using a proof of concept and a survey. As a result, we concluded that the extension can assist knowledge workers who collaborate to perform information-intensive tasks and decisions based on knowledge artifacts.

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto . . . . .	1
1.2 Motivação . . . . .	3
1.3 Objetivo . . . . .	3
1.4 Metodologia de Pesquisa . . . . .	4
1.5 Organização do Documento . . . . .	6
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>7</b>
2.1 Processos de Negócios . . . . .	7
2.2 Representação de processos . . . . .	8
2.2.1 BPMN . . . . .	9
2.3 Processos Flexíveis . . . . .	11
2.4 Processos Intensivos em Conhecimento (PIC) . . . . .	11
2.5 Conceitos Relacionados a Colaboração . . . . .	16
<b>3 Análise de Trabalhos Relacionados</b>	<b>19</b>
3.1 Abordagens que Apoiam Processos Intensivos em Conhecimento . . . . .	19
3.2 Flexibilidade de Processo de Negócios . . . . .	20
3.3 Aderência do BPMN aos Requisitos de PIC . . . . .	27
3.4 Extensões BPMN Aderentes aos Requisitos de PIC . . . . .	30
3.4.1 Protocolo . . . . .	30
3.4.2 Análise de Aderência de Extensões BPMN aos Requisitos de PIC . . . . .	32
3.5 Extensões BPMN Relacionadas à Colaboração em Processos de Ne- gócios . . . . .	33
3.5.1 Processos de Negócios Colaborativos . . . . .	34
3.6 Características da Atividade de Colaboração . . . . .	36
3.7 Considerações Finais . . . . .	38

<b>4</b>	<b>Proposta de Extensão</b>	<b>39</b>
4.1	Elementos da Colaboração . . . . .	39
4.1.1	Metamodelo BPMN para atividade de colaboração . . . . .	41
4.2	Exemplo Ilustrativo . . . . .	43
4.3	Considerações Finais . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Avaliação</b>	<b>49</b>
5.1	Cenário de Avaliação . . . . .	49
5.2	Prova de conceito da execução do estudo . . . . .	51
5.2.1	Resultados da prova de conceito . . . . .	56
5.3	Survey . . . . .	56
5.3.1	Planejamento . . . . .	57
5.3.2	Preparação . . . . .	58
5.3.3	Execução . . . . .	60
5.3.4	Resultados . . . . .	62
5.3.5	Ameaças à Validade do Estudo . . . . .	65
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>67</b>
6.1	Resumo . . . . .	67
6.2	Limitações . . . . .	68
6.3	Trabalhos futuros . . . . .	69
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>70</b>
<b>A</b>	<b>Questionário de Avaliação</b>	<b>75</b>
<b>B</b>	<b>Modelo de Processo de Busca e Salvamento</b>	<b>83</b>

# Lista de Figuras

1.1	Componentes fundamentais de um PIC, DI CICCIO <i>et al.</i> [1]. . . . .	2
1.2	Metodologia de Pesquisa . . . . .	4
2.1	Ciclo de vida de um processo de negócio [1] . . . . .	8
2.2	Estrutura de elementos BPMN conforme a sua categoria [2] . . . . .	9
2.3	Representação do mecanismo de extensão BPMN [3] . . . . .	10
2.4	Esquema geral dos aspectos de apoio à colaboração [4]. . . . .	17
3.1	Distribuição de artigos por ciclo de vida no processo de negócio. . . . .	22
3.2	Distribuição de artigos por linguagens de modelagem. . . . .	23
3.3	Distribuição de artigos por mecanismos de apoio aos processos de negócios flexíveis. . . . .	24
3.4	Linguagens usadas nos diferentes ciclos de vida do processo de negócio. . . . .	26
3.5	Mecanismos usados nas diferentes fases do ciclo de vida do processo de negócio. . . . .	27
3.6	Etapas da pesquisa . . . . .	32
3.7	Metamodelo BPMN4Collaboration [5] . . . . .	35
4.1	Diagrama de classes extensão da atividade de colaboração . . . . .	42
4.2	Exemplo de BPMN colaborativo . . . . .	43
4.3	Formulário de Parâmetros e restrições da atividade de colaboração . . . . .	45
4.4	Diagrama de Objetos da <i>Collaborarion Extension</i> . . . . .	46
4.5	Interação na atividade de colaboração . . . . .	47
5.1	Processo de Negócio Resumido de Busca e Salvamento . . . . .	50
5.2	Subprocesso BPMN para Planejar e Coordenar Operação SAR da Figura 5.1 . . . . .	51
5.3	Subprocesso para Recebimento de Feridos . . . . .	51
5.4	Parâmetros e restrições da atividade de colaboração . . . . .	54
5.5	Simulação da atividade de colaboração para determinar o local de recebimento de feridos . . . . .	55
5.6	Demonstração de algumas telas da apresentação . . . . .	58

5.7	Tempo de experiência profissional dos participantes na área de TI . . .	61
5.8	Grau de Conhecimento da Notação BPMN pelos participantes . . . .	61
5.9	Experiência do participante com o procedimento de Busca e Salvamento	62
5.10	Você identificou os responsáveis (participantes) por conduzir uma ati- vidade de colaboração no modelo de processo? . . . . .	63
5.11	Você identificou os parâmetros que serão compartilhados entre os par- ticipantes na atividade de colaboração? . . . . .	63
5.12	Você acredita que a utilização de parâmetros preestabelecidos podem contribuir para a condução da atividade de colaboração? . . . . .	64
5.13	Você acha que o tempo de resposta e o tempo total de colaboração são importantes para acelerar a atividade de colaboração? . . . . .	64
5.14	Você acredita que a extensão proposta é capaz de capturar as ca- racterísticas específicas das atividades de colaboração em cenários de Busca e Salvamento? . . . . .	65
A.1	Link para o vídeo explicativo . . . . .	76
A.2	Demonstração de algumas telas da apresentação . . . . .	76
A.3	Subprocesso do Modelo SAR para recebimento de feridos . . . . .	77
B.1	Região de Busca e Salvamento Marítimo sob a responsabilidade do Brasil . . . . .	84
B.2	Estrutura SAR da MB [6] . . . . .	86
B.3	Meios de SAR da MB [6] . . . . .	87
B.4	Visão Geral do processo de Busca e Salvamento . . . . .	88
B.5	Processo de Busca e Salvamento . . . . .	89
B.6	Ativar Alerta SAR . . . . .	90
B.7	Processos da Atividade 2.0 Realizar Operação SAR . . . . .	92
B.8	Formas de Realização do evento SAR . . . . .	93

# Lista de Tabelas

3.1	String de Busca da Revisão Estruturada da Literatura sobre flexibilidade de processos de negócios . . . . .	22
3.2	Requisitos e fase de aplicação do PIC . . . . .	28
3.3	String de Busca . . . . .	31
3.4	Avaliação das abordagens relacionadas aos critérios de seleção. . . . .	33
3.5	Extensões relacionada à Colaboração . . . . .	37
5.1	Questões do Formulário de Caracterização . . . . .	59
5.2	Questões do Formulário Opinião . . . . .	59

# Capítulo 1

## Introdução

Este capítulo contextualiza o gerenciamento de processos de negócios (BPM), apresentando a modelagem de processos, o ciclo de vida do BPM e sua automação. Em particular, aborda a classe dos Processos Intensivos em Conhecimento (PIC) e sua relação com a colaboração. Em seguida, é apresentada a motivação da dissertação, o objetivo geral e específico da pesquisa e a metodologia para contribuir com a área de BPM.

### 1.1 Contexto

O Gerenciamento de Processos de Negócio é frequentemente caracterizado por um ciclo de projeto, execução, análise e melhoria de processos de negócio, no qual a modelagem de processos tem um papel fundamental. Um modelo de processo é o artefato principal para viabilizar a automação e o gerenciamento de todas as fases do ciclo de vida destes processos através de um Sistema de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management System - BPMS*), tendo em vista que um modelo de processo fornece uma representação explícita do mesmo. Assim, a modelagem de processos aumenta a vantagem competitiva da organização e a valorização de seus ativos [7].

Embora existam diversas notações para a modelagem de processos, escolhemos o Business Process Model and Notation (BPMN) como a notação padrão para a representação de processos de negócio em nossa pesquisa. A escolha do BPMN baseia-se em sua capacidade de oferecer um método simples e claro de comunicar informações de processo aos interessados [8], além de contar com um mecanismo de extensão próprio, que possibilita integrar novos elementos à linguagem [2].

Em um contexto de evolução nas práticas de gerenciamento de processos de negócios, surge a classe dos Processos Intensivos em Conhecimento (PIC). Esses processos envolvem recursos colaborativos e processos pouco (ou nada) estruturados [1]. Os PIC estão fortemente relacionados às habilidades dos profissionais que

atuam nas instâncias dos processos, com base em conhecimento tácito, e os aspectos de qualidade desse tipo de processo podem ser uma importante fonte de vantagem competitiva para as empresas modernas [9]. No entanto, conforme retratado por DI CICCIO *et al.* [1], os processos flexíveis dependem do contexto em que estão inseridos, envolvendo colaboração em cenários com pouca previsibilidade no planejamento. Portanto, de acordo com as características dos PIC, o suporte à flexibilidade para esse tipo de processo de negócio é de difícil implementação nas representações de modelos atuais [1].

Dada sua complexidade, DI CICCIO *et al.* [1] identificam os principais componentes e suas interdependências em um PIC colaborativo, conforme mostra a Figura 1.1. Esses componentes foram catalogados como: Dados, Ações do Conhecimento, Regras e Restrições, Metas, Processos, Trabalhadores do Conhecimento e Ambiente. Além disso, 25 requisitos fundamentais para o suporte PIC foram classificados, refletindo os principais componentes identificados para que sejam atendidos por uma tecnologia que visa apoiar todas as fases do ciclo de vida de um PIC. DI CICCIO *et al.* [1] também entendem que as estruturas atuais para o gerenciamento de processos não são capazes de lidar adequadamente com os processos PIC, onde o contexto e o ambiente de execução do processo impactam nas estruturas de coordenação e colaboração. Logo, este tipo de processo deve ser focado na tomada de decisão e na colaboração entre os trabalhadores do conhecimento.

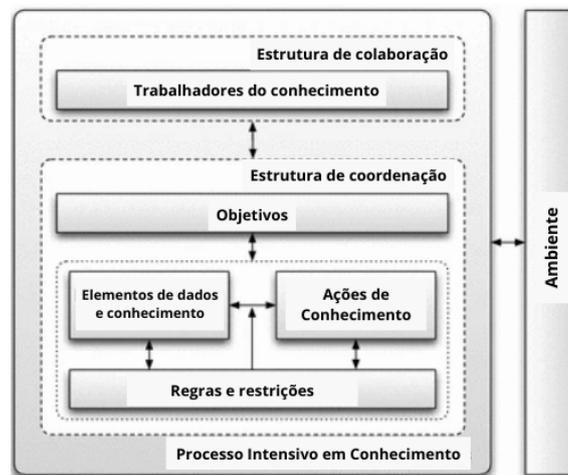


Figura 1.1: Componentes fundamentais de um PIC, DI CICCIO *et al.* [1].

Neste contexto, conduzimos um estudo exploratório para investigar a flexibilidade em processos, com foco na identificação da colaboração nos PIC. Embora a colaboração seja bastante citada na literatura sobre os PIC, definida como um processo de trabalho em equipe, no qual os membros colaborem para alcançarem um

objetivo comum [5], constatamos que o suporte à flexibilidade para implementação em modelos de processos atuais continua a ser um desafio. Portanto, pretende-se especialmente, com este trabalho, representar uma extensão de uma atividade colaborativa para a modelagem de processos de negócios usando a notação BPMN, a fim de incluir os conceitos relacionados à colaboração na classe dos processos intensivos em conhecimento.

## 1.2 Motivação

Uma motivação para a pesquisa foi a necessidade de entender o processo de busca e salvamento da Marinha do Brasil [6], que apresenta características de flexibilidade e colaboração encontradas nos processos intensivos em conhecimento.

O PIC lida com atividades que requerem um alto grau de conhecimento, interação e habilidades especializadas. Esses processos geralmente envolvem a resolução de problemas complexos, a tomada de decisões estratégicas e a cooperação entre diversas partes interessadas. Além disso, esses processos são geralmente caracterizados por serem altamente dinâmicos e exigirem a rápida adaptação às mudanças nas condições do mercado e nos requisitos do cliente [1].

Embora a colaboração seja uma característica natural dos PIC, identificamos, através de um conjunto de pesquisas sob a forma de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que a modelagem de processos para atividades de colaboração ainda apresenta desafios devido à grande diversidade de informações trocadas entre os participantes e à complexidade da tarefa compartilhada.

## 1.3 Objetivo

O objetivo geral da pesquisa é contribuir para a modelagem de processos de negócios intensivos em conhecimento, propondo uma extensão para o BPMN representar uma atividade de colaboração.

Este objetivo geral pode ser dividido nos seguintes objetivos específicos:

1. Elaboração de **revisão estruturada** da literatura sobre a flexibilidade em processos de negócios e uma **revisão sistemática** para identificação de extensões na notação BPMN que satisfaçam os requisitos dos PIC.
2. Propor uma **extensão BPMN para representar os conceitos da atividade de colaboração** na modelagem dos processos de negócios.
3. Especificar e desenvolver um **objeto de estudo** que aplique os conceitos da atividade de colaboração desenvolvida nos processos de negócios para verificar

o seu funcionamento.

4. **Avaliar** a viabilidade e aplicabilidade da solução construída.

## 1.4 Metodologia de Pesquisa

Esta pesquisa aplicada ao desenvolvimento deste trabalho seguiu as etapas mostrada na Figura 1.2, que se baseiam na metodologia proposta por PEFERS *et al.* [10].

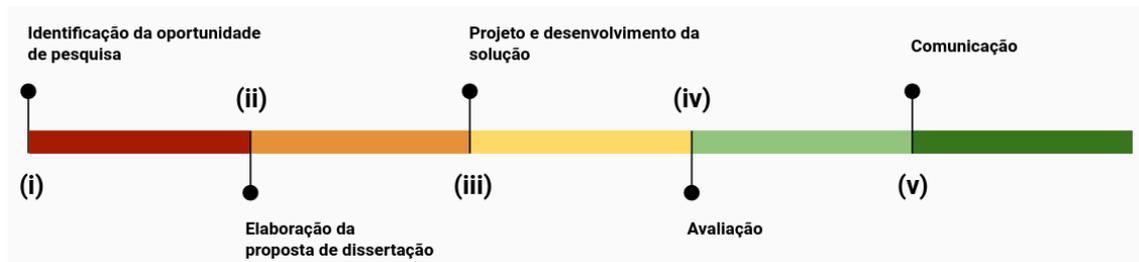


Figura 1.2: Metodologia de Pesquisa

### I. Identificação da oportunidade de pesquisa

Neste trabalho, inicialmente definiu-se como tema os processos intensivos em conhecimento. Em especial, a flexibilidade exigida por esse tipo de processo de negócios aplicado às fases de modelagem.

Realizamos uma revisão sistemática da literatura sobre o tema. Esta revisão demonstrou que a flexibilidade é relevante em todas as fases do ciclo de vida do processo, sendo as fases de execução e projeto/modelagem as mais abordadas na literatura. Simultaneamente, identificou-se que a linguagem BPMN tem sido a mais utilizada para endereçar a flexibilidade e o mecanismo de edição de processo é o mais popular entre os estudos analisados para operacionalizar a flexibilidade em tempo de execução. Além disso, observou-se que a literatura da área apresenta um número reduzido de estudos que tratam de flexibilidade nas fases de monitoramento e análise dos processos de negócios, assim como há uma carência de estudos que mostram a aplicação dessas soluções em casos reais.

Posteriormente, conduzimos uma segunda revisão bibliográfica com o intuito de identificar as extensões elaboradas na notação BPMN que atendiam alguns requisitos dos PIC. Neste trabalho, foram realizadas as seguintes contribuições:

- (a) Análise da compatibilidade do BPMN padrão com os requisitos da fase de modelagem de processos intensivos em conhecimento;

- (b) Revisão sistemática da literatura para identificar as extensões propostas até o momento para o BPMN;
- (c) Análise das extensões BPMN quanto à sua adequação aos requisitos de PIC; e
- (d) Identificação de lacunas nos requisitos para a modelagem de PIC que a linguagem BPMN e suas extensões ainda não atendem, representando assim possíveis tópicos de pesquisa a serem explorados.

## II. **Elaboração da proposta de dissertação**

A partir das revisões da literatura, foi possível identificar uma oportunidade de pesquisa relacionada à criação de uma atividade de colaboração para o mecanismo de extensão da notação BPMN, com foco na modelagem de processos associados aos processos intensivos em conhecimento.

## III. **Projeto e desenvolvimento da solução**

Propor uma extensão para o BPMN com o objetivo de viabilizar a modelagem de atividades colaborativas em processos de negócios. Essa extensão está fundamentada nas informações obtidas por meio das revisões da literatura realizadas e em análise de estudo de casos reais.

## IV. **Avaliação**

A solução BPMN proposta foi avaliada de duas maneiras: primeiramente, por meio de uma prova de conceito da execução do modelo proposto em um cenário de estudo de caso, com o objetivo de obter uma visão prática do comportamento da atividade; em seguida, realizamos um *Survey* aplicado a um objeto de estudo para avaliar a adequação da extensão em relação à modelagem de processos intensivos em conhecimento.

## V. **Comunicação**

Na comunicação foram resumidos os principais resultados da pesquisa. Além disso, um dos resultados foi publicado no Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, através do artigo: **Identificando Suporte a Processos Intensivos em Conhecimento nas extensões BPMN**, NUNES *et al.* [11]. Assim, o texto de seminário e dissertação também serão publicados em sítios de pesquisas científicas. Apresentaremos, ainda, as principais contribuições para a área de processos de negócios e BPMN, bem como as limitações e possíveis direções para pesquisas futuras.

## 1.5 Organização do Documento

Este documento está estruturado em seis capítulos:

- Capítulo 1 introdutório, apresenta as principais motivações que levaram ao desenvolvimento desta dissertação de mestrado, contextualizando os processos de negócios e delineando os objetivos da pesquisa, que serão refinados nos capítulos subsequentes.
- Capítulo 2 aborda as bases teóricas da pesquisa, incluindo a representação de processos em BPMN, processos flexíveis, processos intensivos em conhecimento, além de analisar a colaboração em processos de negócios.
- Capítulo 3 detalha os estudos que sustentam os processos intensivos em conhecimento, as extensões BPMN e processos colaborativos.
- Capítulo 4 apresenta a proposta de extensão BPMN, detalhando os elementos da colaboração e um exemplo ilustrativo.
- No Capítulo 5, apresentamos a avaliação da pesquisa, que consistiu em uma prova de conceito da execução de um modelo de processo e, posteriormente, uma segunda avaliação, conduzida por um *Survey* para coleta de informações, opiniões e dados de um grupo específico de indivíduos.
- Por fim, o Capítulo 6 revisa todas as atividades acadêmicas e a produção científica do autor desta dissertação, além de apontar as limitações e possíveis direções para trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Fundamentação Teórica

Nesta seção, abordaremos as bases teóricas que fundamentam nossa pesquisa. Começaremos por apresentar os conceitos fundamentais relacionados a processos de negócios e sua representação na Seção 2.1. Em seguida, realizaremos uma explicação detalhada sobre a notação BPMN, que servirá como a principal ferramenta para nossa pesquisa na Seção 2.2. Além disso, discutiremos os aspectos dos processos flexíveis, na Seção 2.3, dos processos intensivos em conhecimento (PIC), na Seção 2.4, e dos processos de colaboração e negociação na Seção 2.5. Assim, este capítulo estabelece o alicerce teórico para a compreensão e o desenvolvimento de nossa pesquisa.

### 2.1 Processos de Negócios

Os processos de negócios são uma coleção de eventos, atividades e decisões realizadas pelas empresas para fornecer serviços ou produtos aos clientes. A forma como esses processos são planejados e executados influenciam a percepção dos clientes sobre a qualidade do serviço e a eficiência na entrega. Uma empresa pode se destacar das demais que oferecem serviços semelhantes se tiver processos melhores e executá-los com mais eficiência. Essa vantagem competitiva não se limita apenas aos processos voltados para o cliente, mas também se aplica aos processos internos, como o processo de compras, que tem como objetivo atender às necessidades internas da organização [12].

Dadas as características de um processo de negócio, DUMAS *et al.* [12] definem o gerenciamento de processos de negócios como o conjunto de métodos, técnicas e ferramentas para descobrir, analisar, redesenhar, executar e monitorar processos de negócios. Todas essas características estão relacionadas ao modelo de processo, que é o artefato principal para viabilizar a automação e o gerenciamento de todas as fases do ciclo de vida do gerenciamento de processos através de um BPMS, tendo em vista que um modelo de processo fornece uma representação visual do mesmo.



Figura 2.1: Ciclo de vida de um processo de negócio [1]

O BPMS facilita a operação diária de muitas empresas e ambientes de trabalho, apoiando os processos de negócios em todas as etapas do seu ciclo de vida. Segundo DI CICCIO *et al.*, o ciclo de vida do processo de negócio, Figura 2.1, é composto por quatro fases principais:

- Projeto/Modelagem - a partir da análise dos requisitos, os modelos de processos são desenvolvidos utilizando uma linguagem de modelagem apropriada;
- Configuração - os modelos são traduzidos em implementações práticas por meio da configuração de um Sistema de Gerenciamento de Processos que suporta a execução dos processos.
- Implementação - as instâncias dos processos são iniciadas, executadas e monitoradas pelo ambiente em tempo de execução. As ações realizadas durante a execução do processo são rastreadas e registradas para análise.
- Diagnóstico - os registros do processo são avaliados e examinados em busca de problemas e oportunidades de aprimoramento. Essas análises podem levar ao redesenho e evolução do processo, visando a sua melhoria contínua.

## 2.2 Representação de processos

A representação de processos de negócios é uma abordagem visual padronizada para descrever processos de negócios, geralmente usando notações gráficas padronizadas, permitindo uma comunicação eficaz e clara dentro e entre organizações. Essa notação gráfica facilita a compreensão e a transmissão de informações relacionadas aos

processos, tornando-os acessíveis e coerentes em diversos contextos organizacionais. Para isso, existem diversas notações de modelagem de processos, como a BPMN, UML (*Unified Modeling Language*) e EPC (*Event-driven Process Chain*) [12].

### 2.2.1 BPMN

Neste trabalho, utilizaremos a notação BPMN para aplicação do nosso contexto de representação de processos, uma vez que é a notação mais utilizada no mercado atualmente para a modelagem de processos de negócios em virtude de oferecer um método simplificado de comunicação das informações para os usuários [8]. Segundo a sua especificação pela OMG [8], a versão 2.0 do BPMN tem como principal objetivo definir uma notação que seja facilmente compreensível por todos os usuários de negócio, desde o analista de negócios que cria as versões iniciais do processo, passando pelos desenvolvedores responsáveis por implementar a tecnologia que executará estes processos até, finalmente, as pessoas de negócio que vão mantê-los e monitorá-los.

O BPMN é estabelecido pela OMG e especificado como padrão ISO. Em sua versão mais recente, fornece cinco categorias básicas de elementos: objetos de fluxo, que reúne os principais elementos gráficos para definir o comportamento de um processo, dados, objetos de conexão, raias e artefatos. ZAROOUR *et al.* [2] criaram um metamodelo, Figura 2.2, no qual estrutura os elementos BPMN conforme a sua categoria. Desta forma, o BPMN se distingue pela riqueza semântica, grande expressividade e facilidade de interpretação, reduzindo assim o risco de transferência errônea de conhecimento [8].

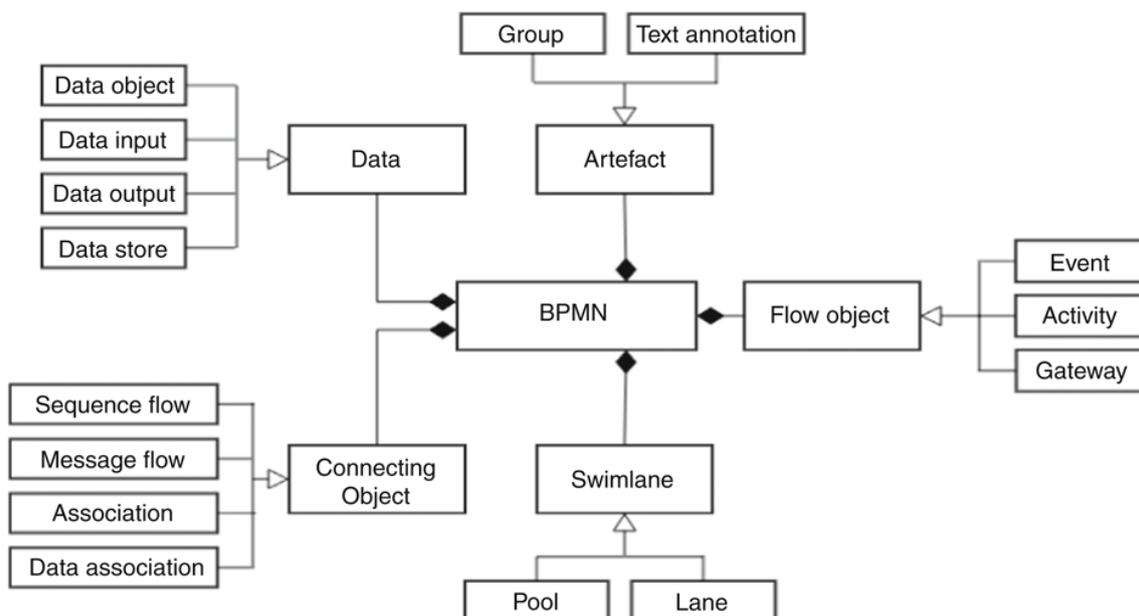


Figura 2.2: Estrutura de elementos BPMN conforme a sua categoria [2]

Além disso, os modelos BPMN podem ser executados por BPMS como Camunda [13] e o Bizagi[14] sem a necessidade de conversão em outras linguagens executáveis. A versão 2.0.2 do BPMN incluiu mecanismos integrados, conforme Figura 2.3, que possibilitam uma extensão representar conceitos adicionais aos elementos originais da linguagem de duas formas. No primeiro caso, através do *Meta Object Facility* (MOF), parte a) da Figura 2.3, no qual suporta a extensão por adição, em que grupos de atributos e elementos são anexados aos elementos BPMN sem modificar sua estrutura original. Assim, esse mecanismo de extensão depende principalmente de quatro metaclasses: *ExtensionAttributeDefinition*, *ExtensionAttributeValue*, *ExtensionDefinition* e *Extension*. Além desta forma, o BPMN também permite a extensão através de um conjunto de documentos XML Schema, parte b) da Figura 2.3, que especificam o formato de interação para modelos BPMN [15]. Ao usar a representação do esquema XML, a estrutura das extensões é representada em documentos separados do esquema XML que são importados pelas definições do modelo BPMN utilizando apenas o elemento *Extension* [3]. Desta forma, a notação é frequentemente estendida por pesquisadores, seja para lidar com processos de domínios específicos ou para aprimorar a própria notação [2].

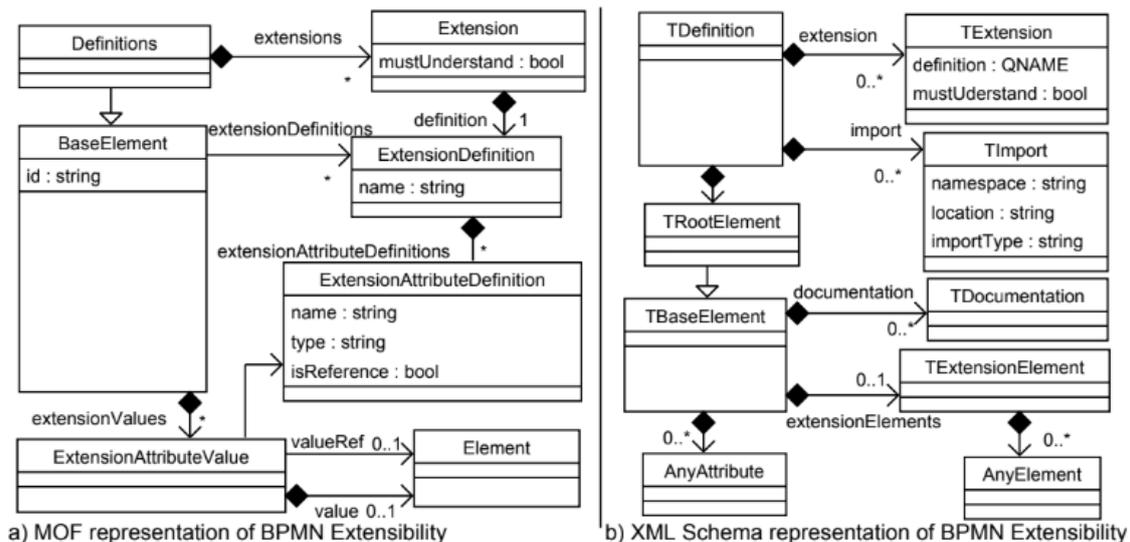


Figura 2.3: Representação do mecanismo de extensão BPMN [3].

Uma vez que a representação MOF do mecanismo de extensão BPMN tem uma capacidade limitada, por exemplo, não suportando a definição de estruturas de tipo para novos atributos, a representação de extensibilidade do Esquema XML tem sido mais amplamente utilizada [15]. A representação do esquema XML de BPMN suporta a definição de extensões complexas que podem ser processadas por ferramentas BPMN. No entanto, a especificação BPMN [8] não fornece nenhuma notação gráfica para a representação de extensões, o que significa que os designers precisam trabalhar em implementações textuais detalhadas.

## 2.3 Processos Flexíveis

A concorrência global das companhias modernas em relação a ambientes complexos e dinâmicos tornou a flexibilidade dos processos de negócios um dos principais diferenciais para o sucesso das organizações que procuram, constantemente, continuar competitivas no mercado.

Em particular, os processos flexíveis são caracterizados por sua capacidade de suportar mudanças, previstas ou imprevistas, durante o tempo de modelagem e execução, considerando o efeito que podem trazer aos processos de negócios estabelecidos nas atividades de uma organização. Além disso, DI CICCIO *et al.* [1] retratam que os processos flexíveis dependem do contexto em que estão inseridos, envolvendo colaboração em cenários com pouca previsibilidade para o planejamento.

O conceito de modelagem adaptativa ou flexível de processos de negócios é descrito por XU *et al.* [16], não apenas para ajudar a compreender e analisar processos de negócios em ambientes organizacionais, mas também para melhorar a flexibilidade dos sistemas. Desse modo, a flexibilidade é a capacidade de lidar com requisitos novos, diferentes ou em mudança. JAMA *et al.* [17] retratam a existência de três níveis de flexibilidade, ou seja, flexibilidade de mudança de processos de negócios, flexibilidade de processos de negócios e flexibilidade de execução de processos de negócios, diferenciando-as sobre como a flexibilidade é aplicada: a primeira se preocupa em proporcionar flexibilidade na alteração do projeto ou definir um novo processo de negócios, a segunda é fornecida para o projeto do processo de negócio e, por fim, a última é aplicada durante a execução do processo de negócio.

Logo, para viabilizar a flexibilidade em processos de negócios, são necessários sistemas e mecanismos de software capazes de suportar este benefício. Muitas soluções foram propostas na literatura para apoiar esta flexibilidade, de alguma forma, dentro de sistemas conhecidos como *Process-Aware Information System* (PAIS), que fornecem apoio ao gerenciamento do ciclo de vida inteiro de um processo de negócio. Entretanto, de acordo com as características dos PIC, o suporte à flexibilidade para esse tipo de processo de negócio é de difícil implementação nas linguagens de modelagem atuais [1].

## 2.4 Processos Intensivos em Conhecimento (PIC)

A flexibilidade é um dos principais requisitos para um processo intensivo em conhecimento, uma vez que esse tipo de processo é genuinamente centrado em conhecimento, informações e dados, onde são aplicados, principalmente, em tempo de modelagem e execução [1]. Um PIC é definido como um processo cujo comportamento e execução dependem fortemente dos chamados trabalhadores do conhecimento. São eles que

realizam as tarefas de tomadas de decisões, com base no seu conhecimento tácito. Os trabalhadores do conhecimento também são definidos como tomadores de decisões autônomas, que colaboram para a realização de tarefas intensivas de informações e decisões dependentes de artefatos do conhecimento. Um PIC deve, portanto, fornecer orientação e apoio aos trabalhadores do conhecimento, na forma de informações textuais, escolhas e recomendações que favoreçam a tomada de decisão [1].

Além disso, um PIC geralmente compreende atividades baseadas na criação, compartilhamento, transferência, armazenamento e colaboração entre seus participantes e aplicação de conhecimento no contexto dos processos em que estão inseridos. Desta forma, o valor agregado à organização depende do conhecimento dos próprios agentes do processo, lidando com decisões imprevisíveis, atividades orientadas à criatividade e execução dinâmica, que evolui a partir da experiência adquirida pelos agentes [7].

Os processos essencialmente PIC podem ser encontrados em vários campos e domínios, como no desenvolvimento de sistemas, projetos de pesquisa e implementação, investigação criminal, gestão de recursos humanos, emergências médicas, entre outros.

Para DI CICCIO *et al.* [1], os processos intensivos em conhecimento geralmente possuem alguma forma de estruturação, o que permite que sejam parcialmente mapeados para modelos de processos. Porém, variações a partir dos modelos de processos estruturados são realmente comuns, devido à imprevisibilidade das decisões dos trabalhadores do conhecimento e dos eventos do próprio processo. Essas variações tornam a estrutura do processo bem menos rígida, já que envolvem uma produção de conhecimento não planejada e não programada.

DI CICCIO *et al.* [1] definiram 8 características chave para um processo intensivo em conhecimento:

- 1) **Orientado para o conhecimento:** a tomada de decisão humana é influenciada pelo conhecimento disponível, que pode ser explícito (formalizado e codificado em uma base de conhecimento) ou implícito (associado às habilidades e experiências dos participantes do processo).
- 2) **Orientado para a colaboração:** o processo é criado, gerenciado e executado em um ambiente multiusuário colaborativo, onde o conhecimento é compartilhado entre os participantes do processo com diferentes funções.
- 3) **Imprevisível:** a atividade, o evento e o fluxo de conhecimento dependem de elementos específicos da situação e do contexto que podem não ser conhecidos a priori e podem variar em diferentes casos de processo.

- 4) **Emergente:** o curso das ações é determinado gradualmente durante a execução do processo, conforme mais informações são disponibilizadas.
- 5) **Orientado para objetivos e metas:** o processo evolui por meio de uma série de metas intermediárias ou marcos a serem alcançados.
- 6) **Complexo:** o processo envolve múltiplos passos interdependentes e requer a coordenação de diversas ações e recursos.
- 7) **Adaptativo:** o processo se adapta às mudanças no ambiente ou no contexto em que está inserido.
- 8) **Não repetível:** o processo é dinâmico e não segue uma sequência rígida de ações, mas pode variar dependendo das condições e do contexto.

DI CICCIO *et al.* [1] também detalham que um PIC pode ser categorizado em 7 classes : dados, ações do conhecimento, regras e restrições, metas, processos, trabalhadores do conhecimento e ambiente, para as quais 25 requisitos foram definidos e classificados, representando questões que deveriam ser atendidas por qualquer tecnologia que vise apoiar um PIC em todas as suas fases do ciclo de vida:

#### 1. Dados:

**R1 - Modelagem de dados:** É necessário um modelo de informação incluindo todos os dados relevantes manipulados pelo processo e suas inter-relações.

**R2 - Modelagem de dados tardia:** O trabalhador do conhecimento deve ter permissão para adicionar manipular os dados durante a implementação do processo.

**R3 - Acesso aos Dados Apropriados:** Todos os dados relevantes (como propriedades contextuais, e-mails, documentos) devem estar acessíveis em qualquer ponto da implementação do processo para os participantes que tenham as autorizações necessárias, não apenas durante a execução de uma ação específica.

**R4 - Acesso sincronizado a dados compartilhados:** Diferentes tarefas ou usuários podem acessar e modificar os mesmos dados simultaneamente, sem o risco de afetar a integridade dos dados. A consistência dos dados deve ser mantida durante a execução do processo.

#### 2. Ação de Conhecimento:

**R5 - Representar ações orientadas por dados:** Um PIC é caracterizado por ações cuja efetivação depende significativamente da evolução do modelo

de informação, de modo que a progressão do processo puramente orientada por dados possa ser suportada. Portanto, é necessário que as ações de conhecimento sejam enriquecidas com restrições (por exemplo, pré e pós-condições) definidas nos dados do processo, declarando como os dados podem restringir a execução da ação ou podem ser afetados após a conclusão de uma ação.

**R6 - Modelagem de ações tardias:** os usuários devem ter permissão para adicionar novas ações de conhecimento à instância do processo durante sua execução para lidar com a natureza imediata de um PIC.

### 3. Regras e Restrições

**R7 - Formalize regras e restrições:** Em um PIC, a existência de políticas, regras e regulamentos pode influenciar a estrutura do processo e restringir sua execução. Para isso, um usuário deve ter permissão para definir explicitamente restrições ou regras de negócios nos dados do processo.

**R8 - Formalização de restrições tardias:** O gerenciamento das restrições deverá ser formalizado aos trabalhadores do conhecimento em tempo de execução do processo.

### 4. Metas

**R9 - Modelagem de metas:** Para um PIC, metas concretas podem ser criadas e sua realização pode estar associada ao resultado do conhecimento adquirido, ou seja, quando um ou mais elementos de dados e conhecimento assumem um valor específico determinado pelos trabalhadores do conhecimento. Portanto, é necessário um mecanismo para representar um ou mais objetivos de processo definidos em dados e elementos de conhecimento.

**R10 - Modelagem tardia de metas:** Um trabalhador do conhecimento deve poder associar novos objetivos a um processo em execução ou alterar/remover objetivos existentes que se tornaram obsoletos.

### 5. Processos

**R11 - Suporte para diferentes estilos de modelagem:** Um PIC pode ser visto como uma combinação de entidades de conhecimento (dados, ações, etc.) com diferentes graus de estruturação. Para possivelmente modelar qualquer tipo de esquema de PIC, é necessário fornecer a capacidade de selecionar e combinar várias alternativas de modelagem.

**R12 Visibilidade do conhecimento do processo:** Durante a execução do processo, deve ser fornecido uma perspectiva agregada dos dados, ações, restrições e metas envolvidas.

**R13 - Execução flexível do processo:** Um PIC não é ditado antecipadamente, mas surge como parte da colaboração e negociação entre os participantes, que podem decidir mudar a ordem das etapas do processo e o tipo de informação necessária.

**R14 - Lidar com exceções imprevistas:** Um PIC é executado em ambientes que podem mudar de forma imprevisível durante sua execução. A presença de exceções imprevistas refletindo mudanças ambientais ou resultados de ações inesperadas é comum durante a promulgação de um PIC.

**R15 - Migração de instâncias de processo:** A migração de instâncias de processos para modelos compatíveis com as novas especificações é crucial para dar suporte à execução de um PIC. Conforme o modelo do processo sofre alterações, as instâncias do processo também deverão ser atualizadas para ficarem compatíveis com o modelo.

**R16 - Aprendendo com os logs de eventos:** Um PIC deve ajudar uma organização a aprender com instâncias/casos executados anteriormente. Portanto, é necessário efetuar análise nos logs dos processos buscando melhorias para o processo.

**R17 - Aprendendo com as fontes de dados:** A capacidade de aprender com o passado deve ser garantida de qualquer maneira. Desta forma, é necessário reunir conhecimento de fontes de dados heterogêneas, a fim de descobrir ou melhorar a estrutura de um PIC.

## 6. Trabalhadores do Conhecimento

**R18 - Modelagem dos trabalhadores do conhecimento:** A capacidade de definir um modelo de recursos incluindo vários participantes com várias funções/recursos é fundamental para PICs.

**R19 - Formalização da interação entre os trabalhadores do conhecimento:** Durante a vida de um PIC, há uma série de trabalhadores do conhecimento envolvidos que desempenham diferentes papéis e colaboram durante a realização do processo. Para isso, são necessários mecanismos para definir protocolos estruturados ou não estruturados que permitam aos trabalhadores do conhecimento se comunicar e colaborar.

**R20 - Definir privilégios dos trabalhadores do conhecimento:** É necessário definir explicitamente os privilégios dos trabalhadores do conhecimento para especificar permissões para manipulação de dados e elementos do conhecimento e evitar que informações confidenciais sejam disponibilizadas para trabalhadores do conhecimento inadequados.

**R21 - Modelagem de trabalhadores do conhecimento tardios:** É necessário que em tempo de execução, a capacidade de definir um modelo de recursos seja gerenciando para vários participantes com várias funções/recursos para PICs.

**R22 - Modelagem de privilégios tardios:** Os privilégios dos trabalhadores do conhecimento deverão ser atendidos em tempo de execução do processo.

**R23 - Capturar as decisões dos trabalhadores do conhecimento:** Todas as decisões tomadas pelos trabalhadores do conhecimento deverão ser monitoradas e justificadas em tempo de execução e associar o impacto de suas ocorrências durante o processo.

## 7. Ambiente

**R24 - Capturar e modelar eventos externos:** Um evento externo é um gatilho proveniente do ambiente que altera o estado do processo em execução, alterando o valor dos dados no modelo de informação. Assim, é necessário permitir representar explicitamente eventos externos provenientes do ambiente e associar o impacto da sua ocorrência no modelo de informação.

**R25 - Modelagem tardia de eventos externos:** Os eventos externos deverão ser gerenciados em tempo de execução.

## 2.5 Conceitos Relacionados a Colaboração

A colaboração é um aspecto importante para os PIC onde suas características ou requisitos podem variar dependendo do contexto e dos objetivos específicos da colaboração. No entanto, algumas características comuns são essenciais para promover uma colaboração bem-sucedida.

Segundo MAGDALENO [18], a colaboração é um trabalho em conjunto de duas ou mais pessoas para a realização de objetivos comuns. O desenvolvimento de *software* é considerado um típico exemplo de trabalho colaborativo, para os autores, WHITEHEAD *et al.* [19], chegam a afirmar que “a colaboração é pervasiva por toda a Engenharia de *Software*”.

A área de pesquisa CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) possui uma extensa literatura que estuda como oferecer apoio computacional à colaboração. Nesta área de pesquisa, o corpo de conhecimento sobre apoio à colaboração pode ser estruturado sob quatro aspectos: comunicação, coordenação, memória e percepção.

Os aspectos de apoio à colaboração não podem ser considerados de forma isolada, pois estão interligados e dependentes um do outro, como ilustrado na Figura 2.4. Para que ocorra uma colaboração efetiva, é necessário que os indivíduos

compartilhem informações e ideias (**comunicação**), se organizem (**coordenação**) e trabalhem juntos em um espaço de trabalho coletivo (**memória**). Além disso, a **percepção** desempenha um papel importante, permitindo que os indivíduos se mantenham informados sobre o que está acontecendo e obtenham as informações necessárias para realizar seu trabalho [18].

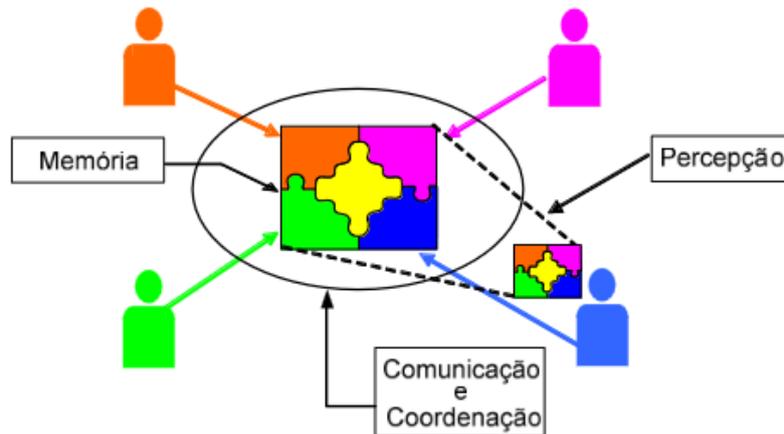


Figura 2.4: Esquema geral dos aspectos de apoio à colaboração [4].

Esses aspectos não podem ser considerados isoladamente, pois se encontram intimamente dependentes e relacionados entre si. De acordo com MAGDALENO [18], o primeiro desafio para a colaboração é superar a distância entre os membros do grupo, garantindo uma comunicação eficiente para alcançar o sucesso no trabalho conjunto. A comunicação envolve o intercâmbio de informações compreendidas por todos os envolvidos, facilitando o estabelecimento de um entendimento comum. Para organizar o trabalho, tomar decisões e resolver problemas, os membros do grupo precisam se comunicar regularmente, podendo optar por comunicação em tempo real, onde os interlocutores estão presentes simultaneamente, ou em momentos diferentes, quando a mensagem é recebida posteriormente, permitindo uma reflexão mais aprofundada. A escolha entre comunicação síncrona e assíncrona dependerá da necessidade de interação rápida ou da valorização da reflexão dos participantes.

No trabalho em grupo, a coordenação é essencial para garantir a colaboração efetiva e evitar conflitos e tarefas repetitivas. A coordenação envolve o planejamento prévio das tarefas, distribuição de responsabilidades, acompanhamento do progresso e avaliação do trabalho realizado. Desta forma, a coordenação organiza o grupo, estabelecendo objetivos claros, garantindo a ordem e o cumprimento das restrições, e promovendo a contribuição de cada membro. Ao coordenar as atividades, busca-se manter o ritmo, a eficiência e o sucesso do grupo.

A colaboração eficaz requer mais do que apenas comunicação e coordenação. É essencial que os grupos sejam capazes de produzir, manipular, organizar e compartilhar informações relacionadas às atividades em andamento. A memória de grupo

desempenha um papel crucial ao armazenar os dados relevantes para o desenvolvimento das atividades colaborativas. Além disso, é importante preservar tanto o conhecimento formal, incorporado nos artefatos e registros, quanto o conhecimento informal, que engloba as reflexões, ideias, discussões e decisões que ocorreram ao longo do trabalho. Capturar esse conhecimento informal é desafiador, mas é fundamental para recuperar o histórico das discussões e o contexto em que as decisões foram tomadas.

A percepção das atividades realizadas pelos membros de um grupo é essencial para a comunicação e interação em direção a um objetivo comum. A percepção envolve entender e reconhecer as contribuições dos outros participantes, permitindo a coordenação dos esforços. É através da percepção que os membros do grupo adquirem conhecimento sobre papéis, ações, resultados, recursos compartilhados e possíveis conflitos. A falta de percepção pode levar a um trabalho desorganizado e inadequado, comprometendo a coesão e as ideias do grupo como um todo.

# Capítulo 3

## Análise de Trabalhos Relacionados

Na busca por estudos relacionados diretamente à nossa questão de pesquisa, não encontramos trabalhos abordando diretamente a nossa questão de pesquisa. No entanto, identificamos estudos que exploram tópicos relacionados à especificação da colaboração em processos de negócios. Isso nos levou a conduzir uma análise abrangente neste capítulo, que está estruturado conforme descrito a seguir:

Inicialmente, apresentamos abordagens que apoiam os processos intensivos em conhecimento na Seção 3.1. Em seguida, uma revisão foi conduzida para identificar a flexibilidade exigida para esse tipo de processo na Seção 3.2. Posteriormente, elaboramos uma análise para avaliar como o BPMN atende aos requisitos dos PIC na Seção 3.3, incluindo um estudo que abordou as extensões do BPMN relacionadas a esse contexto na Seção 3.4. Além disso, apresentamos as extensões associadas à colaboração em processos de negócios na Seção 3.5 e incluímos um estudo sobre os conceitos de colaboração em processos de negócios na Seção 3.6. Por fim, realizamos as considerações finais na Seção 3.7.

### 3.1 Abordagens que Apoiam Processos Intensivos em Conhecimento

Os primeiros trabalhos analisados, selecionados de forma *ad-hoc*, que apoiaram a representação explícita de processos intensivos em conhecimento foram: o artigo de FRANÇA *et al.* [20], que estabelece os conceitos necessários para representar um PIC através da Ontologia de Processos Intensivos em Conhecimento (*Knowledge Intensive Process Ontology* – KIPO), incluindo relacionamentos com elementos dos processos de negócios tradicionais. Já o trabalho de NETTO *et al.* [7] apresentou a notação do Processo Intensivo em Conhecimento (*Knowledge Intensive Process Notation* — KIPN) para modelar processos intensivos em conhecimento definidos pela ontologia KIPO. Esta ontologia é dividida em cinco partes, com a finalidade de

caracterizar um PIC a partir de diferentes perspectivas: ontologia colaborativa, ontologia de processo de negócios, ontologia de regras de negócios, ontologia de decisão e *Knowledge Intensive Process Core Ontology* (KIPCO). Dessa forma, o KIPO pode ser usado para criar bases de conhecimento que possam fornecer informações adequadas sobre um PIC. Contudo, o resultado do estudo teve perda de conhecimento, uma vez que nem todas as características PIC são considerados nas publicações disponíveis.

O trabalho de NETTO *et al.* [7] identificou que o PIC possui características próprias que os distinguem dos processos tradicionais, como a colaboração, a dinâmica e a influência das intenções e experiências dos agentes na tomada de decisão. As abordagens gráficas tradicionais de modelagem de processos, como *Event Driven Process Chain* (EPC) e o BPMN, podem ser adaptadas para permitirem a representação de elementos dos processos de negócios, porém não incluem todos os recursos necessários para descreverem todas as características de um PIC. Desta forma, os autores abordam os aspectos colaborativos da ontologia KIPO como essenciais, devido ao alto grau de conhecimento tácito trocado frequentemente entre os agentes do conhecimento ao longo do tempo da evolução do processo. Desta forma, o autor propôs a notação KIPN para representar graficamente o conhecimento tácito por meio de troca informal e de elementos de imagem mental. Porém, a notação ainda não é preparada para capturar explicitamente a conversão do conhecimento, os detalhes de regras de negócios, não possui ferramenta de modelagem, bem como uma metodologia para mapeamento, análise e representação de PIC.

Desta maneira, em ambos os trabalhos relacionados ao KIPO, os autores abordam os aspectos colaborativos da ontologia como essenciais, devido ao alto grau de informações que são trocadas frequentemente entre os agentes do conhecimento ao longo do tempo da evolução do processo.

## 3.2 Flexibilidade de Processo de Negócios

Na busca por estudos que possam identificar aspectos relacionados a flexibilidade em processos intensivos em conhecimento, conduzimos uma pesquisa sobre flexibilidade de processos de negócios a fim de identificar os aspectos relacionados aos sistemas de software.

A revisão seguiu um protocolo de pesquisa de COGNINI *et al.* [21], que conduziram uma revisão sistemática da literatura sobre este tema, com especial atenção aos instrumentos utilizados para apoiar a flexibilidade de processos de negócios em sistemas de software, apresentando o estado-da-arte até o ano de 2015. No entanto, surgiram novas abordagens para a flexibilidade de processos de negócios após este ano, mas não houve estudos que pudessem identificar o estado-da-arte mais

recente, tendo em vista o aspecto tecnológico das abordagens. Assim, elaboramos uma Revisão da Literatura sobre flexibilidade de processos de negócios, seguindo as orientações de KITCHENHAM e CHARTERS [22], com ênfase em aspectos relacionados a sistemas de software, assim como na revisão anterior. Esta revisão seguiu um protocolo de pesquisa predefinido, desenvolvido com base no protocolo de COGNINI *et al.* [21], e considerou artigos publicados no período posterior àquele considerado neste último estudo de revisão, identificando, assim, o estado-da-arte recente no tema pesquisado.

A revisão teve como objetivo responder as seguintes **questões de pesquisas (QP)** investigadas em [21]:

**QP1 - Quais fases do ciclo de vida de processos de negócios oferecem suporte à flexibilidade?** Esta questão visa compreender como a flexibilidade impacta nas diferentes fases do ciclo de vida de um processo de negócio.

**QP2 - Quais são os instrumentos usados para expressar e apoiar a flexibilidade de processos de negócios?** Esta questão visa compreender como os instrumentos existentes lidam com a flexibilidade e, para tanto, foi refinada em duas subquestões.

**QP 2.1 - Quais são as linguagens usadas e estendidas para expressar a flexibilidade de processos de negócios?** Esta subquestão visa identificar quais linguagens/notações são usadas para representar processos flexíveis e como elas são usadas na prática.

**QP 2.2 - Quais são os mecanismos introduzidos para apoiar a flexibilidade de processos de negócios?** Esta subquestão tem como objetivo identificar quais mecanismos concretos são usados para habilitar a flexibilidade em processos de negócios e como usá-los na prática.

**QP3 - Existe alguma validação dos instrumentos de flexibilidade para processos de negócios?** Esta questão visa relatar as experiências reais realizadas (ou seja, experimentos empíricos e/ou estudos industriais), que permitiram validar as linguagens e os mecanismos propostos.

A primeira etapa da seleção de publicações relevantes para a pesquisa foi realizada por meio de uma busca automática na biblioteca digital SCOPUS. A string de busca utilizada foi adaptada a partir de [21]. A string de busca resultante é mostrada na Tabela 3.1.

A pesquisa se restringiu à análise de estudos publicados no intervalo de tempo de 2016 a 2020. A seleção de estudos foi realizada em três etapas:

1. Busca automática de publicações na base SCOPUS;
2. Primeira Seleção: por meio da análise do título, resumo e palavras-chave e aplicando o critério de seleção “CS1: Os artigos devem fornecer informações

```
TITLE-ABS-KEY ( "business process"OR "BPM"OR "Process Aware Information System"OR "PAIS"OR "BPMN"OR "CMMN") AND TITLE ( "flexibility"OR "flexible"OR "adapt"OR "adaptation"OR "adaptivity"OR "adaptive"OR "loosness"OR "dynamic"OR "self-adaptation"OR "context-awareness"OR "context-aware") AND ( PUBYEAR > 2015 ) AND (PUBYEAR < 2021 ) AND ( LIMIT-TO( SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) )
```

Tabela 3.1: String de Busca da Revisão Estruturada da Literatura sobre flexibilidade de processos de negócios

sobre flexibilidade em processos de negócios”;

3. Segunda Seleção: por meio da leitura completa das publicações e aplicando o critério de seleção “CS2: Os artigos devem fornecer detalhes sobre instrumentos utilizados para apoiar a flexibilidade em processos de negócios”.

Além disso, nas etapas 2 e 3 acima foram adotados alguns critérios para exclusão de estudos a partir da lista de selecionados dessa revisão: (1) artigos não escritos no idioma inglês; (2) trabalhos que não são estudos primários; e (3) publicações inacessíveis ao pesquisador ou indisponíveis na internet.

As buscas por publicações relevantes foram restritas à string de seleção automática aplicada na biblioteca digital SCOPUS, de onde foi obtido um total de 436 publicações. Após a primeira análise, de acordo com o 1º filtro (leitura do título, resumo da publicação e palavras-chaves), 98 publicações foram selecionadas pelo critério CS1. Depois, no 2º filtro, 52 publicações foram selecionadas por estarem de acordo com o critério CS2, onde todas foram lidas na íntegra.

A questão de pesquisa QP1 - “Quais fases do ciclo de vida de processo de negócio oferecem suporte à flexibilidade?”, constatou-se que todos os artigos selecionados mencionaram explicitamente o ciclo de vida do processo de negócio para contextualizar suas pesquisas. A Figura 3.1 apresenta esses resultados. Em detalhe, as fases são consideradas pelos estudos identificados de acordo com os seguintes dados:

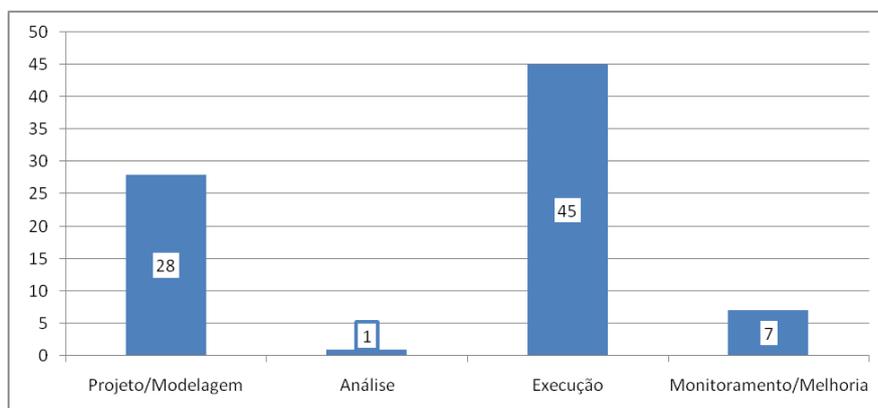


Figura 3.1: Distribuição de artigos por ciclo de vida no processo de negócio.

Assim como na revisão de COGNINI *et al.* [21], podemos observar que a flexibilidade tem sido aplicada, na maioria das vezes, durante a execução dos processos, provavelmente, porque não foi analisada ou descoberta em fases anteriores. Para a fase de projeto/modelagem, esta pesquisa também obteve um importante número de estudos, em que foram usados modelos estruturais reconhecidos no mercado para compor diferentes modelos. Já nas fases de análise e monitoramento/melhoria, poucas evidências sobre flexibilidade nos processos de negócios puderam ser encontradas. Porém, assim como no artigo de COGNINI *et al.* [21], esta última fase foi identificada como um acréscimo da fase de execução.

A questão de pesquisa QP2.1 - “Quais são as linguagens usadas e estendidas para expressar a flexibilidade de processos de negócios?” tinha como objetivo identificar as linguagens e notações usadas para modelar processos de negócios flexíveis e como elas são usadas na prática. Essa pesquisa verificou que 73% dos estudos selecionados (37 trabalhos) explicitaram as notações utilizadas e as linguagens definidas. A Figura 3.2 apresenta estes resultados:

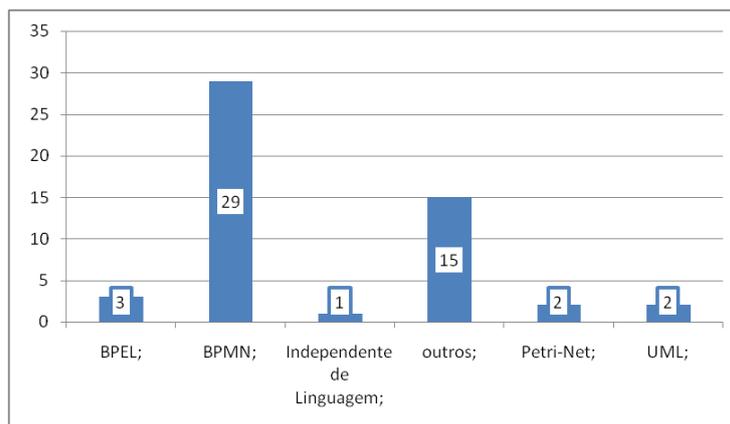


Figura 3.2: Distribuição de artigos por linguagens de modelagem.

Conforme também evidenciado na revisão anterior de COGNINI *et al.* [21], o BPMN foi a linguagem mais utilizada para expressar flexibilidade. Isto pode ser explicado pelo fato de que BPMN atende a maioria das necessidades da modelagem de processos de negócios, além de poder ser combinada com outras linguagens, como o CMMN (*Case Management Model and Notation*) e o DMN (*Decision Modeling Notation*) [23].

É importante notar que muitos estudos (28%, 15 trabalhos de pesquisa) foram classificados como "Outros" por apresentarem linguagens que não se enquadram em nenhum dos tipos anteriores. Estas são, na maioria, novas linguagens propostas pelos estudos de pesquisa, tais como Artista Flow [24–26], DeciClare [27] e Concept Maps [28]. No entanto, podemos citar alguns estudos encontrados, como [23] e [29], que utilizaram a linguagem de modelagem de processos flexíveis CMMN, desenvolvida

pelo Object Management Group (OMG). Por fim, as linguagens BPEL, Petri-Net, UML e as Independentes de linguagem tiveram poucas evidências para demonstrar a flexibilidade nos processos de negócios.

A questão de pesquisa QP2.2 - “Quais são os mecanismos introduzidos para apoiar a flexibilidade de processos de negócios?” identifica quais são os mecanismos utilizados para os processos de negócios flexíveis. Verificamos que todas as pesquisas selecionadas mencionaram explicitamente os mecanismos utilizados e, em alguns casos, consideraram mais de um mecanismo. A Figura 3.3 retrata estes resultados.

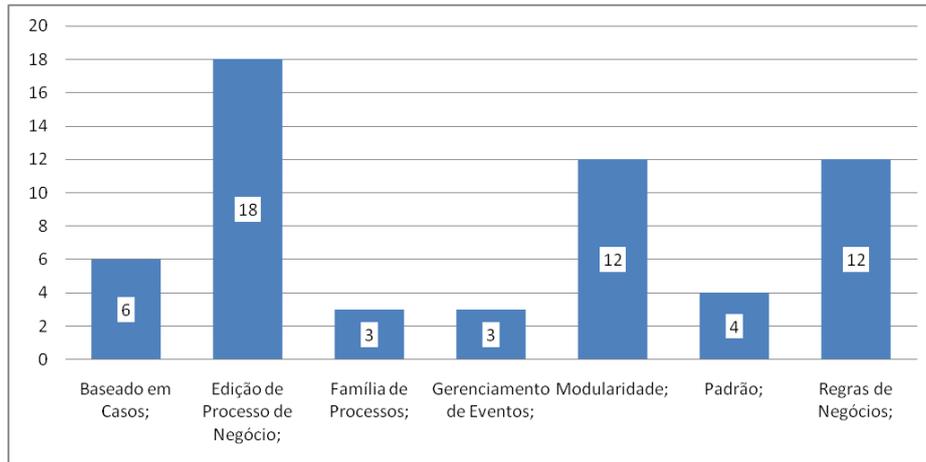


Figura 3.3: Distribuição de artigos por mecanismos de apoio aos processos de negócios flexíveis.

Diversos trabalhos de pesquisa indicaram a edição diretamente no modelo de processo de negócio como sendo o mecanismo mais utilizado. Contudo, para habilitar a flexibilidade na edição de um processo, a complexidade é mais alta. Isto se deve ao fato das alterações acontecerem em tempo real, podendo ser de forma manual ou automática, e necessitando de um tomador de decisão para gerenciar o processo. Ao final, os usuários realizam modificações nos processos em execução.

A terceira questão da pesquisa procura evidenciar as experiências práticas, realizadas para validar os instrumentos que apoiam os processos de negócios flexíveis. Contudo, tendo em vista que o estudo sobre flexibilidade em processos é, ainda, bastante recente, observamos, tal como COGNINI *et al.* [21], que há uma falta de estudos de casos reais reportados na literatura.

Entre os cenários mais significativos, podemos citar o registro de eventos da vida real para monitorar as atividades diárias de um morador em uma casa por um período de 21 dias [30], em que foram instalados vários tipos de sensores para monitorar as atividades diárias. Essas atividades incluem: dormir, sair de casa, tomar banho, ir ao banheiro, arrumação, tempo livre, almoço, café da manhã, jantar e lanche. Nos logs, foram registrados os eventos que são segmentados por eventos de baixo nível e posteriormente rotulados com a atividade de alto nível correspondente.

No cenário apresentado, o processo é elaborado de forma flexível através de técnicas de descoberta de processos e em seguida otimizado com base nos registros de alto nível após aplicação da abordagem de mapeamento baseado em *Machine Learning*. A linguagem BPMN-BP associada à linguagem baseada em fragmentos lógicos de primeira ordem (*first-order logic - FOL*) são usados para modelar processos de negócios de forma flexível. No estudo de caso do cenário proposto, a flexibilidade é considerada na fase de execução do projeto.

Outro cenário interessante foi o caso de uso aplicado na área de saúde, através do conceito de injeção de processo sensível ao contexto (*context-aware process injection - CaPI*) [31], permitindo mudanças dinâmicas de instâncias de processo durante o tempo de projeto ou em tempo de execução, orientados ao contexto e com base na avaliação dos parâmetros contextuais em determinadas áreas de extensão. No cenário da saúde apresentado, o processo detalhado foi a realização de exame médico (processo base) que pode ser realizado de diversas formas, dependendo do tipo de exame. O processo engloba quatro variantes principais: A: Caso de emergência, B: Caso Padrão com transporte, C: Caso Padrão com Consulta, e D: Caso Padrão na hora marcada com transporte, que poderão ser adicionados ao processo base mediante restrições definidas. Neste cenário, o CaPI permite a modelagem das variantes do processo base na injeção de contexto de fragmento de processo em um processo básico e, posteriormente durante a execução, as variantes poderão evoluir dinamicamente. Deste modo, a complexidade para especificar todas as variantes de uma família de processos é reduzida. A linguagem utilizada na ferramenta CaPI é baseada nas tecnologias *Java EE7 e front-end web*, permitindo que os especialistas de domínio projetem intuitivamente os modelos CaPI.

Buscando compreender os resultados através das relações entre as linguagens, mecanismos e as diferentes fases do ciclo de vida de um processo de negócio, foram analisados, conjuntamente, os resultados das questões de pesquisa QP1, QP2.1 e QP2.2.

Referente a possíveis relações entre linguagens e fases do ciclo de vida de um processo de negócio, conforme mostra a Figura 3.4, foram observadas as seguintes questões. Tanto na fase de projeto/modelagem, quanto na fase de execução, a linguagem mais utilizada para apoiar a flexibilidade de processos de negócios foi BPMN, confirmando sua ampla adoção e tendência de padronização dentro dessa comunidade de pesquisa. No entanto, na fase de execução, também encontramos trabalhos que utilizam outras linguagens, como BPEL, UML e Petri-Nets, além de muitos trabalhos que propõem a criação de notações próprias (enquadrados na categoria Outros). Com relação às fases de monitoramento e análise do ciclo de vida do processo de negócio, nenhuma tendência expressiva pôde ser reconhecida, tendo em vista o baixo número de pesquisas identificadas que cobrem estas fases.

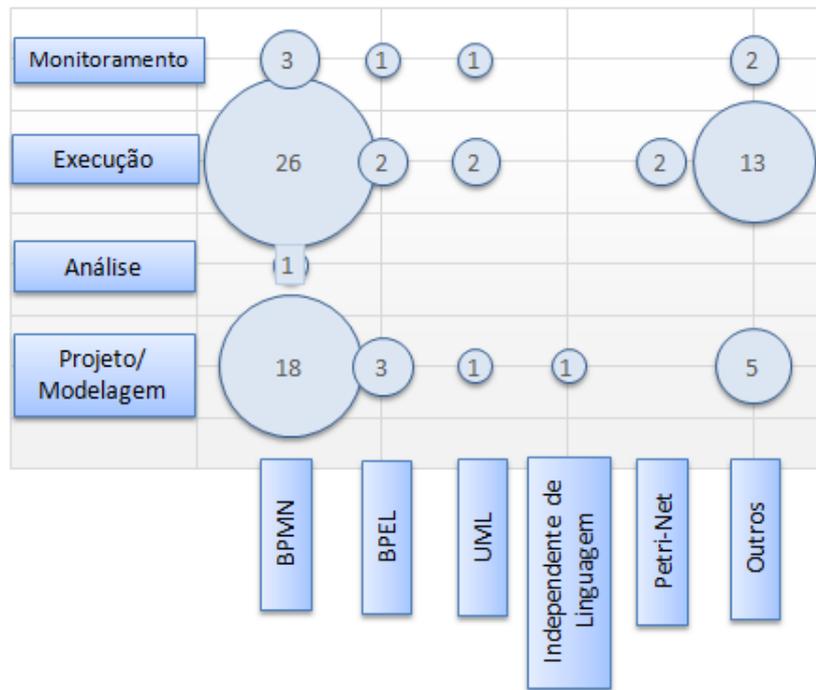


Figura 3.4: Linguagens usadas nos diferentes ciclos de vida do processo de negócio.

Na sequência, analisamos conjuntamente os resultados da QP1 e QP2.2 com o intuito de detectar os mecanismos que são mais utilizados para apoiar processos de negócios flexíveis em cada fase do ciclo de vida, conforme mostra a Figura 3.5. Na fase de execução, identificamos que a edição de processos de negócios foi o mecanismo mais utilizado (20 estudos). Desta forma, alterações como a adição ou remoção de atividades do processo podem ser realizadas em tempo real, diretamente em uma instância do mesmo. O segundo mecanismo mais adotado nesta fase entre os estudos selecionados foi a modularidade.

Na fase de projeto/modelagem, observamos uma distribuição maior entre os mecanismos utilizados nos estudos. Porém, o número maior de ocorrências é de estudos aplicando regras de negócios (9) e, novamente, a edição de processo (8). Com relação às fases de monitoramento e análise do ciclo de vida do processo de negócio, novamente, nenhuma tendência expressiva pôde ser reconhecida, tendo em vista o baixo número de pesquisas identificadas que cobrem estas fases.

De forma geral, os 52 estudos que apresentam abordagens para lidar com a flexibilidade em processos de negócios foram selecionados e analisados no contexto desta pesquisa. Assim, a pesquisa conseguiu contribuir para a ampliação das discussões sobre a flexibilidade nos processos de negócios e identificar o estado da arte mais recente nesse tema. Além disso, foi evidenciado que todas as fases do ciclo de vida do processo são impactadas por questões relacionadas à flexibilidade, embora a fase de execução, seguida pela fase de projeto/modelagem, tenha concentrado o maior número de abordagens propostas. Ao mesmo tempo, identificou-se que a linguagem

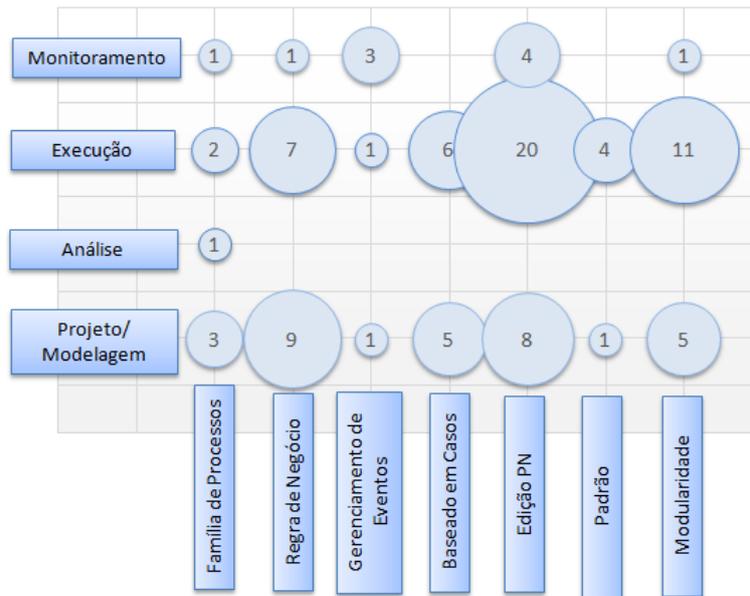


Figura 3.5: Mecanismos usados nas diferentes fases do ciclo de vida do processo de negócio.

BPMN tem sido a mais utilizada para abordar a flexibilidade e o mecanismo de edição de processo é o mais popular entre os estudos analisados para operacionalizar a flexibilidade em tempo de execução. Também observou-se que a literatura da área tem um número bastante baixo de estudos tratando da flexibilidade nas fases de monitoramento e análise dos processos de negócios, assim como há uma carência de estudos demonstrando a aplicação dessas soluções em casos reais.

Desta maneira, os processos de negócios flexíveis são essenciais para lidar com a imprevisibilidade e o grande volume de dados em constante mudança presentes em muitos cenários de negócios nas organizações, principalmente para os intensivos em conhecimento. No entanto, o suporte à flexibilidade para esse tipo de processo de negócio é de difícil implementação nas linguagens de modelagem atuais, como a BPMN [1].

### 3.3 Aderência do BPMN aos Requisitos de PIC

Nesta seção, apresentamos um estudo inicial para avaliar quais requisitos de modelagem de Processos Intensivos em Conhecimento são abordados pela notação BPMN padrão, bem como por suas extensões propostas na literatura. Nosso foco é na fase de modelagem e projeto dos PIC, em conjunto com seus requisitos associados.

Embora BPMN seja, de fato, a linguagem padrão para modelagem de processos de negócio, uma análise criteriosa quanto a sua aderência aos requisitos de PIC relacionados a esta fase do ciclo de vida de um processo de negócio estava, ainda, faltando na literatura. Todos os 25 requisitos de PIC definidos por DI CICCIO *et al.*

Processo Intensivo em Conhecimento		Fase do Ciclo de vida	BPMN Padrão
Classe	Requisito		
Dados	R1 Modelagem de dados	Modelagem	( - )
	R2 Modelagem de dados tardia	Execução	N/A
	R3 Acesso aos Dados Apropriados	Execução	N/A
	R4 Acesso sincronizado a dados compartilhados	Execução	N/A
Ação de Conhecimento	R5 Representar ações orientadas por dados	Modelagem	( - )
	R6 Modelagem de ações tardias	Execução	N/A
Regras e Restrições	R7 Formalização de regras e restrições	Modelagem	( - )
	R8 Formalização de restrições tardias	Execução	N/A
Metas	R9 Modelagem de metas	Modelagem	( - )
	R10 Modelagem tardia de metas	Execução	N/A
Processos	R11 Suporte para diferentes estilos de modelagem	Modelagem	( ± )
	R12 Visibilidade do conhecimento do processo	Execução	N/A
	R13 Execução flexível do processo	Execução	N/A
	R14 Lidar com exceções imprevistas	Execução	N/A
	R15 Migração de instâncias de processo	Execução	N/A
	R16 Aprendendo com os logs de eventos	Diagnóstico	N/A
	R17 Aprendendo com as fontes de dados	Diagnóstico	N/A
Trabalhadores do Conhecimento	R18 - Modelagem dos trabalhadores do conhecimento	Modelagem	( ± )
	R19 - Formalização da interação entre os trabalhadores do conhecimento	Modelagem	( + )
	R20 Definir privilégios dos trabalhadores do conhecimento	Modelagem	( ± )
	R21 Modelagem de trabalhadores do conhecimento tardios	Execução	N/A
	R22 Modelagem de privilégios tardios	Execução	N/A
	R23 Capturar as decisões dos trabalhadores do conhecimento	Execução	N/A
Ambiente	R24 Capturar e modelar eventos externos	Modelagem	( + )
	R25 Modelagem tardia de eventos externos	Execução	N/A

Tabela 3.2: Requisitos e fase de aplicação do PIC

[1] estão listados na Tabela 3.2, organizados conforme suas respectivas classes. A fim de conduzir a análise pretendida, estes requisitos foram, primeiramente, classificados quanto à fase do ciclo de vida em que deveriam ser tratados (veja a terceira coluna da tabela). Os requisitos classificados como pertinentes às fases de execução e diagnóstico estão fora do escopo desta pesquisa, tendo em vista que ela visa analisar apenas aspectos relacionados à modelagem de PIC, considerando o apoio fornecido pela linguagem BPMN padrão (foco desta seção) e suas extensões (foco da Seção 3.5). Por esta razão, tais requisitos foram sinalizados com "N/A" (não se aplica) na coluna "BPMN Padrão" da tabela. Por outro lado, os requisitos considerados pertinentes à fase de modelagem foram sinalizados com "(+)" para indicar atendimento total, "(±)" para indicar atendimento parcial e "(-)" para indicar a ausência de qualquer apoio relacionado ao requisito na linguagem BPMN padrão (veja a última coluna da Tabela 3.2).

A análise realizada revelou que a linguagem BPMN padrão atende completa-

mente (+) 2 requisitos, atende parcialmente ( $\pm$ ) 3 deles e não atende (-) 4 requisitos de modelagem:

- **R1 - Modelagem de dados:** BPMN não fornece um modelo de informação que permita explicitar os dados relevantes manipulados por um processo e seus inter-relacionamentos.
- **R5 - Representar ações orientadas por dados:** Como BPMN não possui um modelo de informação (dados), a linguagem conseqüentemente não suporta a progressão de um processo puramente orientada por dados.
- **R7 - Formalização de regras e restrições:** BPMN também não contempla a formalização de restrições ou regras de negócio. Estas podem ser formalizadas apenas por meio de sistemas BPMS ou padrões complementares, como o DMN.
- **R9 - Modelagem de metas:** BPMN não fornece qualquer modelo ou conceito relacionado a metas de processo.
- **R11 - Suporte para diferentes estilos de modelagem:** BPMN permite selecionar ou combinar várias alternativas de modelagem, por exemplo, representando uma colaboração (coreografia) entre diferentes participantes e seus processos específicos (fluxo de atividades) no mesmo diagrama. Porém, BPMN suporta diferentes níveis de estruturação e estilos de modelagem apenas com relação à dimensão funcional de um processo (fluxo de controle), não incluindo dados e recursos.
- **R18 - Modelagem dos trabalhadores do conhecimento:** BPMN não fornece um modelo especificamente focado na representação de recursos humanos, que permita representar múltiplos participantes (trabalhadores do conhecimento) com seus papéis e habilidades associados. Porém, BPMN fornece os conceitos de *Pool* e *Lane*, por meio dos quais diferentes participantes podem ser representados através de papéis que estes desempenham (por exemplo, um vendedor, um cliente, etc.) e suas atividades específicas podem ser modeladas.
- **R19 - Formalização da interação entre os trabalhadores do conhecimento:** BPMN contempla esse requisito porque permite que diferentes participantes possam se comunicar e colaborar entre si por meio de trocas de mensagens (representadas pelo conceito *Message Flow*).
- **R20 - Definir privilégios dos trabalhadores do conhecimento:** A especificação de permissões relacionadas ao acesso e manipulação de dados de um processo não pode ser definida explicitamente, como determina este requisito,

mas é definida, implicitamente, no BPMN quando se determina quais ações um determinado participante deve realizar.

- **R24 - Capturar e modelar eventos externos:** Esse requisito é contemplado pelo BPMN através dos numerosos tipos de eventos que a linguagem específica visa capturar um amplo espectro de eventos externos.

Diante disso, observando a Tabela 3.2, é possível perceber que somente a classe “Ambiente” tem seus requisitos de modelagem totalmente atendidos pelo padrão BPMN, que, neste caso, trata-se de apenas um requisito, atendido através de elementos do tipo Evento. As classes “Processos” e “Trabalhadores do Conhecimento” têm seus requisitos de modelagem atendidos apenas parcialmente. As demais classes de requisitos PIC (“Metas”, “Regras e Restrições”, “Ações de conhecimento” e “Dados”), que também possuem somente um requisito relacionado à fase de modelagem, não são atendidas pelo padrão BPMN. Fica claro, portanto, que a linguagem BPMN padrão está muito longe de oferecer um apoio adequado à modelagem de PIC.

## 3.4 Extensões BPMN Aderentes aos Requisitos de PIC

Realizamos uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de identificar extensões propostas para o BPMN até o presente momento e avaliar se essas extensões atendem aos requisitos dos PIC. Adotamos uma perspectiva de pesquisa mais abrangente, justificada pela ausência de resultados nas buscas específicas, o que nos permitiu explorar um maior número de informações na literatura.

A questão de pesquisa a ser respondida é a seguinte: **"Quais requisitos relacionados à modelagem de processos intensivos em conhecimento são abordados pelas extensões do BPMN?"**

### 3.4.1 Protocolo

A RSL seguiu as diretrizes propostas por KITCHENHAM e CHARTERS [22] e, portanto, foi conduzida em três etapas:

1. Planejamento: Os objetivos da pesquisa são listados e o protocolo da revisão é definido;
2. Condução: As fontes para a revisão da literatura são selecionadas, os estudos são identificados, selecionados e avaliados segundo os critérios estabelecidos no protocolo da revisão; e

3. Resultado: Os dados dos estudos selecionados são extraídos e sintetizados para serem publicados.

Todas as etapas seguidas por esta RSL estão sintetizadas na Figura 3.6. A primeira etapa definida para a pesquisa envolveu uma busca automática na biblioteca digital SCOPUS, na qual a seguinte *string* de busca foi aplicada:

<b>Search string = TITLE-ABS-KEY (("BPMN") AND ("Exten*"OR "Enhanc*"OR "Expan*"OR "Customiz*"OR "Adapt*")) AND PUBYEAR &gt; 2019 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English"))</b>
--

Tabela 3.3: String de Busca

Essa primeira etapa teve como objetivo capturar estudos propondo extensões de BPMN publicados a partir de 2020 (até setembro de 2022). O período anterior à 2020 não foi considerado nesta primeira etapa da revisão porque as RSLs de BRAUN e ESSWEIN [32] e ZAROOUR *et al.* [2] já identificaram as extensões de BPMN propostas até 2019. Essa busca automática na SCOPUS recuperou 209 artigos. Na sequência, com base na leitura do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos, estes foram filtrados aplicando-se o seguinte critério de inclusão: (1) O artigo deve propor uma extensão de BPMN. Após esta filtragem, restaram 29 artigos propondo extensões de BPMN.

Na segunda etapa da pesquisa, inclui-se os artigos selecionados pelas RSLs de BRAUN e ESSWEIN [32] e ZAROOUR *et al.* [2], que propuseram extensões para BPMN publicadas até 2019. Com isto, o conjunto de trabalhos a ser analisado na próxima etapa da pesquisa contempla 111 artigos propondo extensões de BPMN (desde o ano em que a linguagem foi criada).

Na terceira etapa da pesquisa, por meio da leitura completa dos artigos, estes foram filtrados novamente após a aplicação de outro critério de inclusão: (2) O artigo deve fornecer detalhes sobre os mecanismos utilizados na extensão BPMN para apoiar a modelagem de PIC. Após esta última etapa, foram selecionados 12 artigos.

Para a etapa de extração e síntese de dados, detalhada na próxima seção, foi projetado um formulário para registrar e coletar as informações relevantes obtidas a partir da leitura dos trabalhos de pesquisa selecionados. O formulário inclui um conjunto comum de campos gerais como: título, autor(es), ano de publicação e referência. Também foi adicionada uma caixa de texto para informação do domínio e uma outra para classificação do objetivo da extensão. Por fim, para os campos Dimensão do Modelo de Processo, Características PIC e Requisitos PIC, usamos os sinais: "(+)" para conformidade total, "(±)" para conformidade parcial e "(-)" para sem suporte.

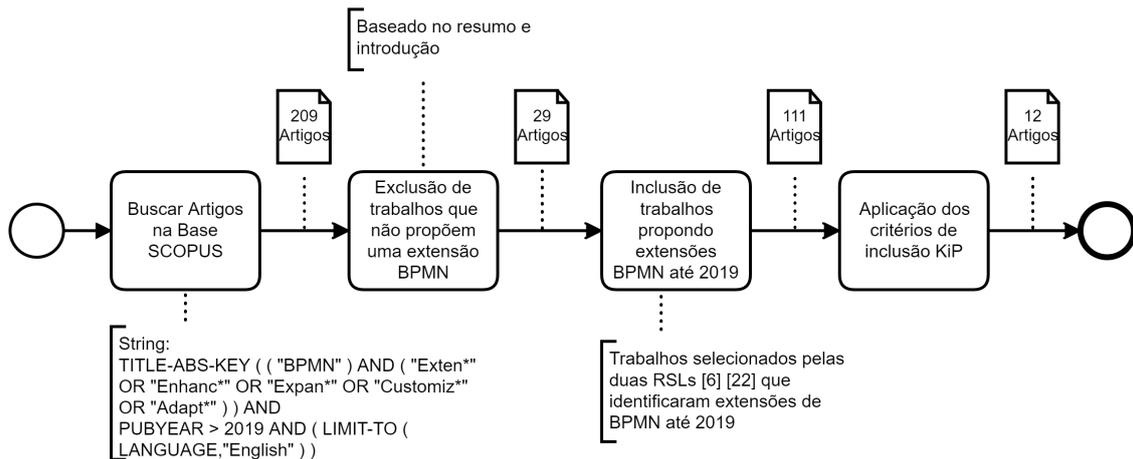


Figura 3.6: Etapas da pesquisa

### 3.4.2 Análise de Aderência de Extensões BPMN aos Requisitos de PIC

Como resultado, observando a Tabela 3.4, é possível perceber que: (1) Foi identificada somente uma extensão propondo apoio à classe “Dados” de PIC e este apoio foi considerado, ainda, insuficiente (parcial); (2) Com relação às classes “Ações do Conhecimento”, “Regras e Restrições” e “Metas”, foram identificadas, respectivamente, 4, 5 e 2 extensões propondo melhorias no BPMN, que atendem integralmente aos requisitos de modelagem dessas classes. (3) A classe “Processos”, cujo único requisito de modelagem é atendido apenas parcialmente pelo padrão BPMN, possui também uma proposta de extensão, que, segundo a análise realizada, atende integralmente a este requisito. (4) A classe “Trabalhadores do Conhecimento”, que possui 3 requisitos de modelagem e apenas 1 deles é atendido integralmente pelo padrão BPMN, tem uma extensão proposta que atende integralmente a todos estes requisitos da classe. As demais extensões identificadas propondo melhorias relacionadas a essa classe atendem apenas parcialmente os seus requisitos. (5) A classe “Ambiente”, que já é atendida integralmente pela linguagem BPMN padrão, como era esperado, não possui extensões relacionadas.

Por fim, como a última contribuição do estudo, podemos identificar lacunas, ou seja, requisitos para modelagem de PIC que a linguagem BPMN e suas extensões ainda não atendem e que representam tópicos de pesquisa abertos, o desenvolvimento de uma extensão BPMN que contemple integralmente e de modo eficaz o requisito de PIC relacionado à modelagem de “Dados”.

Em síntese, o estudo apresentou uma análise da aderência do padrão BPMN aos requisitos da fase de modelagem de PIC e uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) identificando as extensões já propostas para BPMN, analisando essas propostas quanto a sua aderência aos mesmos requisitos de PIC.

Autor/ Ano	Domínio	Objetivo de extensão	Dimensão do Modelo de Processo			Característica KIP								Requisitos KIP						
			Fluxo de Controle (D1)	Dados (D2)	Recursos (D3)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Requisitos KIP						
														1 - Dados	2 - Ação de Conhecimento	3 - Regras e Restrições	4 - Metas	5 - Processos	6 - Trabalhadores do Conhecimento	
R1	R5	R7	R9	R11	R18	R19	R20	R24												
Avad et al. (2009)	Recurso	Extensão BPMN para aplicação de Controle de Acesso aos Recursos	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	
Supulniece et al. (2012)	Conhecimento	Extensão BPMN com a dimensão de conhecimento integrando BPMN e KMDL	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(±)	(-)	(-)	(+)	(-)	(±)	(-)	(-)
Yousfi et al. (2015)	Computação ubíqua	Representam PNs que usam tecnologias de computação ubíqua como sensores e leitores inteligentes	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Bocciarelli et al. (2016)	Recurso	Habilite o BPMN para representar processos onipresentes com precisão	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)
Ben Said et al. (2017)	Flexibilidade	Lidar com a flexibilidade de PNs interorganizacionais modelados por meio de uma abordagem baseada em versão	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)
Martinho et al. (2015)	Flexibilidade	Garanta uma flexibilidade controlada definindo onde e como um PN pode ser alterado	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Intriglia et al. (2021)	Requisitos	Extensão BPMN para integração de requisitos	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Sun et al. (2021)	Variabilidade	Extensão visual de modelagem de PN que suporta a variabilidade para composições de micro-serviços	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Strutzenberger et al. (2021)	Processos contínuos	Extensão para modelar processos contínuos	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Bocciarelli et al. (2020)	Confabilidade	Extensão BPMN avaliação do desempenho e do comportamento da confiabilidade dos PN utilizando técnica de simulação	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Abouzid I. & Sadi R. (2020)	Computação ubíqua	A extensão proposta oferece suporte para a modelagem de PN onipresentes.	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Gallik et al. (2022)	IoT	Extensão BPMN para modelar artefatos e eventos específicos de IoT.	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Tabela 3.4: Avaliação das abordagens relacionadas aos critérios de seleção.

### 3.5 Extensões BPMN Relacionadas à Colaboração em Processos de Negócios

Dentre as extensões encontradas no estudo sobre as extensões BPMN relacionadas aos Requisitos de PIC, algumas delas estão relacionadas aos processos colaborativos. Em SUPULNIECE *et al.* [33], foi proposto estender o BPMN integrado com a *Knowledge Modeling and Description Language* (KMDL) para planejar os treinamentos e as mudanças nas competências e recursos necessários durante a fase de modelagem dos processos de negócios. Esta extensão trata do acesso autorizado e da sincronização de dados compartilhados e satisfaz a classe de objetivos e metas do PIC por meio de um mecanismo que representa um ou mais objetivos de processo definidos em dados e elementos de conhecimento, possibilitando a definição de um modelo de recurso visando agrupar múltiplos papéis e funções para os trabalhadores do conhecimento. No estudo de caso aplicado, também identificamos características de um processo de PIC para um projeto de integração de banco de dados da Bioinformática *Company*. Portanto, um tipo de conversão de conhecimento é adicionado para cada atividade, onde são inseridos todos os dados relevantes que serão manipulados pelo processo. Neste caso, podemos observar o atendimento nas características de Orientado para o conhecimento e para a colaboração, onde o conhecimento sobre a modelagem de processo de negócio na linguagem BPMN foi disseminado, colaborado entre a equipe, facilitando o entendimento comum do processo.

Já o trabalho de BEN SAID *et al.* [34] abordou colaborações BPMN e flexibilidade de coreografias utilizando versões. Mais precisamente, o artigo estendeu o meta-modelo BPMN 2.0 para considerar a noção de versão atendendo aos aspectos estáticos e dinâmicos de versões de colaboração e flexibilidade em diferentes níveis de granularidade: tarefa, evento, mensagem, troca de informações, processo e colaboração atendendo aos requisitos PIC de suporte para diferente estilos de modelagem e a

formalização e interação entre os trabalhadores do conhecimento. O artigo também abordou os aspectos dinâmicos do gerenciamento de versões de colaboração para característica de orientado à colaboração, definindo gráficos de estado para versões e operações correspondentes (criar, atualizar, excluir, validar e derivar operações). Por fim, apresentou o BPMN4V-Modeler, uma implementação do BPMN4V sobre o *plug-in* BPMN-Modeler Eclipse que permite criar e manipular versões de colaborações, considerando as extensões recomendadas do BPMN 2.0 e o aspecto dinâmico das versões.

### 3.5.1 Processos de Negócios Colaborativos

O artigo **BPMN4 Collaboration: An Extension for Collaborative Business Process**, escrito por AMDAH e ANWAR [5], propõe uma extensão para a notação BPMN que permite modelar processos de negócios colaborativos. O estudo descreve a importância da modelagem de processos de negócios colaborativos em organizações que dependem de múltiplas partes interessadas para executar seus processos de negócios.

No primeiro momento, para modelar adequadamente esses processos, os autores definem um conjunto de conceitos fundamentais para um ambiente colaborativo, a saber: confidencialidade, rastreabilidade, comunicação, tomada de decisão e monitoramento de tarefas como limitados para a notação BPMN:

- O BPMN possui suporte insuficiente para o conceito de estado do processo, não consegue compreender o conceito de progresso das tarefas de forma adequada, o que é essencial para a colaboração.
- O conceito de confidencialidade não é considerado no BPMN, o que é crucial para o sucesso da colaboração. As informações compartilhadas devem ser mantidas em sigilo.
- O BPMN representa os participantes individuais por meio de Pools, o que não é adequado para colaborações envolvendo vários participantes. Na colaboração, é importante saber se um participante está envolvido ou se existem muitos participantes potenciais envolvidos.
- A representação de troca de dados entre vários processos no BPMN é limitada para as necessidades de colaboração. É necessário distinguir entre os tipos de artefatos, sua importância e versão. A troca de dados é um aspecto crítico para o trabalho colaborativo, e os tipos de dados e sua finalidade devem ser especificados para agregar valor ao processo colaborativo.

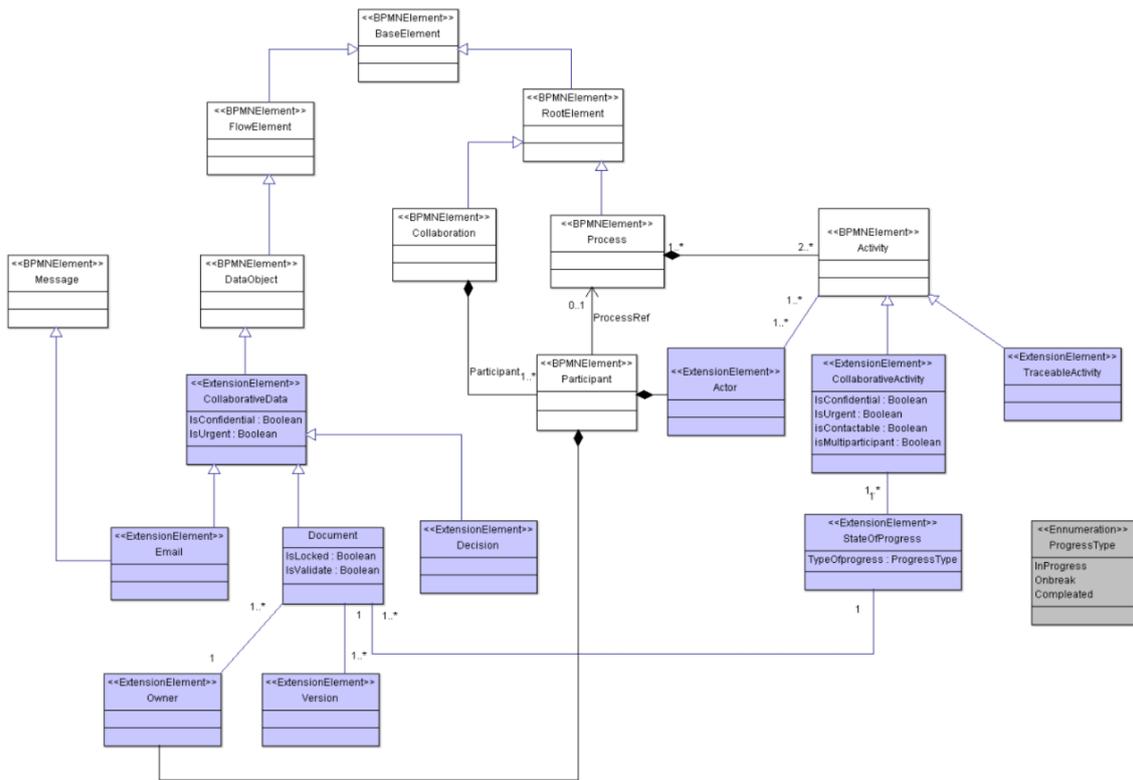


Figura 3.7: Metamodelo BPMN4Collaboration [5]

Posteriormente, o autor apresenta uma linguagem de modelagem colaborativa com uma rica notação gráfica correspondente a esses conceitos de colaboração baseando-se no princípio de ampliar os conceitos básicos da BPMN, a saber, *Activity*, *DataObject*, *SequenceFlow*, etc. O metamodelo da extensão é chamado BPMN4Collaboration, como mostrado na Figura 3.7.

Em seguida, AMDAH e ANWAR [5], após apresentar a sintaxe gráfica para esses novos elementos, também estabeleceram uma semântica textual para o novo elemento estendido. Definindo deste modo, a extensão sendo útil para modelar processos colaborativos ao fornecer mais precisão nos elementos compartilhados entre os parceiros. Porém, o metamodelo BPMN4Collaboration não tem representação para a troca de informações e dos aspectos de comunicação entre os atores do processo na mesma atividade.

## 3.6 Características da Atividade de Colaboração

Durante nossa pesquisa, não encontramos estudos diretamente relacionados a atividades de colaboração. Portanto, nesta seção, abordaremos conceitos ligados aos processos de negócios colaborativos, com foco na identificação de características que poderão ser utilizadas na modelagem de atividade de colaboração. Nossa investigação visa preencher essa lacuna e contribuir para o entendimento dessa área.

As características ou requisitos para a modelagem de uma atividade de colaboração em um processo de negócio podem variar de acordo com o contexto e objetivos específicos da colaboração. Contudo, existem características comuns frequentemente consideradas ao modelar processos de negócios colaborativos [35–37]. Algumas delas incluem:

**Participantes:** Identificar e envolver os participantes relevantes da colaboração, ou seja, as pessoas ou organizações que irão contribuir e interagir no processo de negócio colaborativo. Os participantes podem ter papéis diferentes e devem ser claramente definidos na modelagem.

**Objetivos compartilhados:** Definir os objetivos comuns que os participantes estão buscando alcançar por meio da colaboração. Esses objetivos devem ser específicos e claros para todos os participantes.

**Interações e fluxo de trabalho:** Modelar as interações e o fluxo de trabalho conhecido entre os participantes, identificando as atividades colaborativas que serão executadas em conjunto e a forma como essas atividades se relacionam umas com as outras.

**Comunicação e troca de informações:** Representar os canais de comunicação e a troca de informações entre os participantes. Isso pode incluir a identificação de pontos de comunicação, meios de comunicação utilizados (por exemplo, e-mail, reuniões, ferramentas colaborativas) e os tipos de informações compartilhadas.

**Cooperação e coordenação:** Considerar os mecanismos de cooperação e coordenação necessários para garantir que os participantes estejam alinhados e trabalhando juntos de forma eficaz. Isso pode envolver a definição de regras, responsabilidades, prazos e mecanismos de tomada de decisão.

Levando essas características em consideração, a Tabela 3.5 apresenta as extensões que foram encontradas e mostra os resultados após a associação com as características encontradas (o símbolo "+" significa atendimento total, "+/-" para indicar atendimento parcial e "-" indica a ausência de apoio relacionado a uma característica para modelagem de colaboração).

A extensão BPMN4 Collaboration, de AMDAH e ANWAR [5], fornece uma série de elementos e notações específicas para representar a colaboração em processos de negócios. Isso inclui a capacidade de definir papéis e responsabilidades das partes

<b>Trabalho</b>	Participantes	Objetivos compartilhados	Interações e fluxo de trabalho	Comunicação e troca de informações	Cooperação e coordenação
AMDAH e ANWAR [5]	+	+	+/-	-	+
ANTUNES <i>et al.</i> [38]	+	-	+/-	-	-
VILLARREAL <i>et al.</i> [39]	+	-	+	+	+
BOUCHBOUT <i>et al.</i> [40]	+	+	+	-	-

Tabela 3.5: Extensões relacionada à Colaboração

envolvidas, seleção dos objetos e regras comuns que serão compartilhados assim como os mecanismos de cooperação. Para o fluxo de trabalho, a extensão atende de forma parcial, pois não foi observado a troca de mensagens entre os participantes, porém é possível identificar a atividade. Por fim, a extensão não apresenta recursos para representar os canais para troca de informações entre os participantes.

ANTUNES *et al.* [38] apresentaram uma extensão modelada em BPMN para lidar com algumas das tarefas que são comuns em processos altamente colaborativos. A extensão atende à modelagem para identificar os atores, mas não permite adicionar objetivos comuns entre os participantes e as interações são parcialmente atendidas, uma vez que não é possível identificar a forma como o fluxo de mensagens está relacionado. Para a comunicação e cooperação, não foi possível observá-los no estudo.

No caso do trabalho de VILLARREAL *et al.* [39], ele descreve uma abordagem de modelagem para processos que se baseiam na linguagem UP-ColBPIP, que tem como objetivo apoiar o desenvolvimento orientado por modelos de processos colaborativos e informações B2B (*Business-to-Business*). A linguagem UP-ColBPIP estende a semântica UML2 para modelar processos colaborativos independentes de tecnologia. Com relação às características de colaboração, a única característica que a extensão não atende é a possibilidade de compartilhar objetivos comuns entre os participantes.

O trabalho de BOUCHBOUT *et al.* [40] tem como objetivo apresentar uma nova abordagem para o desenvolvimento de um *framework* baseado em uma arquitetura MDA (*Model-Driven Architecture*) para a modelagem de processos de negócios colaborativos independente de tecnologia. Com esse *framework*, as partes envolvidas podem trabalhar juntas para definir e aprimorar os processos de negócios, utilizando uma abordagem de modelagem padronizada, o que pode levar a resultados mais consistentes e melhorias significativas nos processos organizacionais. Porém,

a abordagem não apresenta os canais de comunicação entre os participantes nem a cooperação e coordenação necessárias.

### 3.7 Considerações Finais

Embora tenham sido identificados trabalhos relacionados que tratam de aspectos dos processos intensivos em conhecimento, a flexibilidade em processos de negócios e as extensões do BPMN, nenhum deles aborda diretamente a questão da modelagem da colaboração em processos de negócios intensivos em conhecimento. Isso sugere uma lacuna na literatura existente, onde não foram encontrados estudos abrangentes que abordem de forma integrada a colaboração em processos intensivos em conhecimento.

Além disso, a análise da aderência do BPMN aos requisitos de PIC revela que a notação mais utilizada como padrão para modelagem de processos de negócios não oferece suporte adequado para o contexto de PIC, o que ressalta a importância de buscar abordagens mais específicas e extensões que possam preencher essa lacuna.

Portanto, nossa pesquisa busca preencher essa lacuna na literatura, propondo uma extensão para o BPMN que permita uma representação das atividades de colaboração em processos intensivos em conhecimento, contribuindo assim para a modelagem de processos nesse contexto específico.

# Capítulo 4

## Proposta de Extensão

Este capítulo apresenta uma proposta de extensão utilizando as *metaclasses* de extensibilidade do BPMN, em conformidade com os requisitos dos Processos Intensivos em Conhecimento. O objetivo central é abordar a complexidade da modelagem de processos de negócios em cenários de colaboração. A extensão proposta tem a finalidade de incorporar uma atividade específica no contexto da modelagem BPMN, destinada à facilitação da colaboração entre as partes envolvidas.

Com essa extensão, é possível definir participantes, regras, restrições e aspectos de interação entre os participantes da colaboração. Essa abordagem busca atender às demandas de processos que requerem um alto grau de conhecimento e interação entre as partes interessadas. A inclusão dessa atividade de colaboração na modelagem BPMN contribui para uma representação mais abrangente e eficaz dos processos que envolvem colaboração entre os participantes.

Desta forma, a proposta destaca-se pela exploração das *metaclasses* de extensibilidade do BPMN, proporcionando uma estrutura adaptável para a integração de elementos específicos de colaboração sem modificar a semântica original da especificação BPMN. Isso oferece uma solução para a complexidade de modelar processos que dependem fortemente da participação e cooperação dos envolvidos. Por meio dessa abordagem, buscamos otimizar a representação de processos de negócios, promovendo maior clareza e precisão na descrição das atividades colaborativas.

### 4.1 Elementos da Colaboração

Nesta seção, é definida uma série de conceitos relacionados a atividade de colaboração referenciadas por LEWICKI *et al.* [41]. Para isso, antes de iniciar qualquer colaboração, é importante preparar adequadamente as informações que serão compartilhadas. Isso implica em reunir informações sobre as partes envolvidas, suas posições, interesses e objetivos. A preparação também inclui definir seus próprios objetivos, identificar alternativas caso a colaboração não tenha sucesso e entender

os possíveis desafios que podem surgir.

**Objetivo da Colaboração:** O processo colaborativo requer uma avaliação conjunta para a consecução de um objetivo compartilhado [5]. Nesse sentido, a definição do objetivo estabelece o âmbito da colaboração entre os participantes, regido por critérios objetivos, tais como dados concretos e fatos verificáveis, em contraposição a considerações emocionais ou opiniões subjetivas. Essa delimitação será estabelecida no início da fase preparatória da atividade colaborativa.

Para estabelecer o início da atividade de colaboração, precisamos definir as **condições iniciais de colaboração** ou **precondições**. Estas diretrizes serão seguidas com base em um formulário previamente definido pelo participante principal da colaboração, conforme exemplo na Figura 4.3. A abordagem visa assegurar que a atividade colaborativa seja conduzida de maneira estruturada, evitando a inclusão de tópicos alheios ao escopo definido durante a execução da atividade.

**Precondições (Condições iniciais de Colaboração):** Toda colaboração inicia-se com uma proposta inicial, a qual será conduzida de acordo com um formulário de entrada de dados previamente definido pelo participante principal da colaboração.

**Participantes(Atores):** É essencial identificar todas as partes envolvidas no processo [5, 38–40]. Os participantes desempenharão um papel central na condução da atividade de colaboração e serão identificados no início do processo para enriquecer as informações do modelo inicial de colaboração. Cada atividade colaborativa será caracterizada pela participação de, no mínimo, dois participantes.

**Parâmetros de Colaboração:** São as variáveis identificadas no Processo de Negócio que serão ajustadas entre os participantes durante a atividade de colaboração. Essas variáveis também poderão ser utilizadas como restrições condicionais durante a atividade de colaboração. LEWICKI *et al.* [41] citam que encontrar interesses compartilhados, identificando interesses comuns e pontos de acordo pode ajudar a construir uma base sólida para a colaboração.

**Restrição da Colaboração:** Durante nossa pesquisa, constatamos a necessidade de introduzir restrições com o intuito de aprimorar a execução durante a atividade de colaboração. As restrições foram estabelecidas para uma colaboração poder ser bem-sucedida ou não. Dessa forma, estabelecemos dois tipos de restrições: as fixas serão responsáveis por regular a execução da atividade, enquanto as de caráter condicional serão responsáveis por delimitar a colaboração.

a) **Restrições Fixas:**

**Tempo total da colaboração:** Será estabelecido um limite temporal global, denominado "Tempo Total de Colaboração", que desempenhará o papel de um fator delimitante abrangente para a conclusão das atividades colaborativas.

**Tempo para resposta de colaboração:** será definido um intervalo de tempo para a resposta nas interações entre os participantes envolvidos na colaboração, doravante denominado "Tempo de Resposta da Colaboração". Esse parâmetro temporal visa regulamentar a dinâmica das interações entre os participantes(atores) colaboradores.

**Número de Participantes:** Para cada instância da colaboração, será exigida a presença de um mínimo de dois participantes(atores) selecionados. Tal requisito visa assegurar a presença de uma base efetiva para a dinâmica colaborativa e a troca de informações entre os envolvidos.

b) **Restrições Condicionais:**

Os parâmetros da colaboração também podem ser empregados como restrições condicionais, as quais serão estabelecidas no formulário de entrada de dados que configura a colaboração antes do início da atividade. Este formulário, por sua vez, consistirá na proposta inicial de colaboração encaminhada durante a referida etapa.

**Critério de parada:** Foram estabelecidos alguns critérios de parada com o objetivo de determinar o encerramento para a atividade de colaboração em andamento, tais como:

- **Aceite dos participantes** - Quando todos os participantes envolvidos na atividade concordam com os parâmetros definidos durante a atividade de colaboração. Esses critérios serão controlados pela ferramenta utilizada para gerenciar a atividade de colaboração.
- **Tempo total da colaboração excedido** - O tempo total permitirá o controle total da atividade de colaboração, o que será um fator limitante necessário para que a atividade de colaboração seja finalizada. Esse critério será definido pelo participante principal da atividade e controlado pela ferramenta para gerenciar a atividade de colaboração.
- **Tempo de resposta não atendido para cada participante** - Os participantes terão um tempo estabelecido para responder às solicitações. Caso esse tempo não seja cumprido, a colaboração não será considerada bem-sucedida. Esse critério será definido pelo participante principal da atividade e controlado pela ferramenta para gerenciar a atividade de colaboração.

#### 4.1.1 Metamodelo BPMN para atividade de colaboração

A fim de incluir a capacidade de representar uma atividade de colaboração no BPMN, nesta seção apresentamos o metamodelo proposto da nossa extensão sem mo-

dificar a semântica original encontrada na especificação do BPMN, como é demonstrado na Figura 4.1. O objetivo é detalhar os padrões estabelecidos que descrevem os conceitos da atividade de colaboração, estendendo as classes *Task* e *Participant* do BPMN.

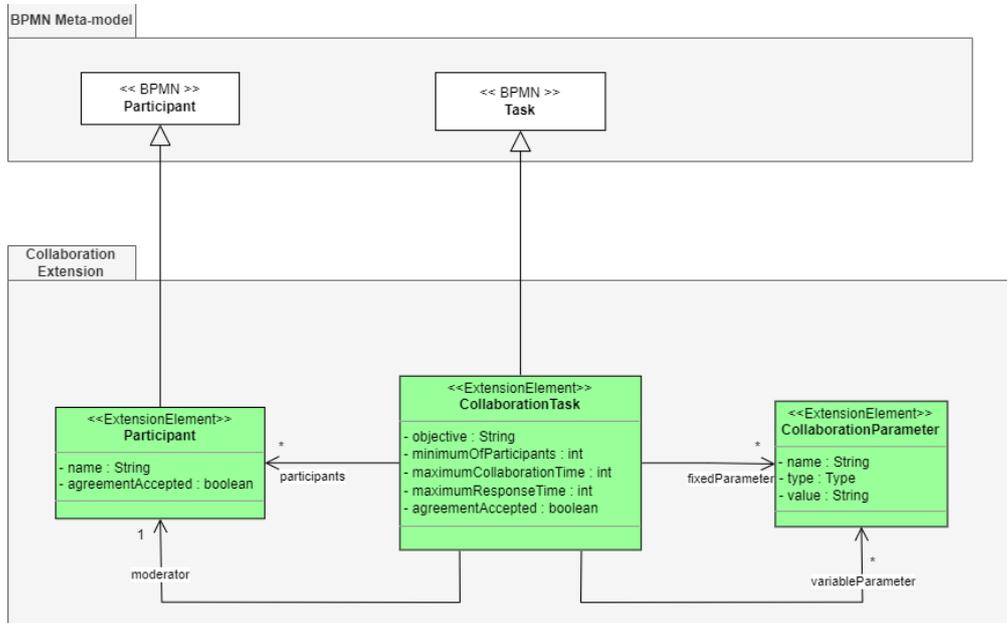


Figura 4.1: Diagrama de classes extensão da atividade de colaboração

Por meio das classes **CollaborationTask**, **Participant** e **CollaborationParameter**, foi possível incorporar atributos personalizados que possibilitam a definição de extensões relacionadas aos elementos da atividade de colaboração no contexto dos processos intensivos em conhecimento, com base na modelagem em BPMN. A seguir, apresentamos os conceitos dessa extensão específica aplicados aos elementos da atividade de colaboração.

**CollaborationTask** : Acrescentamos a metaclass principal para a atividade de colaboração, estendendo a classe « BPMN » *Task*. Nela é definida o objetivo da colaboração e alguns atributo. O atributo *minimumOfParticipants* determina o número mínimo de participantes que uma colaboração pode possuir. O atributo *maximumCollaborationTime* estabelece o tempo máximo para a conclusão da colaboração. O atributo *maximumResponseTime* define o limite de tempo para cada participante responder durante as interações na colaboração. O atributo *agreementAccepted* controla o acordo da colaboração, com sucesso ou não. Para as associações da classe: a *moderator*: *Participant* define o moderador para a A associação colaboração, a *participants*: *Participant()* define os participantes da colaboração, a *fixedParameter*: *CollaborationParameter()* define os parâmetros fixos da colaboração e a *variableParameter*: *CollaborationParameter()* define os parâmetros variáveis da colaboração.

**CollaborationParameter** : Esta metaclass determina os parâmetros da cola-

boração. Esses parâmetros podem ser fixos ou variáveis. A classe terá os seguintes atributos: nome do parâmetro *name*, tipo do parâmetro *Type* e o valor do parâmetro *value*.

**Participant** : Esta classe estende a classe « BPMN » *Participant* , na qual os participantes são descritos no atributo *name*, enquanto o atributo *agreementAccepted* controla se o participante concorda ou não com o que foi estabelecido durante a atividade de colaboração.

## 4.2 Exemplo Ilustrativo

A colaboração durante a contratação de um serviço requer a interação entre vários participantes distintos, visando alcançar os objetivos de forma mais eficiente entre as partes envolvidas. Além disso, conforme apresentado no capítulo anterior, a modelagem para atividade colaborativa requer uma abordagem diferente, onde identificamos o fluxo de mensagens trocadas durante a atividade de colaboração, o que nos permite compreender o acordo final entre os participantes na atividade.

Essa atividade é bastante complexa e altamente colaborativa para a modelagem de processo, envolvendo participantes que interagem através de parâmetros preestabelecidos no início do processo. Esses parâmetros são essenciais para a atividade de colaboração, sendo o objeto central da colaboração, podendo ser classificados como restritivos ou não.

Com o intuito de demonstrar a utilização da extensão proposta para o BPMN, na Figura 4.2 descrevemos a modelagem de um processo de negócio com atividades realizadas por um Cliente e uma Empresa durante o processo de colaboração para contratação de um serviço. O objetivo geral desta simulação é acompanhar as propostas de conversação trocadas durante a atividade de colaboração entre os participantes.

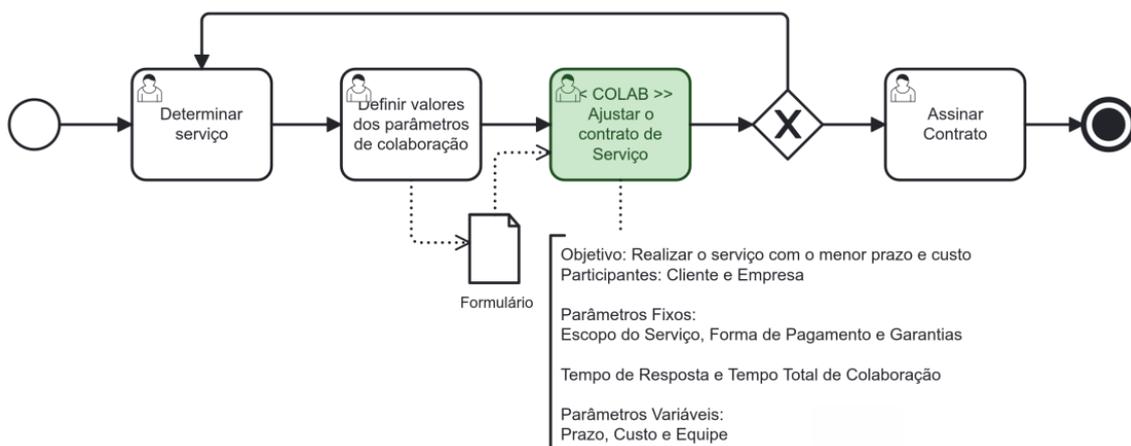


Figura 4.2: Exemplo de BPMN colaborativo

Este processo de negócio tem como finalidade estabelecer um acordo entre as partes para diminuir o prazo e custo para a execução do serviço contratado. Portanto, os participantes precisam estabelecer as condições iniciais de colaboração, seja através de uma proposta inicial de serviço, escopo de projeto, entre outros, antes de dar início à troca de mensagens na atividade de colaboração. Neste contexto da simulação, os parâmetros fixos serão o escopo, a forma de pagamento e as garantias. Já os variáveis foram definidos como o prazo, o custo e a equipe (Número de pessoas). As restrições incluem um tempo para retornar a resposta solicitada em até 120 minutos(2 horas) para cada participante e um Tempo Total para a Colaboração de 2.880 minutos(48 horas). Além dessas informações, toda atividade de colaboração requer parâmetros para controlar o mecanismo de troca de mensagens entre os participantes e identificar o acordo ou não da colaboração.

## **Detalhamento do Processo**

### **Início do processo**

O processo tem início quando um cliente deseja contratar um serviço específico e entra em contato com a empresa para iniciar as negociações contratuais.

### **Determinar serviço**

Na primeira atividade, o cliente especifica o serviço desejado e fornece detalhes como: o objetivo, o escopo, a forma de pagamento, as garantias, os requisitos, e outros aspectos relevantes.

### **Definir valores dos parâmetros de colaboração**

Após a definição do serviço, o cliente recebe as ofertas das empresas e identifica os valores dos parâmetros necessários para a colaboração. Esses parâmetros são considerados precondições da atividade de colaboração, onde também são determinados os detalhes e restrições relevantes. Nesse contexto, o Cliente define no formulário os parâmetros da colaboração para a execução do serviço com os seguintes valores: Prazo(P1) = 12 meses, Custo(P2) = 1 Milhão, Equipe(P3)= 30 pessoas, e o tempo de resposta para a confirmação das propostas de 2 horas e o tempo total para finalização da colaboração de 2 dias, conforme ilustrado na Figura 4.3.

Internamente nas classes do metamodelo, podemos observar como seria a instância das classes do metamodelo estendido para a atividade de colaboração conforme o diagrama de objetos na Figura 4.4.

### **« COLAB » Ajustar o Contrato de Serviço**

Nesta atividade, o Cliente e a Empresa interagem para debater os parâmetros definidos na etapa anterior, através do formulário de entrada de dados. Durante a colaboração, eles tentam chegar a um acordo sobre o prazo, custo e equipe necessária para a execução do serviço.

Figura 4.3: Formulário de Parâmetros e restrições da atividade de colaboração

A simulação da execução da atividade de colaboração pode ser acompanhada na Figura 4.5. Na extensão proposta, durante esta atividade, será iniciado um sistema para controle da troca de mensagens entre os participantes no estilo de *chat* ou *whatsApp*, permitindo controlar e atender aos parâmetros estabelecidos nas precondições da colaboração. Em nosso exemplo, foi simulado a utilização de um WfMS (*Workflow Management System*) para controlar a troca de mensagens.

(1) No primeiro fluxo de mensagem, o sistema prepara os parâmetros que serão apresentados com as precondições da colaboração:

- Parâmetros de Colaboração:  $\text{Prazo}(P1) = 12 \text{ meses}$ ,  $\text{Custo}(P2) = 1 \text{ Milhão}$ ,  $\text{Equipe}(P3) = 30 \text{ pessoas}$ ;
- Restrições:  $\Delta T \text{ Resposta}(\Delta TR) = 2 \text{ horas} = 120 \text{ minutos}$ ,  $\Delta T \text{ Colaboração}(\Delta TC) = 2 \text{ dias} = 2.880 \text{ minutos}$ ;
- Parâmetros de Sistemas/ Controle:  $\text{cliente.agreementAccepted} = 0$ ;  $\text{empresa.agreementAccepted} = 0$ ;  $\text{wfms.agreementAccepted} = 0$ ;

(2) O Cliente atualiza o parâmetro de prazo para 6 meses e envia a solicitação de aprovação para a Empresa. Nesse momento o sistema atualiza o parâmetro de sistemas  $\text{cliente.agreementAccepted}$  para 1, definindo para o sistema que essa colaboração satisfaz as condições do cliente.

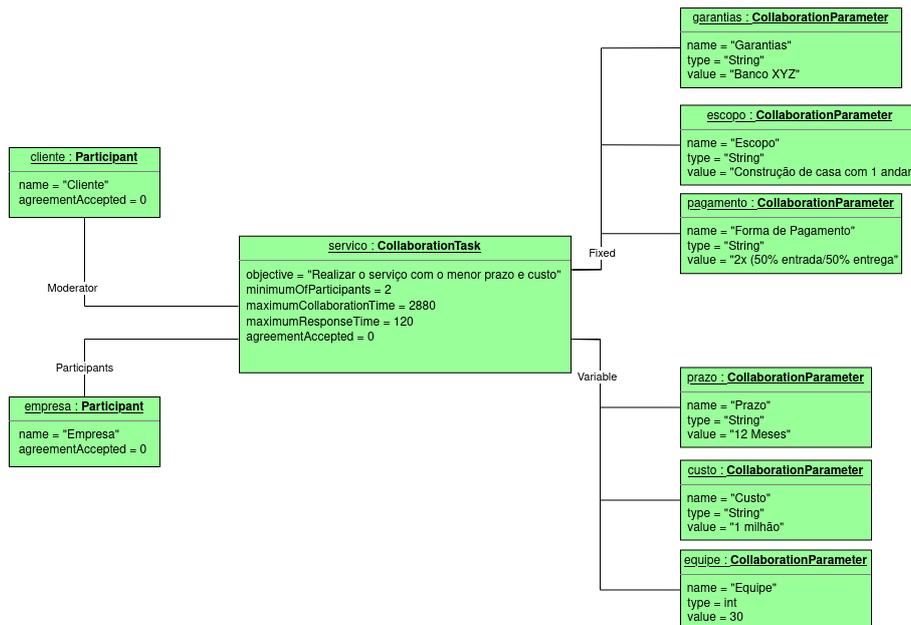


Figura 4.4: Diagrama de Objetos da *Collaborarion Extension*

(3) A Empresa apresenta uma nova solicitação e atualiza os parâmetros de Custos em 2 Milhões e Equipe para 60 pessoas, e envia para o Cliente. Como a proposta enviada pelo Cliente não atendeu as expectativas da Empresa, o sistema atualiza o parâmetro de sistemas empresa.agreementAccepted para 1, indicando para o sistema que essa colaboração atende as condições da Empresa e atualiza a cliente.agreementAccepted = 0.

(4) O Cliente novamente atualiza os parâmetros de custos para 1,5 Milhões e Equipe para 50 pessoas, e envia para a Empresa. O sistema atualiza cliente.agreementAccepted para 1 e empresa.agreementAccepted = 0.

(5) A Empresa confirma as condições da proposta enviadas pelo Cliente. O sistema atualiza cliente.agreementAccepted para 1, empresa.agreementAccepted para 1 e a wfms.agreementAccepted = 1.

Caso a atividade de colaboração seja bem-sucedida, ou seja, os dois participantes chegarem a um acordo, o processo segue para a próxima etapa. Se não houver êxito, o processo será retornado para a atividade **Determinar serviço**, onde o cliente poderá revisar as informações e solicitar uma nova rodada de colaboração com a mesma empresa ou com outras.

### Assinar Contrato

Após a colaboração bem-sucedida, o contrato de serviço é elaborado com base nos parâmetros acordados e assinam o contrato.

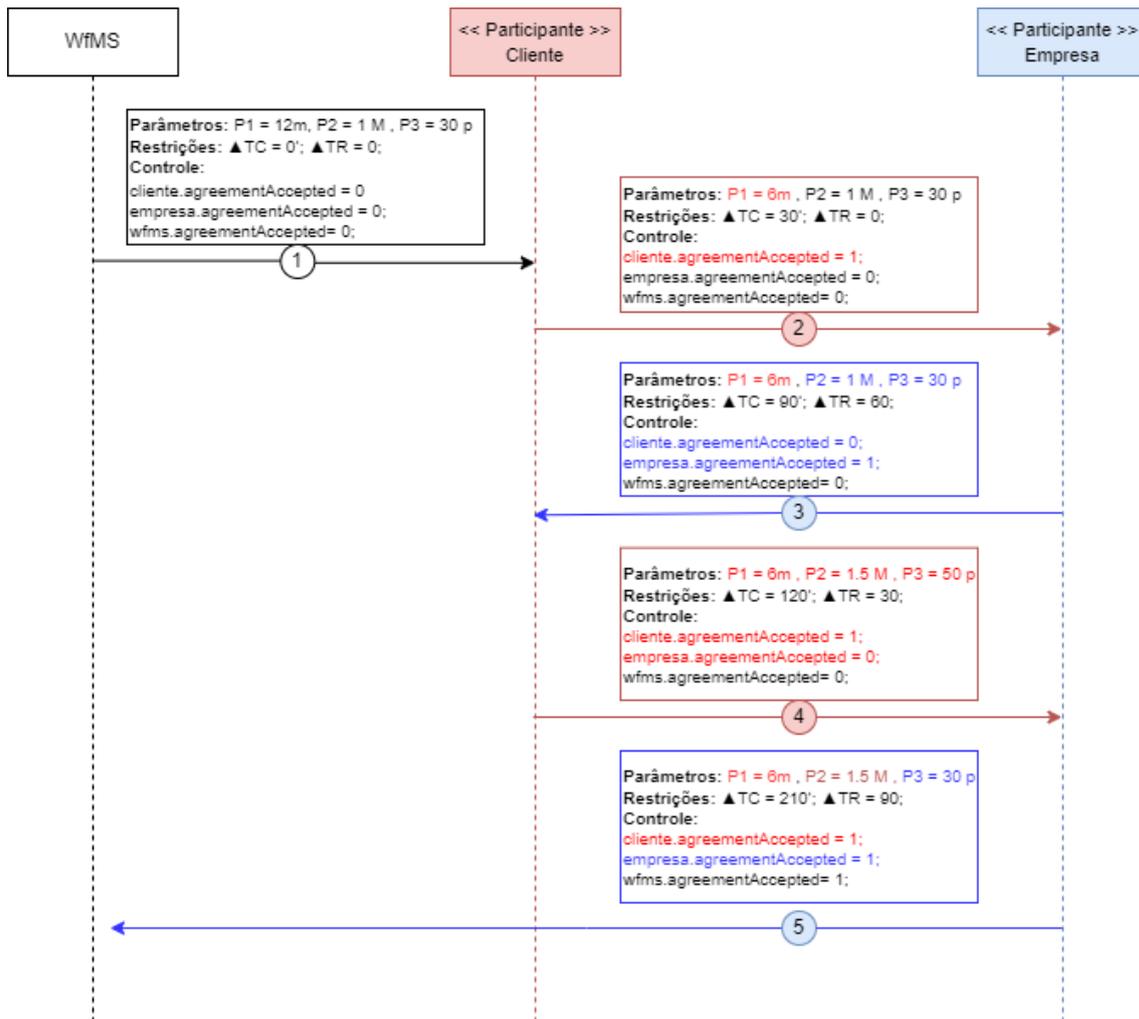


Figura 4.5: Interação na atividade de colaboração

### 4.3 Considerações Finais

Neste capítulo abordamos os elementos da colaboração, a proposta de extensão do estudo e a simulação da sua aplicação através de um exemplo ilustrativo. Como resultado, notamos que a execução do processo pode variar de acordo com as circunstâncias específicas e o contexto em que é aplicado, portanto, é essencial que a atividade de colaboração siga as precondições estabelecidas.

Com relação às características comuns encontradas nas extensões que tratam de colaboração, conforme a Tabela 3.5, a proposta apresentada consegue identificar os participantes, relacionando o objetivo em comum entre eles. Uma atividade colaborativa é delineada para identificar as interações e o fluxo de trabalho relacionados aos participantes, bem como o local de comunicação e troca de informações em uma ferramenta de *chat*. Dessa forma, os parâmetros estabelecidos também são necessários para os mecanismos de coordenação e cooperação, garantindo que os participantes estejam alinhados com o objetivo estabelecido para a condução de uma colaboração

eficiente.

Por fim, embora a modelagem na notação BPMN forneça uma representação visual das etapas do processo, a implementação real pode envolver sistemas e interações mais complexas entre os participantes envolvidos.

# Capítulo 5

## Avaliação

Para uma análise mais aprofundada da pesquisa que resultou na proposta de extensão para a atividade de colaboração no modelo de processo em BPMN, é importante conduzir uma avaliação do trabalho. Nesse sentido, optou-se por dois tipos de avaliação da proposta: primeiramente, conduzimos uma prova de conceito da execução do modelo em um cenário real, com o objetivo de proporcionar uma visão prática de como seria o comportamento da proposta; posteriormente, avaliamos, através de uma pesquisa para a coleta e análise de *feedback* de um grupo de participantes através de um *Survey*. Essas avaliações permitiram uma análise mais abrangente dos pontos fortes e fracos da pesquisa, contribuindo para melhoria e refinamento do modelo.

Para apresentar as etapas necessárias para a realização da avaliação, dividimos este capítulo em três Seções. A Seção 5.1 ilustra o cenário de avaliação que norteou o restante das seções. Na segunda Seção 5.2, a prova de conceito do estudo é apresentada. Por último, na Seção 5.3 apresentamos o *Survey*, detalhando a metodologia, os resultados alcançados com base nos dados coletados e as ameaças à validade do estudo.

### 5.1 Cenário de Avaliação

Visando estabelecer um cenário real para a avaliação do nosso estudo, optamos por modelar o processo de negócio relacionado à Busca e Salvamento em conjunto com um especialista da área, conforme detalhado no Apêndice B. O processo de busca e salvamento, *Search And Rescue* (SAR), é de responsabilidade da Marinha do Brasil (MB) de acordo com o **Art. 2º** da **Lei nº 7.273/1984** de 10 de dezembro de 1984. Este serviço tem como propósito atender as emergências relacionadas à salvaguarda da vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores do Brasil.

O SAR é caracterizado como um processo de natureza intensiva em conhecimento, uma vez que envolve uma série de atividades de grande complexidade e

dinamismo, sem obedecer a um padrão definido. Apesar de existirem diversas regras e protocolos no processo a serem seguidos, antes, durante e depois da prestação de socorro. Desta forma, elaboramos o mapeamento do processo de negócio na notação BPMN da atividade de busca e salvamento, em um nível macro, conforme a Figura 5.1, identificando desde o início do recebimento do alerta de socorro até a sua finalização.

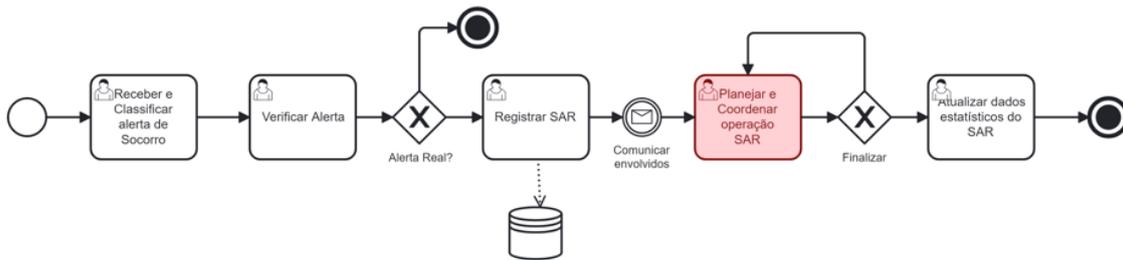


Figura 5.1: Processo de Negócio Resumido de Busca e Salvamento

Através da análise desse processo, identificamos que a atividade **Planejar e Coordenar Operação SAR**, requer uma análise profunda, bom senso e experiência por parte do Coordenador SAR (CS). Essa atividade é intensiva em conhecimento e flexível, na qual o trabalhador do conhecimento, identificado como CS, colabora com diversos participantes com o objetivo de determinar a melhor solução para a operação, conforme a sua experiência prática. Para essa atividade, existem diversas operações distintas, tais como: incêndios a bordo, homem ao mar, desaparecimentos, emborcamentos, entre outras. Para este estudo, selecionamos a operação de **Recebimento de Feridos**.

A atividade **Planejar e Coordenar Operação SAR** (Figura 5.2) é um subprocesso que envolve uma série de atividades necessárias para a realização de operações de socorro no mar. Dentre elas, está o subprocesso de **Receber Feridos**. Neste processo, o CS é o responsável por preparar o local de recebimento de feridos e organizar os meios de transporte até o ponto de socorro. A condução de uma operação de SAR pode ser realizada pelo CS ou pelo Coordenador da Missão SAR, dependendo da localização do acidente. No presente estudo, utilizaremos a nomenclatura CS em todo o contexto da pesquisa.

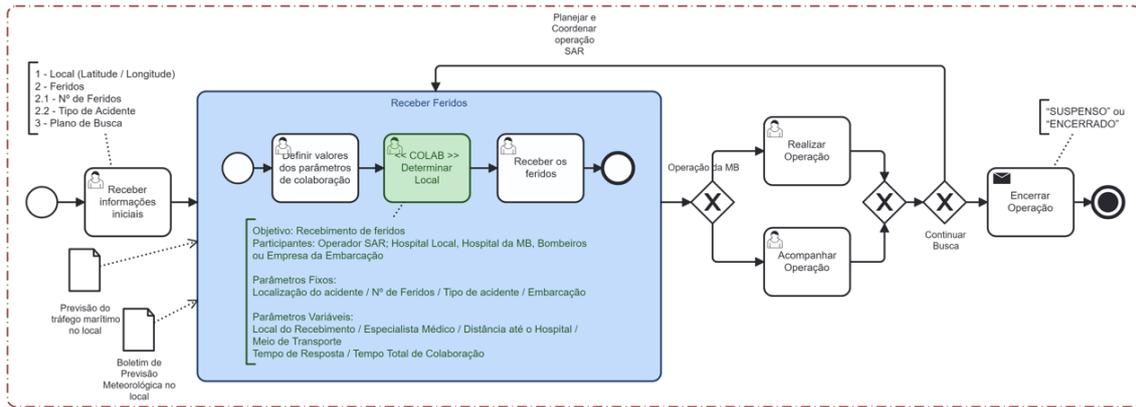


Figura 5.2: Subprocesso BPMN para Planejar e Coordenar Operação SAR da Figura 5.1

## 5.2 Prova de conceito da execução do estudo

Nesta seção, detalharemos a prova de conceito através da execução do subprocesso **Receber Feridos** conforme modelado na Figura 5.3. Esta prova de conceito foi fundamentada em dados reais, que foram descaracterizados por questões de segurança da informação.

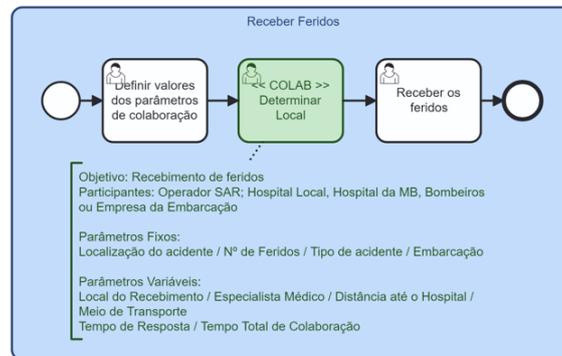


Figura 5.3: Subprocesso para Recebimento de Feridos

Dessa maneira, a instância do subprocesso é iniciada mediante a identificação dos participantes envolvidos na colaboração. No contexto específico deste estudo de caso, foram delimitados os seguintes parâmetros:

- **Objetivo:** Recebimento de feridos da melhor forma possível. Será utilizado um campo do tipo texto.
- **Participantes:** Representa as pessoas que estarão realizando a interação no momento da colaboração. Este elemento é representado por um campo do tipo de texto.

- **Localização do acidente:** Será utilizado campo do tipo texto para informar a localização do acidente, Latitude e Longitude.
- **Número de Feridos:** Representa a quantidade de indivíduos feridos que necessitarão ser deslocados até o ponto de assistência. Esse parâmetro é fixo e caracterizado por um valor numérico inteiro.
- **Tipo de acidente:** Existem vários tipos de acidentes que possam acontecer, neste exemplo iremos simular uma queda a bordo no navio. Este elemento é representado por um campo do tipo texto.
- **Embarcação:** Navio Mercante XPTO. Este elemento é representado por um campo do tipo texto.
- **Local de Recebimento dos Feridos:** Refere-se ao local onde os indivíduos feridos serão encaminhados após o resgate. Diversas opções estão disponíveis, tais como o Hospital da MB, hospital local, hospital dos bombeiros, entre outros. Este parâmetro é selecionado a partir de um conjunto de opções de seleção.
- **Especialista Médico:** Em toda operação de Busca e Salvamento, é designado um médico, que estará disponível para ser contactado para fornecer assistência durante as ações de resgate, caso seja necessário. Este elemento é representado por um campo do tipo texto.
- **Distância até o Hospital:** Indica a distância em quilômetros e o tempo estimado em horas entre o ponto de resgate e o hospital mais próximo. Essa informação é caracterizada por meio de uma seleção dentre diferentes opções de seleção de texto.
- **Meio de Transporte:** Envolve a seleção do modal de transporte a ser empregado para o deslocamento dos indivíduos feridos até o ponto de assistência determinado. As alternativas compreendem viatura, ambulância e helicóptero (Marinha do Brasil, Força Aérea Brasileira, Bombeiros, Segurança Pública ou outros). Essa escolha é realizada por meio de um conjunto de opções [Viatura/ Ambulância/ Helicóptero(MB/FAB/Bombeiros/ Segurança Pública/ Outros)]. Este elemento é representado por uma seleção dentre diferentes opções de seleção de texto.
- **Tempo de Resposta:** O tempo para cada participante responder às solicitações no sistema, que será de 30 min. Será utilizado um campo do tipo inteiro.

- **Tempo total da Colaboração:** O tempo total para finalizar a colaboração será de 24h ou 1440 min. Será utilizado um campo do tipo inteiro.
- **Variável de sistema/ Controle:** Essas variáveis são essenciais para registrar o consentimento dos participantes e marcar o encerramento da atividade de colaboração, permitindo a identificação do acordo afirmado ou não. Será utilizado um campo do tipo inteiro, e as variáveis correspondentes serão as seguintes: "Colab\_CS" (Participante Operador SAR), "Colab\_HospLocal" (Participante Hospital Local), "Colab\_Especialista" (Participante Especialista Médico) e "Confirma" (Controle geral da atividade de colaboração).

#### **Início do processo:**

O processo tem início quando o participante Coordenador SAR é requisitado para receber os feridos de um resgate, contendo as seguintes informações: Localização do Acidente, N<sup>o</sup> de feridos, Tipo de acidente e a Embarcação.

#### **Definir Variáveis dos Parâmetros de Colaboração:**

Inicialmente, após a definição do objetivo e apresentado os parâmetros fixos, o participante CS determina os valores para os parâmetros necessários para a colaboração. Esses parâmetros são considerados precondições da atividade de colaboração, onde também são determinados os detalhes e restrições relevantes. Nesse contexto, o CS, inicialmente, informa os possíveis locais de recebimento, seleciona o apoio de um especialista médico, informa a distância até o hospital e os meios de transportes disponíveis conforme a Figura 5.4.

« **COLAB** » **Determinar Local** Nesta atividade, o CS e os participantes integram para discutir os parâmetros definidos na etapa anterior. Durante a atividade de colaboração, eles tentam chegar a um acordo sobre o Local do Recebimento, a necessidade de contato com um Especialista Médico, a Distância até o Hospital e o Meio de Transporte necessários para a o recebimento de feridos.

Neste momento, será iniciado um sistema para controle de troca de mensagens entre os participantes no estilo de *chat* ou *whatsApp*, para que tenham condições de controlar e atender aos parâmetros estabelecido nas precondições que serão colaboradas. A simulação da execução da atividade de colaboração pode ser acompanhada na Figura 5.5.

(1) No primeiro fluxo de mensagem, o sistema prepara os parâmetros que serão apresentados com as precondições definidas para iniciar a colaboração:

- Parâmetros de Colaboração:
  - Fixos
    - \* Localização do Acidente = 23°02'26.0"S 43°06'34.7"W
    - \* N<sup>o</sup> de Feridos = 1

## Parâmetros de Colaboração

Objetivo\*

Recebimento de Feridos

**Participantes**

Lista de Participantes

- Coordenador SAR
- Especialista Médico
- Hospital Local

**Parâmetros Fixos**

Localização do Acidente\*    Nº de Feridos\*    Tipo de Acidente\*    Embarcação

23°02'26.0"S 43°0    1    Queda a bordo    Navio Mercante

**Parâmetros Variáveis**

Local do Recebimento\*    Especialista Médico\*    Distância ao Hospital\*    Meio de Transporte

Hospital da Marin    SIM    100km em 2h     Viatura  
 Ambulância  
 Helicóptero

**Crítérios de Parada**

Tempo de Resposta (minutos)    Tempo Total da Colaboração (minutos)

30    1440

Figura 5.4: Parâmetros e restrições da atividade de colaboração

- \* Tipo de Acidente = Queda a bordo
- \* Embarcação = Navio Mercante XPTO

– Variáveis

- \* Local do Recebimento (P1) = Hospital da Marinha
- \* Especialista Médico (P2) = SIM
- \* Distância ao Hospital (P3) = 100km em 2h
- \* Meio de Transporte (P4) = Viatura

- Restrições:  $\Delta T$  Resposta ( $\Delta TR$ ) = 30',  $\Delta T$  Colaboração ( $\Delta TC$ ) = 24 horas = 1.440'
- Parâmetros de Sistemas/ Controle: Colab\_CS = 0; Colab\_HospLocal = 0; Colab\_Especialista = 0; Confirma = 0;

(2) O participante CS envia os parâmetros de colaboração para o Especialista Médico a fim de determinar se o estado de saúde do acidentado requer que sejam fornecidas orientações durante o resgate.

(3) O especialista médico atualiza o parâmetro P2 para "NÃO", pois ele entende que esse tipo de acidente não requer orientações médicas e o pessoal do navio pode

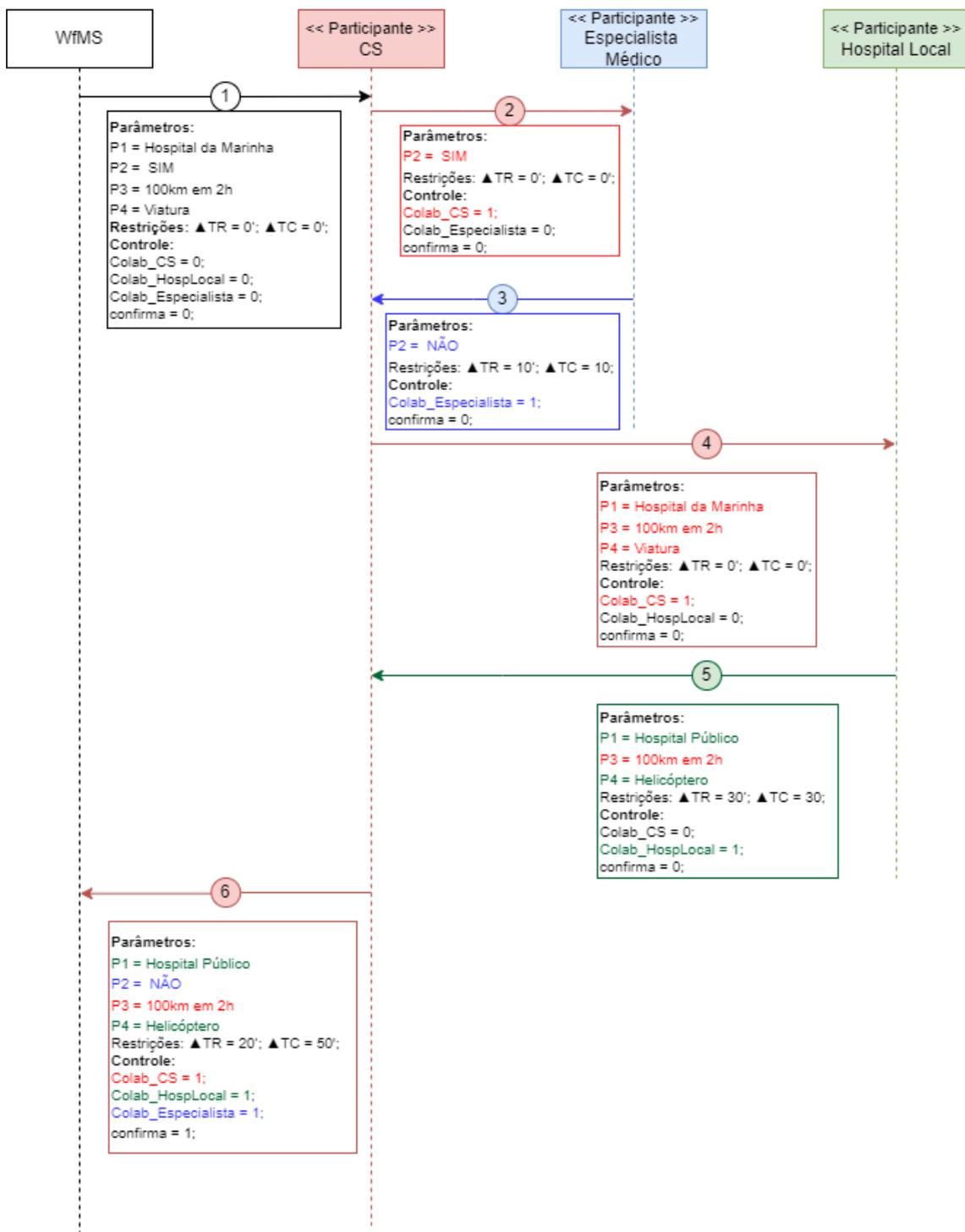


Figura 5.5: Simulação da atividade de colaboração para determinar o local de recebimento de feridos

atendê-lo. O sistema atualiza a variável de controle para 1 ( $Colab\_Especialista = 1$ ), definindo para o sistema que essa colaboração satisfaz as condições do especialista médico e atualiza os parâmetros de controle de tempo: ( $\Delta TR = 10 \text{ min}$ ,  $\Delta TC = 10 \text{ min}$ )

(4) Para determinar os outros parâmetros, o CS envia a sua opção de colaboração para o Hospital Local, por isso a variável de controle ( $Colab\_CS = 1$ ), indicando que o CS concorda com a colaboração que está sendo sugerida.

(5) O Hospital local entende que o recebimento de feridos deve ser em um Hospital Público e o resgate deve ser por meio de Helicóptero, informando isso no sistema. Desta forma, o sistema atualiza os parâmetros de tempo ( $\Delta TR = 30 \text{ min}$ ,  $\Delta TC = 30 \text{ min}$ ) e as variáveis de controle ( $Colab\_HospLocal = 1$  e  $Colab\_CS = 0$ ).

(6) O CS recebe a colaboração e confirma as condições recebidas pelos participantes. Desta forma, o sistema atualiza os parâmetros de tempo ( $\Delta TR = 20 \text{ min}$ ,  $\Delta TC = 50 \text{ min}$ ) e as variáveis de controle ( $Colab\_CS = 1$ ). O sistema verifica se todos os participantes concordaram com a colaboração, através das variáveis de controle dos participantes atualizadas para 1, e em seguida, atualiza a variável de finalização ( $confirma = 1$ ).

**Receber os feridos:** Após a colaboração ser bem-sucedida, os participantes aguardam o recebimento do indivíduo ferido para efetuar o deslocamento até o ponto de socorro, conforme acordado durante a atividade de colaboração.

### 5.2.1 Resultados da prova de conceito

Como resultado da prova de conceito da execução do modelo de processo, podemos confirmar a capacidade da extensão proposta de descrever um cenário real, que, apesar dos dados usados serem descaracterizados, foi representado de forma satisfatória. Isso demonstra a viabilidade e a adaptabilidade da extensão para representar processos de negócios neste contexto, facilitando a compreensão e análise desses cenários.

## 5.3 Survey

Neste seção, apresentaremos a metodologia de avaliação adotada para analisar a adequação da extensão proposta. Conforme mencionado anteriormente, realizamos um *Survey*, cujo objetivo é coletar *feedback* de usuários da área de TI e potenciais do processo, a fim de compreender a percepção destes acerca da extensão proposta e sua viabilidade. A estrutura do método compreende três etapas para conduzir a avaliação: planejamento, preparação e execução. Essas etapas fornecerão informações relevantes para a análise dos resultados da avaliação. Nas próximas seções

serão apresentadas cada uma das etapas do protocolo de avaliação da pesquisa.

### 5.3.1 Planejamento

O planejamento do *Survey* engloba a definição dos objetivos da avaliação, a delimitação do escopo para a seleção de participantes e outros elementos essenciais. Isso proporciona a base necessária para a preparação e condução da avaliação, assim como para a subsequente extração e análise dos resultados. Nas próximas subseções apresentaremos as etapas do planejamento:

#### Objetivo

O objetivo desta pesquisa é avaliar a extensão elaborada para uma atividade de colaboração em um modelo de processo que está inserido em um objeto de estudo do domínio de Busca e Salvamento. Especificamente, a avaliação teve como objetivo responder às seguintes questões de pesquisa (QPs):

**QP1.** *Quão difícil é a compreensão da extensão proposta?*

**QP2.** *Os parâmetros e restrições de tempo propostos pela extensão têm potencial para melhorar o apoio a atividades colaborativas?*

**QP3.** *A extensão proposta poderia expressar adequadamente atividades colaborativas de um processo?*

#### Perfil dos Participantes

O público-alvo da pesquisa consistirá em profissionais, preferencialmente com experiência em Tecnologia da Informação (TI), selecionados através de recrutamento por conveniência. A escolha desse público-alvo está fundamentada na necessidade de adquirir *insights* de profissionais com conhecimento prático em ambientes de TI, os quais detêm uma perspectiva relevante para a análise do modelo de processo. Para isso, serão enviados convites individuais (*e-mail*) direcionados a cada profissional, convidando-os para participar do estudo, respondendo a um questionário previamente elaborado.

#### Ferramentas

Para a elaboração do material de apoio necessário na preparação, execução e análise dos dados desta avaliação, foram selecionadas algumas ferramentas. No contexto do desafio de conduzir a avaliação, optou-se por utilizar o serviço de *e-mail* disponibilizado pelo *Google* devido à sua simplicidade na criação e distribuição dos questionários de avaliação. Para a coleta de dados, escolheu-se a plataforma *Google Forms*, que oferece facilidade na criação de questionários *online* e na coleta de

respostas dos participantes.

Quanto à tabulação e análise dos dados coletados, a ferramenta selecionada foi o *Google Spreadsheets*, que proporciona recursos avançados para a organização e análise dos dados de forma eficiente.

Essas escolhas foram fundamentais para viabilizar a condução da avaliação de maneira eficaz e a subsequente análise dos resultados. A combinação dessas ferramentas proporcionou um fluxo de trabalho integrado ao longo de todo o processo de pesquisa.

### 5.3.2 Preparação

A fase de preparação engloba todos os elementos e procedimentos necessários para fornecer suporte às fases de execução, extração e análise de dados. Essa etapa deve estar alinhada com as características dos participantes que serão envolvidos e com as QPs previamente estabelecidas para a avaliação.

#### Apresentação

Inicialmente fornecemos aos participantes um breve resumo na introdução do questionário, delineando o propósito da pesquisa, introduzindo a notação BPMN e definindo o que pretendemos avaliar. Logo após, fornecemos um vídeo explicativo para uma compreensão mais detalhada do funcionamento da atividade de colaboração em um modelo de processos BPMN, Figura 5.6). Na etapa seguinte, apresentamos um objeto de estudo baseado na modelagem de uma situação real de busca e salvamento para contextualizar o leitor em relação ao escopo da avaliação. Por fim, incluímos um link para iniciar a pesquisa de avaliação do objeto de estudo proposto. O questionário é apresentado no Apêndice A.

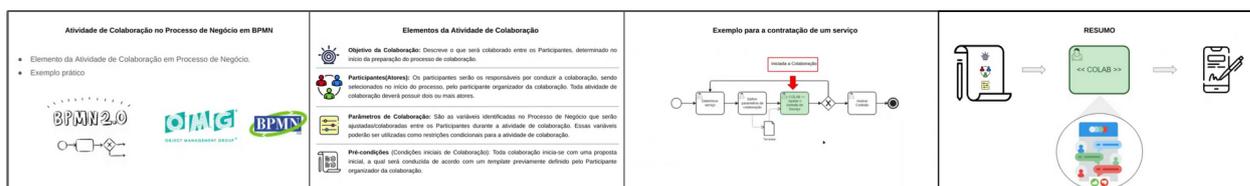


Figura 5.6: Demonstração de algumas telas da apresentação

#### Questionário de Caracterização

Na primeira seção, os participantes serão convidados a preencher o Questionário de Caracterização Tabela 5.1. Este questionário contém dados demográficos referentes à experiência profissional, o que nos permitirá traçar um perfil dos participantes e

identificar possíveis diferenças nas percepções de acordo com as suas características profissionais.

ID	Pergunta	Formato	Exigido
1	Qual é a sua formação acadêmica?	Aberta	Sim
2	Qual instituição você trabalha?	Aberta	Sim
3	Você trabalha com TI? Quanto tempo você tem de experiência profissional?	Likert	Sim
4	Você conhece a notação BPMN?	Likert	Sim
5	Qual é a sua experiência com a atividade de Busca e Salvamento - <i>Search And Rescue</i> (SAR)?	Likert	Sim

Tabela 5.1: Questões do Formulário de Caracterização

### Questionário de Opinião

Na segunda seção, Tabela 5.2 os participantes preencherão um questionário de opinião abordando vários aspectos de sua experiência com o objeto de estudo proposto, relacionado à extensão proposta. Este questionário tem o intuito de identificar possíveis lacunas e oportunidades de melhoria na modelagem de processos de negócios voltados para a colaboração entre os envolvidos, abrangendo áreas como as condições para o início e o término da colaboração, a troca de mensagens entre os participantes e as condições de parada do processo.

Em relação à extensão proposta, por favor, indique seu nível de concordância com as seguintes afirmações:			
ID	Pergunta	Formato	Exigido
6	Você identificou os responsáveis (participantes) por conduzir uma atividade de colaboração no modelo de processo?	Likert	Sim
7	Você identificou os parâmetros que serão compartilhados entre os participantes na atividade de colaboração?	Likert	Sim
8	Você acredita que a utilização de parâmetros preestabelecidos podem contribuir para a condução da atividade de colaboração?	Likert	Sim
9	Você acha que o tempo de resposta e o tempo total de colaboração são importantes para acelerar a atividade de colaboração?	Likert	Sim
10	Você acredita que a extensão proposta é capaz de capturar as características específicas das atividades de colaboração em cenários de Busca e Salvamento?	Likert	Sim
11	Gostaria de incluir mais alguma informação que não esteja especificada no modelo?	Aberta	Não

Tabela 5.2: Questões do Formulário Opinião

## Desenvolvimento do Questionário

A formulação do questionário estruturado foi elaborado com base nos elementos-chave do modelo de processo apresentado. Esta pesquisa foi delineada com o intuito de coletar dados qualitativos relativos à percepção dos participantes em relação ao referido modelo. O questionário é subdividido em duas categorias distintas de perguntas: aquelas destinadas à caracterização dos usuários e aquelas que abordam aspectos de opinião específica da extensão proposta.

Para o questionário de caracterização, Tabela 5.1, que utilizaram a Escala Likert [42], as cinco opções de respostas são:

- (1) Muito Pouco
- (2) Pouco
- (3) Médio
- (4) Alto
- (5) Muito Alto

Na Tabela 5.2, são apresenta as questões relacionadas ao questionário de Opinião. Para todas as questões que empregam a Escala Likert [42] nesse questionário, são fornecidas cinco opções de respostas que são:

- (1) Extremamente Difícil / Muito improvável
- (2) Muito Difícil / Improvável
- (3) Moderado / Indiferente
- (4) Fácil / Provável
- (5) Extremamente Fácil / Muito Provável

### 5.3.3 Execução

O cenário de avaliação do objeto de estudo pelo *Survey* permanece o mesmo da simulação apresentada na execução da prova de conceito da Seção 5.1, que trata do processo de **Recebimento de Feridos**. Portanto, a execução e os resultados foram detalhados nas próximas seções.

O experimento teve início em 28 de setembro de 2023, com uma duração de 30 dias. Foi realizada uma amostragem não probabilística, convidando aproximadamente 20 participantes para colaborarem com o experimento, conforme o perfil necessário para a avaliação de cada artefato proposto. O questionário completo encontra-se no Apêndice A. A coleta de dados foi realizada por meio da plataforma *web* do *Google Spreadsheets*, conforme detalhado anteriormente.

## Perfil dos Participantes

A pesquisa foi iniciada através do envio de *e-mail* para um grupo de profissionais selecionados, dos quais nove responderam, tendo em vista a existência de pontos a serem analisados em relação às características individuais dos participantes.

Quanto à escolaridade, podemos observar que cinco dos participantes possuem ensino superior, sendo que quatro deles concluíram o curso, e um está com a formação em andamento. Além disso, destacamos a presença de três participantes com formação em nível de mestrado, dos quais dois já concluíram e um está em andamento, além de um participante pós-graduado.

No que diz respeito à experiência profissional na área de Tecnologia da Informação e ao conhecimento da notação BPMN, Figura 5.7 e Figura 5.8, podemos determinar que a maioria dos participantes possui experiência na área, o que garante uma visão mais técnica para a avaliação. Além disso, podemos dizer que a maioria dos participantes tem o conhecimento mediano para a avançado na notação BPMN.

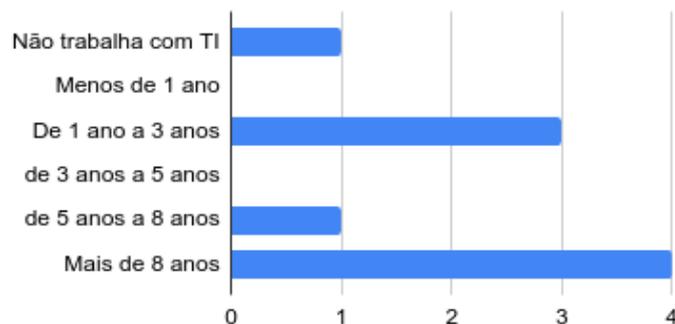


Figura 5.7: Tempo de experiência profissional dos participantes na área de TI

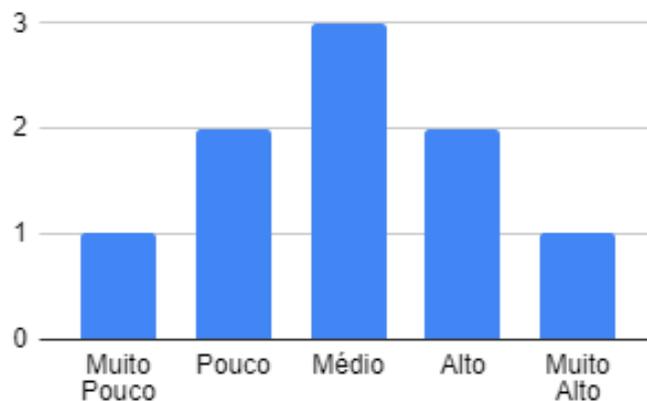


Figura 5.8: Grau de Conhecimento da Notação BPMN pelos participantes

Entretanto, em relação ao tema específico de Busca e Salvamento, Figura 5.9,

constatamos que mais da metade dos participantes possui pouco ou nenhum conhecimento prévio sobre o assunto, sendo esta pesquisa o primeiro contato deles com o tema.

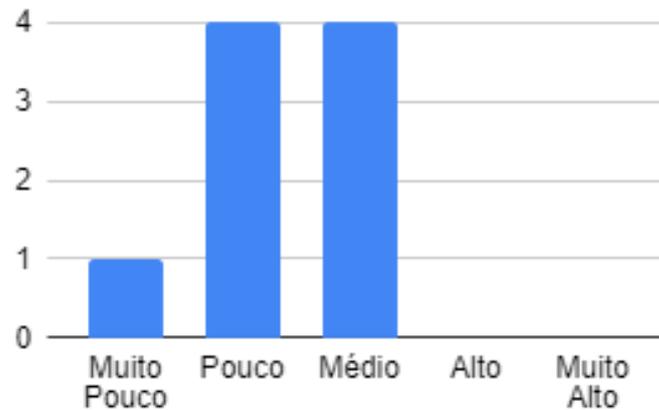


Figura 5.9: Experiência do participante com o procedimento de Busca e Salvamento

### 5.3.4 Resultados

Após toda a etapa de planejamento, preparação e execução da avaliação, obtivemos não apenas o perfil dos participantes do *Survey*, mas dados que irão nos auxiliar a constituir as respostas para as QPs.

#### Resposta da QP1

Para responder a primeira questão de pesquisa, "*Quão difícil é a compreensão da extensão proposta?*", relacionada à dificuldade na compreensão da extensão proposta, obtivemos duas respostas. Na primeira, observamos que o modelo de processo proposto consegue identificar moderadamente os responsáveis(participantes) na condução da atividade de colaboração, como ilustrado na Figura 5.10.

Na segunda resposta, também relacionada à QP1, observamos que os parâmetros compartilhados durante a atividade de colaboração desempenham um papel fundamental na construção de uma base sólida para a colaboração. No modelo apresentado para avaliação, a identificação desses parâmetros foi considerada fácil ou extremamente fácil pela maioria dos participantes, embora um único participante tenha enfrentado dificuldades significativas, como ilustrado na Figura 5.11.

Em síntese dos resultados para a QP1, a extensão demonstrou ser de fácil compreensão para a identificação dos parâmetros de compartilhamento durante a atividade de colaboração. Porém, a identificação dos responsáveis ou participantes que conduzem as atividades revelou um nível de complexidade moderado, como evidenciado

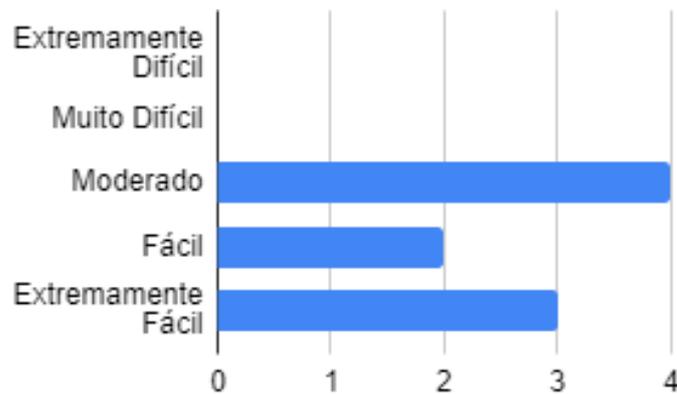


Figura 5.10: Você identificou os responsáveis (participantes) por conduzir uma atividade de colaboração no modelo de processo?

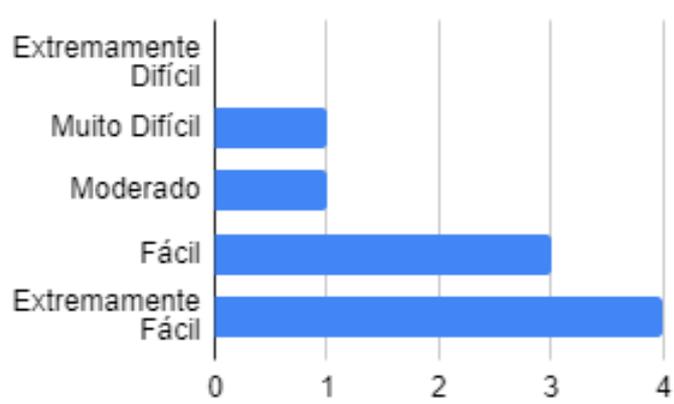


Figura 5.11: Você identificou os parâmetros que serão compartilhados entre os participantes na atividade de colaboração?

pelos resultados da pesquisa. Esse aspecto se mostrou um desafio, sugerindo a necessidade de aperfeiçoamento ou considerações adicionais para tornar a identificação desses participantes mais eficientes no contexto das atividades de colaboração.

### Resposta da QP2

A questão de pesquisa QP2, "*Os parâmetros e restrições de tempo propostos pela extensão (são importantes) têm potencial para melhorar o apoio a atividades colaborativas?*", com duas respostas relacionadas, aborda a necessidade de estabelecer condições iniciais ou precondições para a colaboração, com o objetivo de evitar a inclusão de elementos fora do escopo definido durante a atividade de colaboração. A maioria dos participantes, oito respostas, considerou a possibilidade de incorporar esses parâmetros para a condução de atividades de colaboração, como é demonstrado na Figura 5.12.

A outra pergunta relacionada à QP2 teve como propósito estabelecer restrições para o tempo total de resposta e tempo total da colaboração. A Figura 5.13 ilustra que essas restrições foram amplamente consideradas pelos participantes, com seis

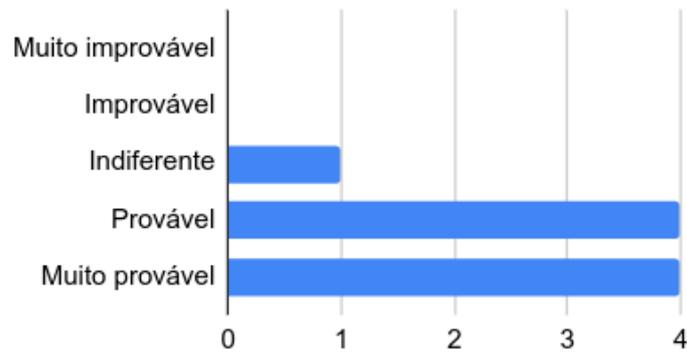


Figura 5.12: Você acredita que a utilização de parâmetros preestabelecidos podem contribuir para a condução da atividade de colaboração?

respostas classificadas como "muito provável" e três como "provável" para acelerar a condução de uma atividade de colaboração. Assim, acreditamos que a inclusão dessas restrições tiveram o objetivo de aprimorar a execução das atividades colaborativas, servindo como critérios de êxito ou fracasso para essas atividades. Além disso, essas restrições desempenham um papel fundamental durante a atividade de colaboração, atuando como reguladoras ao longo de sua realização.

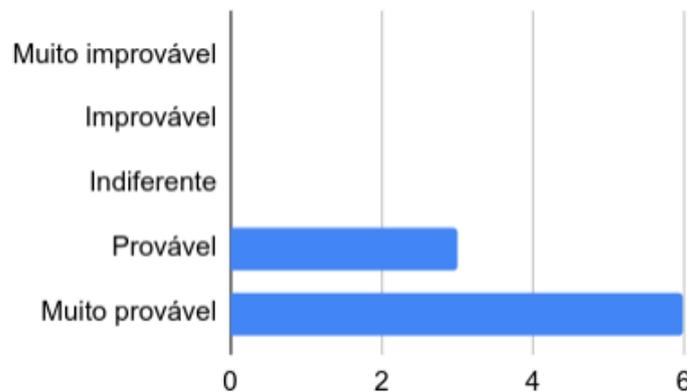


Figura 5.13: Você acha que o tempo de resposta e o tempo total de colaboração são importantes para acelerar a atividade de colaboração?

Resumindo os resultados da QP2, a extensão demonstrou ser de fácil compreensão para a identificação dos parâmetros, das precondições estabelecidas para o modelo de processo, bem como na delimitação dos parâmetros fixos de tempo. Estes parâmetros podem desempenhar o papel de delimitadores temporais nas atividades de colaboração.

### Resposta da QP3

A terceira questão de pesquisa, "*A extensão proposta poderia expressar adequadamente atividades colaborativas de um processo?*", visa avaliar se a extensão proposta

é expressiva o suficiente para atividades de colaboração. Para responder a QP3, no qual identificamos que seis participantes classificaram a extensão proposta como capaz de capturar as características específicas da atividade de colaboração para esse tipo de cenário, conforme mostrado na Figura 5.14. Contudo, é importante observar que as respostas podem ser influenciadas pelo fato de que a maioria dos participantes possui apenas uma noção ou pouco conhecimento sobre o assunto, como indicado nos resultados apresentados na Figura 5.9.

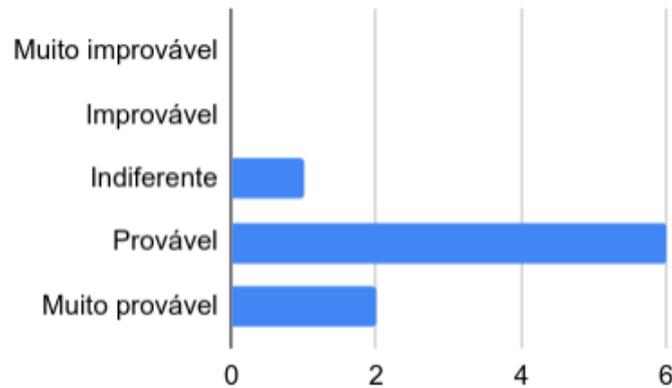


Figura 5.14: Você acredita que a extensão proposta é capaz de capturar as características específicas das atividades de colaboração em cenários de Busca e Salvamento?

Como parte da resposta à QP3, incluímos também uma pergunta aberta com o propósito de permitir que os participantes compartilhassem informações adicionais que não foram abordadas no modelo. Entre as respostas relevantes, destaca-se a sugestão de um participante para a "inclusão de indicadores de desempenho no processo de negócio". Porém, é importante observar que as ferramentas de modelagem de processos atuais já contemplam esses indicadores. Outro participante notou que "o modelo é estritamente matemático, com variáveis numéricas ou listas predefinidas". No entanto, para processos intensivos em conhecimento, a atribuição de valores específicos não é adequada, uma vez que esses processos não são determinísticos.

Em suma, em relação à capacidade da extensão proposta de capturar as características específicas das atividades de colaboração em processo (QP3), a pesquisa indica uma resposta que tende a ser "provavelmente". Isso sugere que a extensão tem potencial para abranger as particularidades dessas atividades em cenários específicos, embora possa ser aprimorada para atingir objetivos mais amplos e precisos.

### 5.3.5 Ameaças à Validade do Estudo

Ameaças à validade são fatores que podem comprometer a validade de um estudo ou pesquisa. Essas ameaças podem surgir em diferentes etapas do processo de

pesquisa, desde o planejamento até a interpretação dos resultados, e podem afetar a confiabilidade e a generalização dos resultados obtidos.

**Ameaças à validade interna** (podem prejudicar o conhecimento sobre o relacionamento de causa e efeito entre o tratamento e o resultado): Pelo uso de questões com resultados baseados na Escala [42] parte das questões tiveram fácil interpretação, visto que tanto os participantes quanto os avaliadores teriam dados objetivos para responder e tabular os dados resultantes para as QPs.

**Ameaças à validade externa** (limitam a generalização dos resultados do estudo para outros contextos fora do ambiente avaliado): Ciente que a proposta do *Survey* seja a avaliação de algo a partir da experiência acadêmica e profissional dos participantes, havia um risco que a confiabilidade final da pesquisa fosse baixa. Outro fator que poderia prejudicar o resultado da avaliação seria o fato do *Survey* ser pouco representativo, tendo um perfil bastante fechado. No entanto, é possível notar uma diferença no grau acadêmico, perfil profissional e, sobretudo, na experiência dos participantes, uma vez que há participantes que não atuam na área de TI e outros com mais de oito anos de experiência. Além disso, há participantes com pouca experiência em BPMN e outros com grande experiência.

**Ameaças à validade de conclusão** (fatos que prejudicam o estabelecimento de relacionamentos estatísticos entre o tratamento e o resultado): Tentamos adotar o maior número possível de questões fechadas para minimizar a subjetividade da resposta das QPs.

**Ameaças à validade de construção:** (eventos que podem impedir que a configuração do experimento reflita adequadamente a construção do relacionamento entre o tratamento e o resultado):

A utilização do *Google Forms* para criação dos questionários de avaliação redime qualquer desvio da construção desta avaliação, pois mesmo sendo uma ferramenta simples, esta cumpriu com a proposta dos questionários sem nenhum prejuízo ao processo de avaliação.

A adoção de um vídeo de apresentação para orientar os participantes antes de responder o questionário de avaliação foi muito positiva como explicação da proposta de extensão, sendo um ponto positivo da construção da etapa de avaliação.

# Capítulo 6

## Conclusões

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões deste trabalho, bem como suas limitações, contribuições e possíveis trabalhos futuros.

### 6.1 Resumo

Esta dissertação teve como objetivo apresentar uma extensão na notação BPMN para representar a atividade colaborativa na modelagem de processos intensivos em conhecimento, visando a inclusão de conceitos relacionados à colaboração nessa classe de processos de Negócios.

Neste contexto, o presente trabalho procurou, inicialmente, compreender a complexidade e os desafios que envolvem a representação de processos intensivos em conhecimento. Para isso, foram realizadas duas revisões da literatura (Seção 3). A primeira pesquisa demonstrou a relevância da flexibilidade em todo o ciclo de vida do processo, sendo as fases de projeto/modelagem e execução as mais abordadas na literatura. Além disso, a notação BPMN tem sido a mais usada para modelar a flexibilidade em processos de negócios. No entanto, verificou-se que a literatura da área apresenta um número reduzido de estudos sobre flexibilidade nas fases de monitoramento e análise dos processos de negócios, bem como uma deficiência de estudos que demonstrem a aplicação dessas soluções em casos reais. Por outro lado, a segunda revisão bibliográfica teve como objetivo identificar as extensões elaboradas na notação BPMN que atendem a alguns requisitos dos PIC. O trabalho apresentou as seguintes contribuições: (a) Realização de uma análise da compatibilidade da notação BPMN padrão com os requisitos da fase de modelagem de processos intensivos em conhecimento, (b) uma Revisão sistemática da literatura para identificar as extensões propostas até o momento para o BPMN, (c) uma análise das extensões BPMN quanto à sua adequação aos requisitos de PIC; e (d) uma identificação de lacunas nos requisitos para a modelagem de PIC que a linguagem BPMN e suas extensões ainda não atendem, representando assim possíveis tópicos de pesquisa a

serem explorados.

Com base nas revisões da literatura, foi possível identificar uma oportunidade de pesquisa relacionada à representação de uma atividade de colaboração usando o mecanismo de extensão da notação BPMN, com foco na modelagem de processos associados aos processos intensivos em conhecimento. Para isso, identificamos os elementos de uma atividade de colaboração (Seção 4.1) e, então, criamos uma extensão para a notação BPMN, com o objetivo de modelar essas atividades colaborativas nos processos de negócios. Com isso, a proposta demonstrou como seria a execução desta atividade através de um exemplo ilustrativo (Seção 4.2), apresentando uma solução que consiga modelar processos que requerem uma grande participação e cooperação dos envolvidos.

Ademais, um objeto de estudo que está relacionado aos processos intensivos em conhecimento com base em um cenário real foi modelado, o que permitiu avaliar a extensão proposta através da prova de conceito da execução do modelo e da aplicação do *Survey* aplicado ao objeto de estudo (Seção 5). Nesse contexto, foi analisada a adequação da extensão em relação à modelagem de processos para a atividade de colaboração e como resultados das questões de pesquisas, a extensão demonstrou ser de fácil compreensão para a identificação dos parâmetros que serão compartilhados durante a atividade de colaboração. No entanto, a identificação dos responsáveis pelas atividades necessita de melhorias para tornar essa identificação mais eficiente. Além disso, os parâmetros e as restrições de tempo, também mostraram ser importantes para acelerar a condução de uma atividade de colaboração. Por fim, em relação à capacidade da extensão de capturar características específicas das atividades de colaboração, a pesquisa indicou potencial para abranger particularidades em cenários específicos, mas com espaço para melhorias visando objetivos mais amplos e precisos.

## 6.2 Limitações

Algumas limitações foram identificadas durante o desenvolvimento deste trabalho. Destas limitações, destacam-se:

- A extensão proposta foi avaliada em um contexto específico de recebimento de feridos a bordo. Isso pode limitar a aplicabilidade da extensão a outros domínios de processos intensivos em conhecimento. Futuros estudos podem buscar avaliar a extensão em uma variedade de cenários e domínios para determinar sua adaptabilidade em contextos mais amplos.
- A pesquisa revelou que a identificação dos responsáveis ou participantes que conduzem as atividades colaborativas apresentou um nível de complexidade

moderado. Isso pode impactar na execução da extensão em cenários mais complexos. Sendo assim, seria benéfico experimentar abordagens adicionais para tornar este processo mais simples de compreender, de modo a aumentar a usabilidade da extensão.

### 6.3 Trabalhos futuros

Com base nas limitações identificadas e no desenvolvimento deste estudo, algumas direções para trabalhos futuros podem ser consideradas:

- Um trabalho futuro pode se concentrar na ampliação da avaliação da extensão em diferentes cenários e domínios mais flexíveis . Isso ajudaria a determinar se a extensão é adaptável a uma variedade de contextos e como pode ser aprimorada para atender às necessidades específicas de diferentes domínios dos processos intensivos em conhecimento.
- Uma área de pesquisa promissora seria investigar abordagens para melhorar a identificação de responsáveis ou participantes em atividades colaborativas. Isso pode envolver o desenvolvimento de métodos mais eficientes de atribuição de papéis ou a incorporação de recursos de suporte à tomada de decisões na extensão.
- Explorar a execução do modelo de processo para representar a atividade na prática em alguma ferramenta BPMS, a fim de proporcionar maior flexibilidade e suporte a atividades colaborativas.

# Referências Bibliográficas

- [1] DI CICCIO, C., MARRELLA, A., RUSSO, A. “Knowledge-Intensive Processes: Characteristics, Requirements, and Analysis of Contemporary Approaches”, *Journal on Data Semantics*, v. 4, n. 1, pp. 29–57, 2015.
- [2] ZAROOUR, K., BENMERZOUG, D., GUERMOUCHE, N., et al. “A Systematic Literature Review on BPMN Extensions”, *Business Process Management Journal*, 2019.
- [3] STROPPI, L. J. R., CHIOTTI, O., VILLARREAL, P. D. “Extending BPMN 2.0: Method and Tool Support”. In: *Business Process Model and Notation: Third International Workshop, BPMN 2011, Lucerne, Switzerland, November 21-22, 2011. Proceedings*, pp. 59–73. Springer, 2011.
- [4] DE ARAUJO, R. M., BORGES, M. R. “The role of collaborative support to promote participation and commitment in software development teams”, *Software Process: Improvement and Practice*, v. 12, n. 3, pp. 229–246, 2007.
- [5] AMDAH, L., ANWAR, A. “BPMN4 Collaboration: An Extension for Collaborative Business Process”, *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J*, v. 4, n. 6, pp. 297–305, 2019.
- [6] BRASIL, S. “Serviço de Busca e Salvamento - Salvamar Brasil - Marinha do Brasil”, 2023. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/salvamarbrasil/>>.
- [7] NETTO, J., FRANÇA, J., BAIÃO, F., et al. “A Notation for Knowledge-Intensive Processes”. In: *Proceedings of the 2013 IEEE 17th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 190–195, 2013. doi: 10.1109/CSCWD.2013.6580961.
- [8] “Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.2”. 2013. <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF>.

- [9] SIMÕES, R. V., MELO, G., ABREU, F. B. E., et al. “Towards Understanding Quality-Related Characteristics in Knowledge Intensive Processes: A Systematic Literature Review”. In: *International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*, pp. 197–207. Springer, 2021.
- [10] PEFFERS, K., TUUNANEN, T., ROTHENBERGER, M. A., et al. “A design science research methodology for information systems research”, *Journal of management information systems*, v. 24, n. 3, pp. 45–77, 2007.
- [11] NUNES, M. D. O., PILLAT, R. M., OLIVEIRA, T. C. D. “Identifying Support for Knowledge-Intensive Processes in BPMN and its Extensions”. In: *Proceedings of the XIX Brazilian Symposium on Information Systems*, pp. 451–458, 2023.
- [12] DUMAS, M., LA ROSA, M., MENDLING, J., et al. “Introduction to Business Process Management”. In: *Fundamentals of Business Process Management*, pp. 1–33, Springer, 2013.
- [13] CAMUNDA. “Camunda - Workflow Automation and BPM”. Disponível em: <<https://camunda.com/>>.
- [14] BIZAGI. “Bizagi”. Disponível em: <<https://www.bizagi.com/pt>>.
- [15] PILLAT, R. M., OLIVEIRA, T. C., ALENCAR, P. S., et al. “BPMNt: A BPMN Extension for Specifying Software Process Tailoring”, *Information and Software Technology*, v. 57, pp. 95–115, 2015.
- [16] XU, N., JIANG, J., WANG, X. “Flexible Analysis of Cross-Organizational Process Modeling Based on  $\pi$  Calculus”. In: *2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*, pp. 346–350. IEEE, 2017.
- [17] JAMA, J., OTHERS. “Modeling Flexibility on Internal Quality Assurance System Business Process”. In: *2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, pp. 210–214. IEEE, 2018.
- [18] MAGDALENO, A. M. “Compootim: em direção ao planejamento, acompanhamento e otimização da colaboração na definição de processos de software”, *COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro*, 2013.

- [19] WHITEHEAD, J., MISTRÍK, I., GRUNDY, J., et al. “Collaborative software engineering: concepts and techniques”, *Collaborative Software Engineering*, pp. 1–30, 2010.
- [20] FRANÇA, J. B., BAIÃO, F. A., SANTORO, F. M. “Towards Characterizing Knowledge Intensive Processes”. In: *Proceedings of the 2012 IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 497–504, 2012. doi: 10.1109/CSCWD.2012.6221864.
- [21] COGNINI, R., CORRADINI, F., GNESI, S., et al. “Business Process Flexibility: A Systematic Literature Review with a Software Systems Perspective”, *Information Systems Frontiers*, v. 20, n. 2, pp. 343–371, 2018.
- [22] KITCHENHAM, B. A., CHARTERS, S. *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Relatório técnico, Technical Report EBSE 2007-001. Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- [23] DELGADO, A., CALEGARI, D. “Towards integrating BPMN 2.0 with CMMN and DMN standards for flexible business process modeling.” In: *CIbSE*, pp. 697–704, 2019.
- [24] OBERHAUSER, R. “Towards dynamic business process management: adapting processes via cloud-based adaptation processes”. In: *International Symposium on Business Modeling and Software Design*, pp. 1–22. Springer, 2015.
- [25] JAMEL, L., SAIDANI, O., NURCAN, S. “Flexibility in Business Process Modeling to Deal with Context-Awareness in Business Process Reengineering Projects”. In: *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, Springer, pp. 35–48, 2018.
- [26] MEJRI, A., GHANNOUCHI, S. A., MARTINHO, R. “Modeling Emergency Care Process Taking into Account Its Flexibility”. In: *International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management in Mediterranean Countries*, pp. 98–104. Springer, 2016.
- [27] MERTENS, S., GAILLY, F., POELS, G. “A generic framework for flexible and data-aware business process engines”. In: *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, pp. 201–213. Springer, 2019.

- [28] MEJRI, A., GHANNOUCHI, S. A., MARTINHO, R. “Representing business process flexibility using concept maps”, *Procedia Computer Science*, v. 100, pp. 1260–1268, 2016.
- [29] DE CARVALHO, R. M., MILI, H., GONZALEZ-HUERTA, J., et al. “Comparing ConDec to CMMN: Towards a common language for flexible processes”. In: *2016 4th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD)*, pp. 233–240, 2016.
- [30] AL-ALI, H., CUZZOCREA, A., DAMIANI, E., et al. “A composite machine-learning-based framework for supporting low-level event logs to high-level business process model activities mappings enhanced by flexible BPMN model translation”, *Soft Computing*, v. 24, n. 10, pp. 7557–7578, 2020. doi: 10.1007/s00500-019-04385-6. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074411454&doi=10.1007%2fs00500-019-04385-6&partnerID=40&md5=b8a6fe222df00396ae27828c6f32dedf>. cited By 2.
- [31] KAMMERER, K., MUNDBROD, N., REICHERT, M. “Demonstrating Context-aware Process Injection with the CaPI Tool”, 2017.
- [32] BRAUN, R., ESSWEIN, W. “Classification of Domain-Specific BPMN Extensions”. In: *IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling*, pp. 42–57. Springer, 2014.
- [33] SUPULNIECE, I., BUSINSKA, L., KIRIKOVA, M. “Towards Extending BPMN with the Knowledge Dimension”. In: *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, pp. 69–81. Springer, 2010.
- [34] BEN SAID, I., CHA BANE, M. A., ANDONOFF, E., et al. “BPMN4V for Modeling and Handling Versions of BPMN Collaborations and Choreographies”. In: *International Conference on E-Business and Telecommunications*, pp. 99–123. Springer, 2016.
- [35] VAN DER AALST, W., VAN DER AALST, W. *Data science in action*. Springer, 2016.
- [36] BECKER, J., ROSEMAN, M., UTHMANN, C. V. “Guidelines of Business Process Modeling. In (Aalst, W.; Desel, J.; Oberweis, A. Eds.): *Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies*”. 2000.
- [37] DUMAS, M., LA ROSA, M., MENDLING, J., et al. *Fundamentals of business process management*, v. 2. Springer, 2018.

- [38] ANTUNES, P., HERSKOVIC, V., OCHOA, S. F., et al. “Modeling highly collaborative processes”. In: *Proceedings of the 2013 IEEE 17th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 184–189. IEEE, 2013.
- [39] VILLARREAL, P. D., LAZARTE, I., ROA, J., et al. “A modeling approach for collaborative business processes based on the up-colbpip language”. In: *Business Process Management Workshops: BPM 2009 International Workshops, Ulm, Germany, September 7, 2009. Revised Papers 7*, pp. 318–329. Springer, 2010.
- [40] BOUCHBOUT, K., AKOKA, J., ALIMAZIGHI, Z. “An MDA-based framework for collaborative business process modelling”, *Business Process Management Journal*, v. 18, n. 6, pp. 919–948, 2012.
- [41] LEWICKI, R. J., BARRY, B., SAUNDERS, D. M. *Essentials of Negotiation*. McGraw-Hill Education, 2016.
- [42] LIKERT, R. “A technique for the measurement of attitudes.” *Archives of psychology*, 1932.

# Apêndice A

## Questionário de Avaliação

Este apêndice apresenta o questionário elaborado para a avaliação da proposta de extensão para a atividade colaborativa na modelagem de processos de negócios elaborada na notação BPMN. A Pesquisa de Avaliação está dividida da seguinte forma: Introdução, vídeo explicativo para a atividade de colaboração, o detalhamento do estudo de caso proposto para a pesquisa e o formulário de pesquisa foi sub-dividido em 3 seções, onde na primeira apresentamos o termo de consentimento para a pesquisa, na segunda as questões de caracterização e, por último, as questões de opinião.

### Introdução

O propósito desta pesquisa é avaliar uma proposta para representar uma atividade colaborativa presente em um processo de negócio que foi elaborado na notação BPMN.

Atualmente, a notação BPMN oferece elementos para a representação de processos de negócio, bem como recursos que permitem a criação de extensões para atender a cenários específicos. Nesse contexto, a extensão proposta tem como objetivo principal representar uma atividade de colaboração flexível no âmbito da modelagem BPMN.

Esta proposta de colaboração flexível permite a representação, dos participantes, regras, restrições e aspectos relacionados à interação entre os envolvidos na colaboração. Essa abordagem foi concebida para atender às exigências de processos que requerem um elevado nível de conhecimento tácito e de uma elevada interação entre as partes envolvidas. A inclusão dessa atividade de colaboração na modelagem BPMN permitirá uma representação mais completa e abrangente dos processos que envolvem a cooperação entre os participantes.

A pesquisa concentra-se na avaliação da extensão proposta para a atividade de colaboração, rotulada como «COLAB». Identificamos que, para realizar esse tipo de atividade, é necessário estabelecer uma série de parâmetros que nortearão o andamento da colaboração. Ao longo da execução, os participantes terão a possibilidade

de interagir e contribuir efetivamente, podendo ser implementada na prática através de uma ferramenta de *chat*. Portanto, esta pesquisa de avaliação da extensão permitirá identificar possíveis lacunas e oportunidades de melhorias necessárias na modelagem de processos relacionados à colaboração.

## Vídeo explicativo para a atividade de Colaboração

Para obter uma breve explicação sobre o modelo de processo criado em BPMN, bem como o funcionamento da atividade de colaboração, basta clicar no ícone abaixo:



Figura A.1: Link para o vídeo explicativo

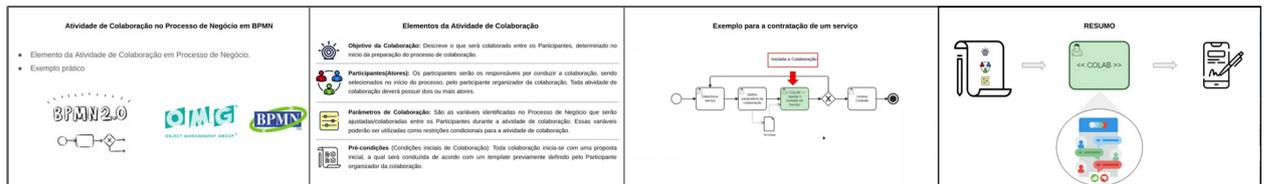


Figura A.2: Demonstração de algumas telas da apresentação

## Estudo de Caso

O cenário para avaliação da proposta será o da atividade de busca e salvamento, *Search And Rescue* (SAR), que é uma atribuição da Marinha do Brasil (MB) de acordo com a Lei nº 7.273/1984. Este serviço tem como propósito atender as emergências relativas à salvaguarda da vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores do Brasil.

O SAR é caracterizado como um processo de natureza intensiva em conhecimento, uma vez que envolve uma série de atividades de grande complexidade e dinamismo, sem obedecer a um padrão definido. Uma das atividades do processo é a Realização da Operação SAR, que requer uma análise profunda, bom senso e experiência por parte do Coordenador SAR(CS). Nesta atividade, o CS colabora com diversos participantes com o objetivo de determinar a solução mais adequada para a operação, conforme a sua experiência prática.

A atividade selecionada para **Planejar e Coordenar a operação SAR**, envolve uma série de colaborações necessárias para a realização do resgate. Para o presente estudo, selecionamos a colaboração que é prestada para o processo de

resgate de feridos a bordo. Neste processo, o Coordenador SAR (CS) tem a responsabilidade de preparar o local de recebimento de feridos, bem como os meios de deslocamento até o ponto de socorro.

De acordo com o nosso modelo de negócio, o processo para o **Recebimento de feridos** é realizado por meio de uma instância do subprocesso de Planejar e Coordenar operação SAR, conforme a Figura abaixo.

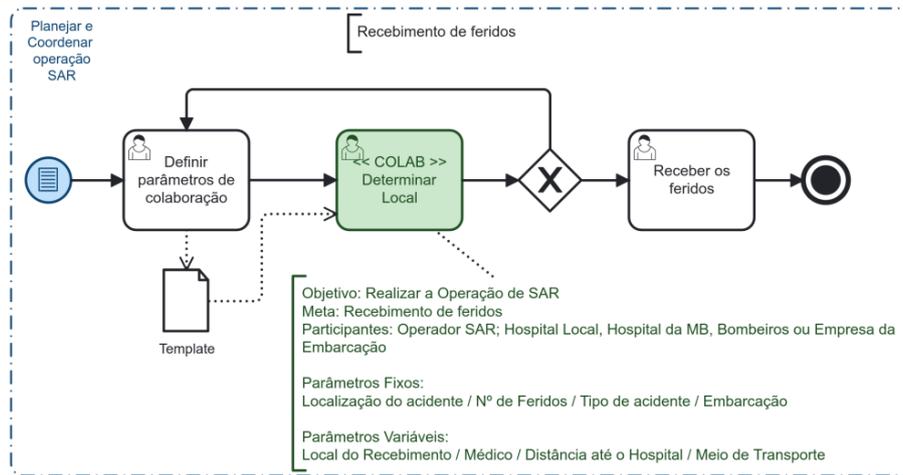


Figura A.3: Subprocesso do Modelo SAR para recebimento de feridos

### Detalhamento do Fluxo Processual

Inicialmente, o processo de recebimento de feridos é influenciado por uma variedade de fatores intrínsecos à situação. Tais como, primeiramente, a:

- **Localização do acidente:** cujas circunstâncias podem restringir as opções de transporte disponíveis, permitindo, por exemplo, apenas o resgate aéreo mediante a utilização de helicóptero.
- **Tipo de acidente:** desempenha um papel na determinação das abordagens médicas a serem adotadas, podendo até mesmo requerer orientação médica prévia, viabilizada por meio de comunicação telefônica, antes do deslocamento ao local de resgate.
- **Número de Feridos:** Representa a quantidade de indivíduos feridos que necessitarão ser deslocados até o ponto de assistência.
- **Tipo de embarcação envolvida:** Em cenários que envolvem, por exemplo, navios mercantes, é comum que exista um representante em terra que, no momento do recebimento do indivíduo ferido, solicita assistência hospitalar especializada, a fim de assegurar uma intervenção médica mais eficaz.

Dessa maneira, a instância do subprocesso é iniciada mediante a identificação dos participantes envolvidos na colaboração. O CS recebe as informações preliminares e, na atividade “**Definir parâmetros de colaboração**”, elabora um *template* que norteará toda a atividade de colaboração, definindo os parâmetros fixos e condicional para o sucesso da colaboração. No contexto deste estudo de caso, foram delimitados os seguintes parâmetros, assim como o tipo de parâmetro:

- **Especialista Médico:** Em toda operação de SAR, é designado um médico de plantão, apto a ser contactado para prestar suporte durante as ações de resgate. Este parâmetro é condicional.
- **Local de Recebimento dos Feridos:** Refere-se ao local onde os indivíduos feridos serão encaminhados após o resgate.
- **Distância até o Hospital:** Indica a distância em quilômetros e o tempo estimado em horas entre o ponto de resgate e o hospital selecionado.
- **Meio de Transporte:** Envolve a seleção do modal de transporte a ser empregado para o deslocamento dos indivíduos feridos até o ponto de assistência determinado. As alternativas compreendem viatura, ambulância e helicóptero (Marinha do Brasil, Força Aérea Brasileira, Bombeiros, Segurança Pública ou outros).

Referente aos participantes da atividade, o CS pode colaborar com um ou mais participantes, a saber: Hospital Local, os Bombeiros, a Força Aérea Brasileira (FAB), o responsável pela segurança pública, o representante da embarcação em questão, entre outros.

Além disso, toda colaboração seguirá alguns critérios de parada com o objetivo de finalizar a atividade em andamento, tais como:

- **Aceite dos participantes** - Quando todos os participantes relacionados na atividade de colaboração concordam com os parâmetros que serão informados durante a atividade.
- **Tempo total da colaboração** - O tempo total permitirá o controle total da atividade de colaboração, o que será um fator limitante necessário para que a atividade de colaboração seja finalizada.
- **Tempo de resposta para cada colaborador não atendido** - Todo colaborador terá um prazo para responder às solicitações, caso contrário, a colaboração não terá êxito.

Após a definição dos parâmetros, a extensão da atividade de colaboração, “«**CO-LAB» Determinar Local**”, é iniciada através de uma ferramenta de chat, onde os participantes interagem entre si em um processo interativo seguindo o que foi definido no *template* criado na etapa anterior. A atividade de colaboração está inserida em um contexto de cooperação mútua, com o CS atuando como figura central na coordenação e sincronização das ações colaborativas entre os envolvidos. Sendo assim, todos os participantes da ferramenta colaborativa devem concordar com o que foi discutido durante a atividade para que o acordo seja bem-sucedido.

Após essa etapa, se chegarem a um acordo, a atividade “**Receber os feridos**” será estabelecida conforme as premissas e diretrizes estabelecidas na etapa anterior. Caso contrário, o processo retornará para a atividade de definição de parâmetros de colaboração.

## Formulário de Pesquisa

### Seção 1 - Termo de Consentimento

---

#### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Eu declaro ter mais de 18 (dezoito) anos e concordar em participar de livre e espontânea vontade de uma pesquisa conduzida por Mariano de Oliveira Nunes, sob a orientação dos Professores Toacy Cavalcante de Oliveira e Raquel Mainardi Pillat Basso, destinada ao curso de mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação na Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

#### **1. Objetivo**

O objetivo da pesquisa é avaliar uma proposta de extensão para a atividade colaborativa na modelagem de processos de negócios elaborada na notação BPMN

#### **2. Procedimento**

Os participantes deverão responder, individualmente, a um formulário contendo dados profissionais e informações sobre um modelo de processos de negócios.

#### **3. Confidencialidade**

Todas as informações coletadas nesta pesquisa são confidenciais e meu nome não será identificado. Da mesma forma, me comprometo a não divulgar meus resultados enquanto a pesquisa não for encerrada.

#### **4. Liberdade de Desistência**

Eu entendo que, terminada a pesquisa, as informações por mim fornecidas serão estudadas em prol da melhor compreensão das características desejáveis para este tipo de sistema. Entendo que sou livre para realizar perguntas a qualquer momento, solicitar que qualquer informação relacionada a minha pessoa não seja incluída no estudo ou comunicar minha desistência de participação da pesquisa.

Li e concordo com os termos acima.

## Seção 2 - Questionário de Caracterização

---

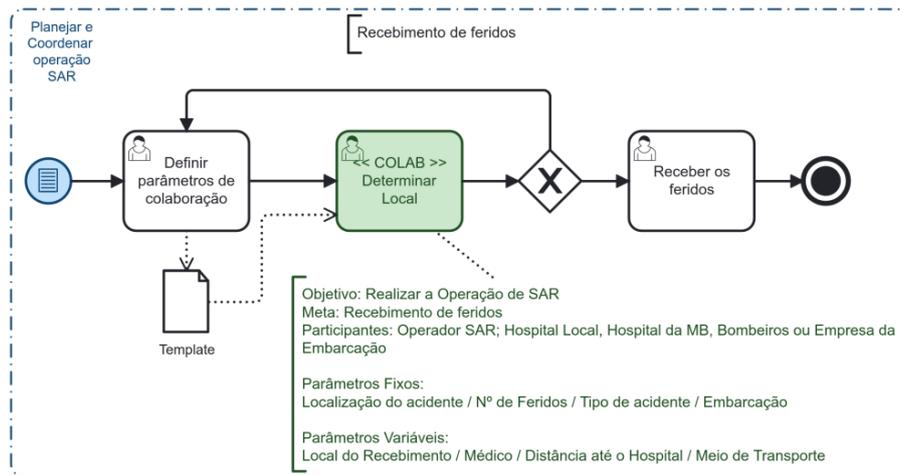
Nr. Pergunta de Caracterização

---

1. Qual é a sua formação acadêmica?
2. Qual instituição você trabalha?
3. Você trabalha com TI? Quanto tempo você tem de experiência profissional?
  - Não trabalha com TI
  - Menos de 1 ano
  - De 1 ano a 3 anos
  - De 3 anos a 5 anos
  - De 5 anos a 8 anos
  - Mais de 8 anos
4. Você conhece a notação BPMN?
  - Muito Pouco (Não conheço)
  - Pouco (Já Escutei sobre)
  - Médio (Estudei sobre o assunto)
  - Alto (Trabalhei com BPMN)
  - Muito Alto (Posso ensinar)
5. Qual é a sua experiência com a atividade de Busca e Salvamento - *Search And Rescue* (SAR)?
  - 1 - Muito Pouco ( Esse é o meu primeiro contato sobre o SAR)
  - 2 - Pouco ( Já escutei mas não entendo muito )
  - 3 - Médio ( Tenho uma noção sobre o assunto)
  - 4 - Alto ( Tive contato próximo )
  - 5 - Muito Alto ( Consigo treinar outras pessoas sobre o assunto)

## Seção 3 - Questionário de Opinião Avaliação do Modelo

Com relação à extensão proposta no modelo de processo para o recebimento de feridos, por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações:




---

Nr. Pergunta de opinião

---

6. Você identificou os responsáveis (participantes) por conduzir uma atividade de colaboração no modelo de processo?
- 1 - Extremamente Difícil
  - 2 - Muito Difícil
  - 3 - Moderado
  - 4 - Fácil
  - 5 - Extremamente Fácil
7. Você identificou os parâmetros que serão compartilhados entre os participantes na atividade de colaboração?
- 1 - Extremamente Difícil
  - 2 - Muito Difícil
  - 3 - Moderado
  - 4 - Fácil
  - 5 - Extremamente Fácil
8. Você acredita que a utilização de parâmetros pré-estabelecidos podem contribuir para a condução da atividade de colaboração?
- 1 - Muito improvável
  - 2 - Improvável
  - 3 - Indiferente

- 4 - Provável
  - 5 - Muito provável
9. Você acha que o tempo de resposta e o tempo total de colaboração são importantes para acelerar a atividade de colaboração?
- 1 - Muito improvável
  - 2 - Improvável
  - 3 - Indiferente
  - 4 - Provável
  - 5 - Muito provável
10. Você acredita que a extensão proposta é capaz de capturar as características específicas das atividades de colaboração em cenários de Busca e Salvamento?
- 1 - Muito improvável
  - 2 - Improvável
  - 3 - Indiferente
  - 4 - Provável
  - 5 - Muito provável
11. Gostaria de incluir mais alguma informação que não esteja especificada no modelo?

# Apêndice B

## Modelo de Processo de Busca e Salvamento

### Introdução

O serviço de busca e salvamento, *Search And Rescue* (SAR), é uma atribuição da Marinha do Brasil (MB) de acordo com o **Art. 2º** da **Lei nº 7.273/1984** de 10 de dezembro de 1984. Este serviço tem como propósito atender as emergências relativas à salvaguarda da vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores do Brasil.

O Serviço de Busca e Salvamento Marítimo brasileiro está organizado dentro das regras balizadas da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (Convenção SOLAS) e regulamentadas pela Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization* - IMO), que incluem: o atendimento ao Sistema Marítimo Global de Socorro e Segurança (*Global Maritime Distress and Safety System* - GMDSS); a divulgação de Informações de Segurança Marítima (MSI); o estabelecimento de uma Região de Busca e Salvamento (*Search and Rescue Region* - SRR); a existência de Centros de Coordenação SAR (MRCC/RCC), conforme necessário; meios adequados para atender as emergências SAR; e a organização de um Sistema de Informações de Navios. Conforme a necessidade, é efetuada coordenação com o Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico.

No âmbito nacional, o Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul (COMPAAz) através do Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) são os órgãos responsáveis. A principal finalidade do SISTRAM, à semelhança dos demais sistemas do mundo, é permitir, no caso de um incidente SAR, a rápida localização das embarcações mais próximas, em condições de prestar auxílio.

As atividades de supervisão do Serviço de Busca e Salvamento Marítimo são da competência do SALVAMAR BRASIL (MRCC BRAZIL), situado na cidade do Rio de Janeiro. Tendo em vista as dimensões da Região de Busca e Salvamento Marítimo

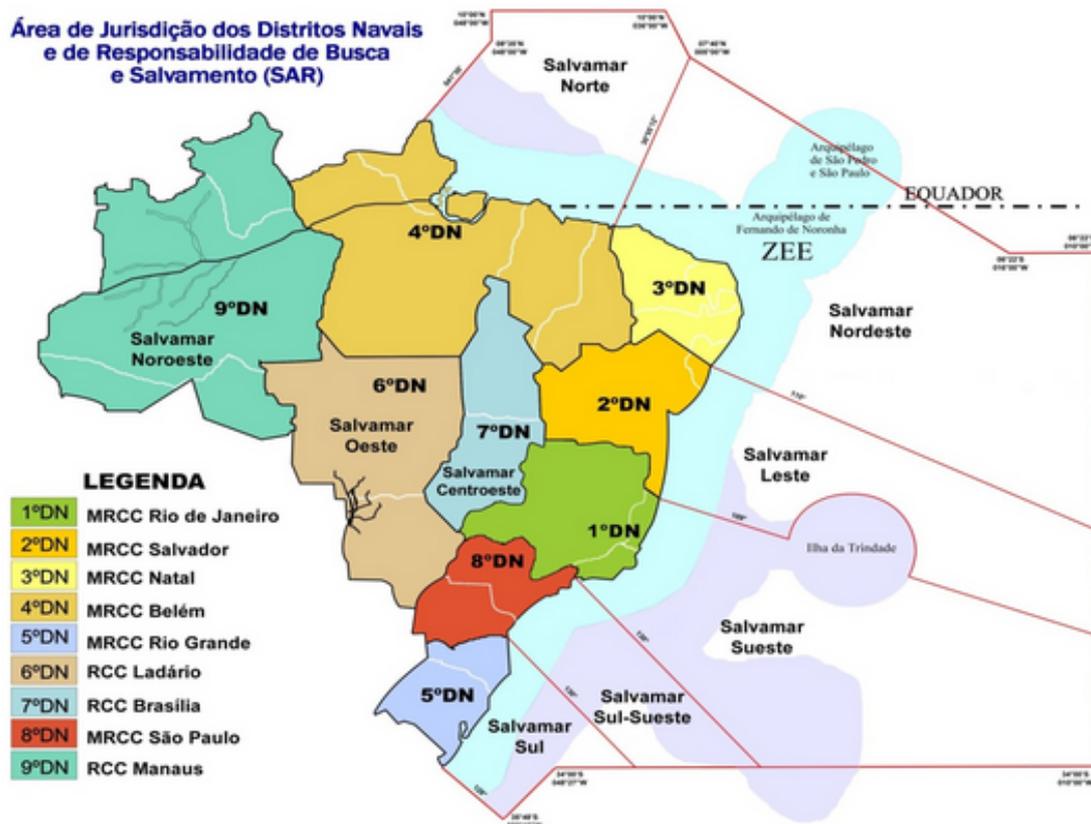


Figura B.1: Região de Busca e Salvamento Marítimo sob a responsabilidade do Brasil

do Brasil, esta foi dividida em sub-regiões, sob responsabilidade dos Centros de Coordenação SAR REGIONAIS conforme a B.1.

Desta forma, quando em situação de perigo ou urgência, os navegantes em trânsito por essas áreas poderão solicitar auxílio através dos recursos de GMDSS disponíveis a bordo, ou então diretamente ao SALVAMAR BRASIL ou ainda, conforme a sua posição, aos seguintes Centros de Coordenação SAR (SALVAMAR regionais).

A notificação de um incidente SAR a um Centro de Coordenação SAR poderá ter origem em várias fontes [6], como por exemplo a retransmissão de um pedido de socorro por um navio ou por uma estação costeira de rádio. Sempre que possível, essa notificação deve ser complementada com os seguintes dados:

- Identificação da embarcação (nome e indicativo de chamada);
- Posição;
- Natureza da emergência;
- Tipo da ajuda necessária;
- Hora da comunicação com a embarcação;

- Situação da tripulação;
- Última posição conhecida da embarcação; e
- Intenções do Comandante da embarcação.

## Estrutura SAR

**SALVAMAR BRASIL (MRCC BRAZIL):** Subordinado à Subchefia de Operações do Comando de Operações Navais, possui as seguintes atribuições:

- Supervisionar o Serviço SAR executado pelos ComDN (SALVAMAR Regionais – MRCC/RCC);
- Exercer a função de MRCC BRAZIL perante a comunidade internacional; e
- Coordenar os incidentes SAR provenientes de Submarino Sinistrado (SAR-Sub).

**SALVAMAR Regionais (MRCC/RCC):** Órgãos de Coordenação, que ficam subordinados às Subchefias de Operações dos Comandos de Distritos Navais, possuem as seguintes atribuições, entre outras:

- Planejar e coordenar as Operações de Socorro; e
- Ativar os Subcentros de Coordenação de Salvamento (Capitanias, Delegacias e Agências – MRSC/RSC), quando necessário.

**Subcentros de Coordenação (MRSC/RSC):** as Capitanias, Delegacias e Agências (CDA), que são subordinadas aos Comandos Distritais Navais (SALVAMAR Regionais), possuem as seguintes atribuições, entre outras:

- Atuar como Subcentro de Coordenação de Salvamento (MRSC e/ou RSC); e
- Planejar e coordenar as Operações de Socorro, quando forem ativados como Subcentros de Coordenação;

**Elementos de Execução:** Navios, embarcações, aeronaves e viaturas da MB e/ou extra-MB, bem como as Equipes SAR das CDA, que podem ser empregados nas Operações de Socorro, sendo denominados Unidades de Busca e Salvamento (SRU).

## Recursos e Elos SAR

São todos os recursos e organizações da MB e/ou extra-MB, que podem auxiliar nas Operações de Socorro, tais como:

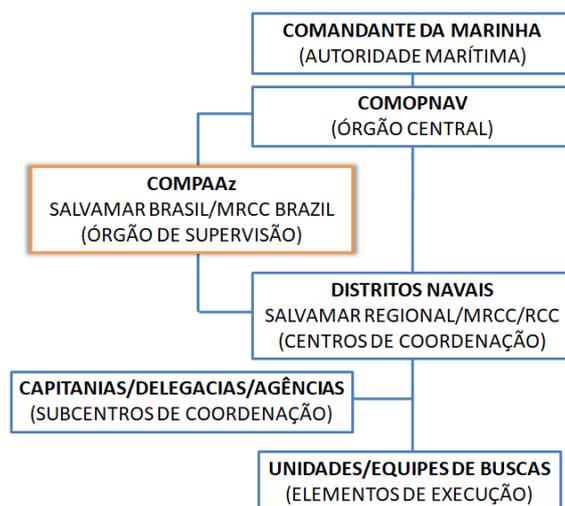


Figura B.2: Estrutura SAR da MB [6]

- CHM: Boletim de Previsão Meteorológica Especial (BPME).
- ComemCh: meios em prontidão NSE, ASNSE e ASE.
- Bases/Estações Navais: apoio aos meios empregados.
- GSAR: Grupo de tripulantes aéreos de resgate da MB.
- Hospitais/Policlínicas Navais: suporte médico/hospitalar.
- CCSM/Comunicação Social das OM: divulgação de informações.
- Estações Rádio da MB: tráfegos de mensagens entre OM da MB.
- RENEK (VHF): divulgação de informações pelo Serviço Móvel Marítimo.
- Aeronaves: militares, comerciais, particulares, etc.
- Embarcações: navios militares, mercantes, apoio, pesqueiros, etc.

## Estrutura da Autoridade Marítima

Conforme disposto nas **Portarias nº 156/MB/2004 e 20/MB/2017**, ambas do Comandante da Marinha (CM), cabe ao Comando de Operações Navais (ComOpNav):

1. Aprovar as normas, no âmbito da MB, relativas à Busca e Salvamento de vida humana em perigo no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores;
2. Promover, coordenar e controlar a execução dos serviços de Busca e Salvamento de vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores;



Figura B.3: Meios de SAR da MB [6]

3. Supervisionar o serviço Busca e Salvamento de vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores executado pelos Comandos dos Distritos Navais (ComDN);
4. Exercer a função do Centro de Coordenação de Salvamento Marítimo (Maritime Rescue Coordination Centre - MRCC) Brasileiro (MRCC BRAZIL), por intermédio SALVAMAR BRASIL;
5. Coordenar as atividades afetas às Operações de Busca e Salvamento Submarino (*Submarine Search and Rescue* - SUBSAR) das tripulações de Submarino Sinistrado (*Distressed Submarine* - DISSUB); e
6. Delegar a execução de serviços de Busca e Salvamento de humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores a outros órgãos federais, estaduais, municipais e, por concessão, a particulares, em áreas definidas de jurisdição.

Aos Comandos do 1<sup>o</sup> ao 9<sup>o</sup> Distritos Navais são atribuídas as seguintes tarefas:

1. Promover, coordenar e controlar a execução dos serviços de Busca e Salvamento de vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores, em suas respectivas áreas de jurisdição, que são designadas como Sub-regiões de Busca e Salvamento (Search and Rescue Sub-region - SRS) e quando aplicável, em cooperação com as entidades públicas e/ou privadas com responsabilidades correlatas nesta atividade;
2. Supervisionar o serviço Busca e Salvamento de vida humana no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores executado pelas suas Capitánias, Delegacias e Agências (CDA) e demais meios subordinados; e
3. Exercer as funções inerentes aos MRCC ou aos Centros de Coordenação de Salvamento (Rescue Coordination Centre - RCC), por intermédio dos SALVAMAR Regionais.

# Processo

Modelo de Processo de Busca e Salvamento, com o objetivo de identificar pontos onde possamos sugerir a redução do tempo de reação perante uma emergência.

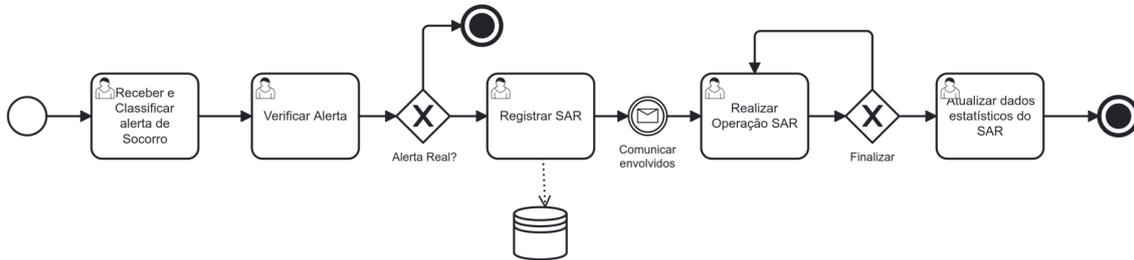


Figura B.4: Visão Geral do processo de Busca e Salvamento

O processo de abertura de um evento SAR pode ser iniciado pelo CONSOLE SAR, no SALVAMAR BRASIL, e, direcionado para o SALVAMAR REGIONAL responsável por atender o alerta. Porém, pode existir casos do evento SAR ser iniciado no SALVAMAR REGIONAL.

Todo evento SAR recebido, o operador insere uma fase de Emergência, podendo ser: Incerteza, Alerta ou Perigo, e retransmite o alerta para o local responsável. Caso o evento seja fora das águas de jurisdição do País, o operador retransmite o evento para o País responsável.

No SALVAMAR REGIONAL, o evento é comunicado e analisado, caso o evento seja real, o operador registra em sistema e comunica a todos os órgãos responsáveis pelo SAR. Após isso, a operação é iniciada conforme experiência do Coordenador SAR, sob supervisão do SALVAMAR BRASIL, onde determinará quais serão os meios necessários para realização da busca ou salvamento. Ao finalizar a operação, todos os órgãos envolvidos são comunicados e as estatísticas são atualizadas.

A Figura B.5 apresenta o detalhamento de todo o processo realizado para Busca e Salvamento.

## Abertura do SAR

A entrada do pedido de socorro pode ocorrer de diversas formas. A descrição dos alertas SAR ocorre das seguintes maneiras, representado o modelo na Figura B.6:

1. Por **telefone** 185 ou outros telefones das Organizações Militares da MB;
2. Por meio do sistema **Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)**, nos **navios mercantes** que, sujeitos à Convenção SOLAS, possuem dispositivos para pedir socorro em emergência, com um simples acionamento do botão de um equipamento. Esses alertas chegam ao SALVAMAR

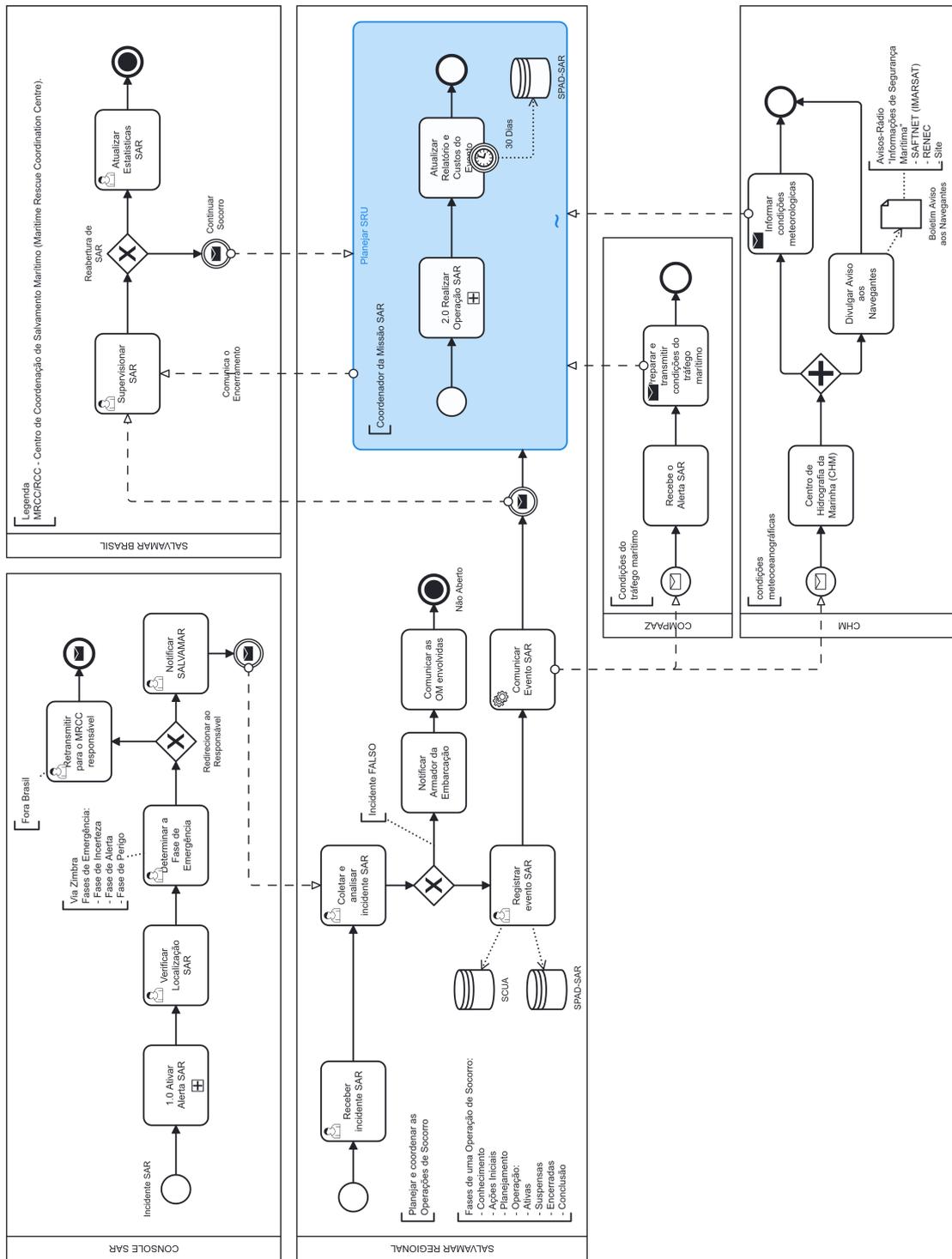


Figura B.5: Processo de Busca e Salvamento

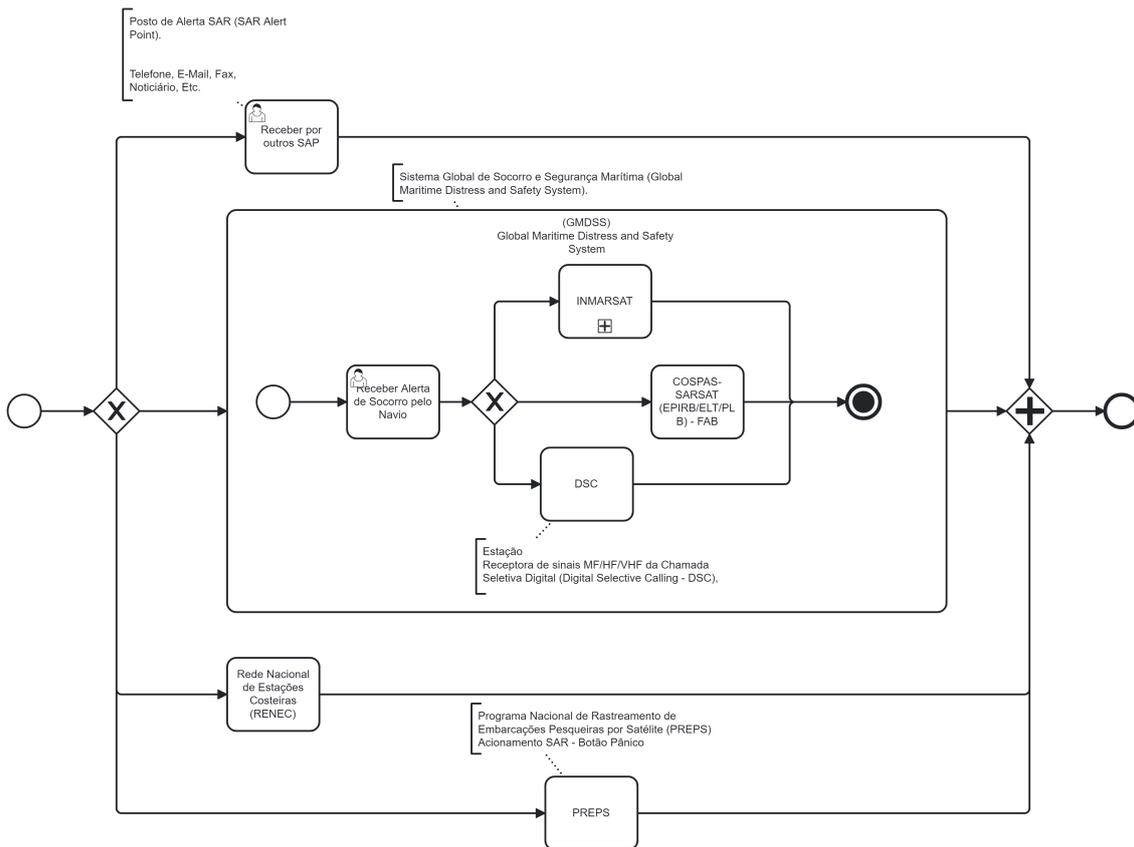


Figura B.6: Ativar Alerta SAR

Brasil e são repassados para os respectivos SALVAMAR regionais, responsáveis por investigá-los;

- (a) INMARSAT NAVIO
- (b) DSC NAVIO
- (c) EPIRB COSPAS-SARSAT

3. Por meio da **Rede Nacional de Estações Costeiras (RENEC)** da Embratel, que opera em VHF e HF e retransmite as emergências para o SALVAMAR BRASIL. Temos também os sinais emitidos pelas embarcações de pesca nacionais ou afretadas que, em função do seu comprimento ou do tipo de pesca, estejam submetidas ao PREPS. Esses sinais, quando pedidos de socorro, são encaminhados automaticamente aos SALVAMAR Brasil/regionais.

4. **Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS)**. Acionamento SAR através do Botão de Pânico.

Recebido um pedido de socorro, o SALVAMAR procede à abertura do incidente SAR e toma todas as providências para atender a emergência, coordenando as buscas e o resgate das pessoas em perigo, se for o caso.

## Ativação da Unidade de Busca (SRU)

As Unidades de Busca e Salvamento (*Search and Rescue Unit - SRU*), são responsáveis por realizarem o apoio essencial para o SAR. O planejamento do SRU engloba todas as atividades da Operação SAR.

## Realizar Operação SAR

A realização da operação de SAR pode envolver uma grande variedade de órgãos e meios que podem ser acionados, dependendo do local, do tipo e dos recursos disponíveis para realizar o resgate.

Recursos e Elos SAR são todos os recursos e organizações da MB e/ou extra-MB, que podem auxiliar nas Operações de Socorro, tais como:

1. COMPAAz: previsão do tráfego marítimo (SISTRAM);
2. CHM: Boletim de Previsão Meteorológica Especial (BPME);
3. ComemCh: NSE, ASNSE e ASE;
4. Bases/Estações Navais: apoio aos meios empregados;
5. Hospitais/Policlínicas Navais: suporte médico/hospitalar;
6. CCSM/Seção de ComSoc das OM: divulgação das informações;
7. Estações Rádio da MB: TX/RX de mensagens entre OM da MB; e
8. RENEK: divulgação de informações pelo Serviço Móvel Marítimo.

Ao tomar conhecimento de um incidente SAR, o Centro de Coordenação de Salvamento poderá acionar um ou mais meios abaixo relacionados:

1. Embarcações das Agências, Delegacias e Capitania dos Portos;
2. Navios de guerra em trânsito na área
3. Navios mercantes em trânsito na área;
4. Embarcações de pesca;
5. Embarcações de socorro dos Iate Clubes;
6. Aeronaves do Centro de Coordenação de Busca e Salvamento da Força Aérea Brasileira (SALVAERO); e
7. Helicópteros da Marinha.

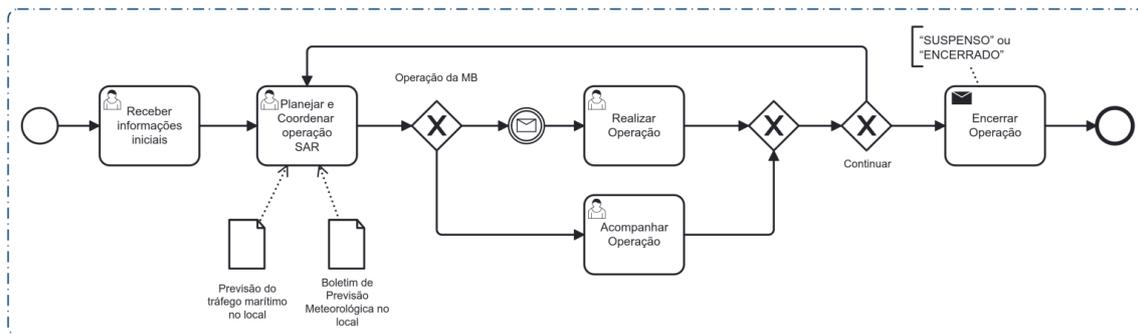


Figura B.7: Processos da Atividade 2.0 Realizar Operação SAR

O subprocesso 2.0 Realizar Operação SAR engloba as atividades da operação de busca e salvamento. Porém, como a realização da operação de busca e salvamento pode acontecer de diversas formas pela MB, detalhamos cada situação que pode ser acionada para realizar a operação SAR, conforme Figura B.8

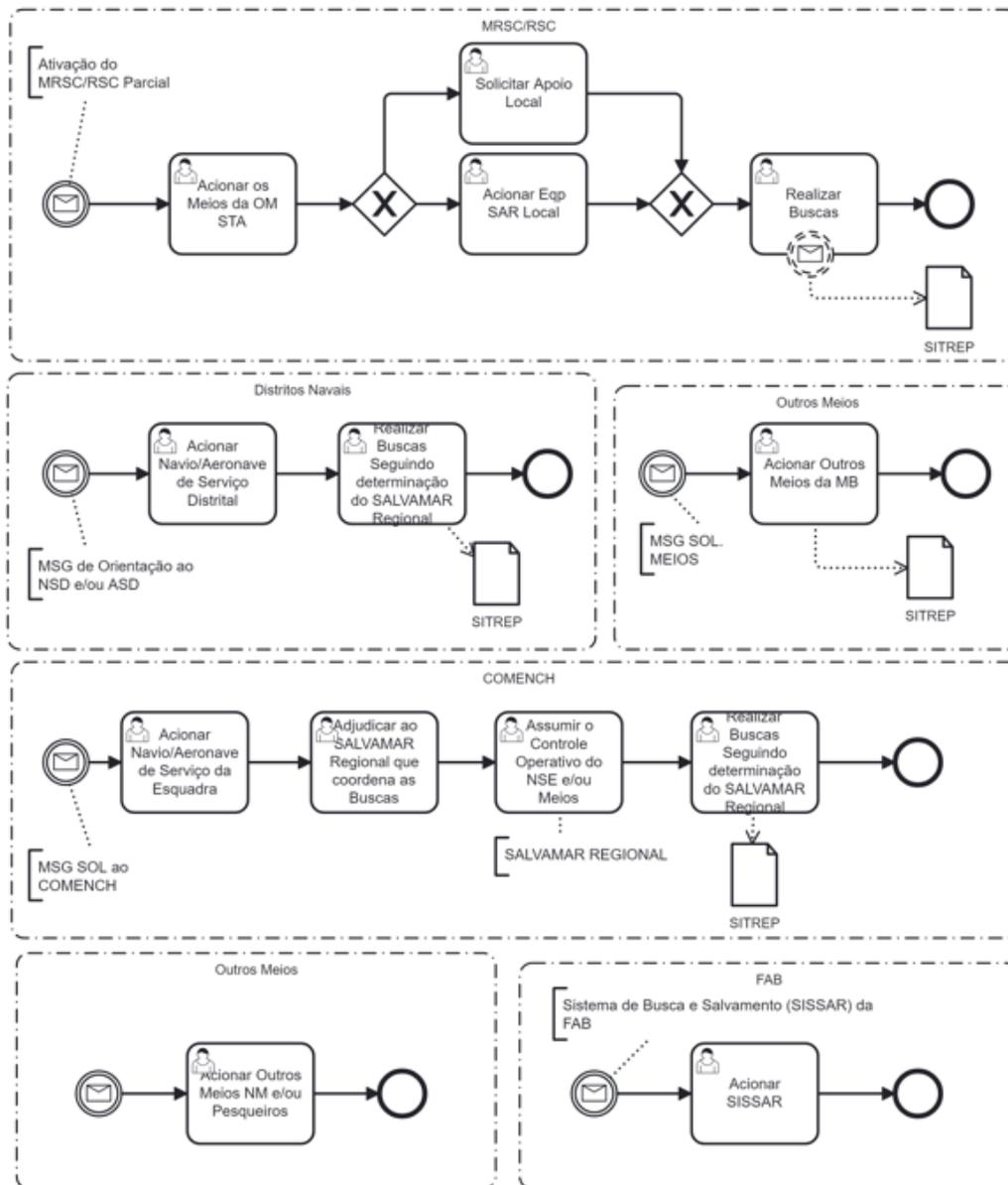


Figura B.8: Formas de Realização do evento SAR

## Sugestão de melhoria do processo

Com o intuito de aprimorar o processo de busca e salvamento, propomos algumas modificações destinadas a automatizar as tarefas, visando melhorar a eficiência, reduzir erros humanos e aumentar a velocidade nas operações.

1. Muitas atividades no processo são realizadas fora do sistema de controle de Busca e Salvamento, como o aviso por e-mail e a mensagem de comunicação para as organizações envolvidas. Portanto, automatizar esses processos seria fundamental para evitar o erro de informação e acelerar o processo.
2. O equipamento de Recebimento de Alerta de Socorro (GMDSS) enviado pelos navios de grande porte poderia ser automatizado com o sistema local de

acompanhamento de SAR, o que poderia acelerar o início das buscas.

3. O Sistema de Busca e Salvamento da Força Aérea Brasileira (SISSAR) é acionado pela MB quando há a necessidade de recorrer ao socorro aéreo. No entanto, obter esse suporte requer uma série de documentos que devem ser trocados entre as organizações, ocasionando atrasos no início das buscas. Sendo assim, como sugestão, conceder permissões para o SC/SMC de forma que realizem a demanda através dos sistemas atuais de SAR poderia agilizar o processo de solicitação do apoio aéreo.
4. Para embarcações que não dispõem de equipamentos de comunicação automatizados compatíveis com o CONSOLE SAR, seria possível desenvolver um aplicativo para *smartphones*. Este aplicativo seria recomendado nas agências, delegacias e capitânicas dos portos, como uma medida de segurança adicional para solicitar socorro em alto mar. A aplicação permitiria que o usuário fornecesse dados como a derrota da embarcação ou o local de destino desejado. Isso possibilitaria o acompanhamento dessas embarcações através da Internet e do GPS dos *smartphones*.

## Definições de siglas, termos e expressões

As definições de siglas, termos e expressões foram retiradas da Carta de instrução de busca e salvamento (SAR)

MRCC - Centro de Coordenação de Salvamento Marítimo (*Maritime Rescue Coordination Centre*).

MRCC BRAZIL - Centro de Coordenação de Salvamento Marítimo (*Maritime Rescue Coordination Centre*) Brasileiro.

MRCC EAST - SALVAMAR LESTE (Com2ºDN).

MRCC FALMOUTH - Pertence ao Reino Unido.

MRCC NORTH - SALVAMAR NORTE (Com4ºDN).

MRCC NORTHEAST - SALVAMAR NORDESTE (Com3ºDN).

MRCC SOUTH - SALVAMAR SUL (Com5ºDN).

MRCC SOUTHEAST - SALVAMAR SUESTE (Com1ºDN).

MRCC SOUTH/OUTHEAST - SALVAMAR SUL - SUESTE (Com8ºDN).

NSD - Navio de Serviço Distrital

NSE - Navio de Serviço da Esquadra

OM - Organização Militar

Operação de Socorro - São todas as operações relacionadas com um incidente SAR, que visam adotar as providências para prover adequados serviços de busca e salvamento de vida humana em perigo no mar, nos portos e nas vias navegáveis

interiores, desde o momento da notificação inicial até que o incidente esteja “ENCERRADO” ou “SUSPENSO”.

OSC - Coordenador na Cena de Ação (On-scene Coordinator). Oficial que coordena o emprego de duas ou mais SRU na cena de ação de um incidente SAR, assessorando o SC/SMC nas Operações de Socorro, devendo ser designado pelos mesmos.

PREPS - Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite.

RCC - Centro de Coordenação de Salvamento (*Rescue Coordination Center*).

RCC CENTER-WEST - SALVAMAR CENTRO-OESTE (Com7ºDN).

RCC NORTHWEST - SALVAMAR NOROESTE (Com9ºDN).

RCC WEST - SALVAMAR OESTE (Com6ºDN).

RENEC - Rede Nacional de Estações Costeiras.

SALVAERO - Denominação dos ARCC. Ficam estruturados nos CINDACTAS da FAB.

SALVAMAR BRASIL - Denominação do MRCC BRAZIL. Fica estruturado na Subchefia de Operações do ComOpNav.

SALVAMAR Regionais - Denominação dos MRCC/RCC. Ficam estruturados nas Seções de Operações dos ComDN.

SAR - Busca e Salvamento (*Search and Rescue*).

SC - Coordenador SAR (*SAR Coordinator*). Oficial responsável pela coordenação e, quando apropriado, pela direção das Operações de Socorro numa SRR, SRS ou setor destas regiões.

SITREP (*Situation Report*) - Relatório de situação.

SMC - Coordenador da Missão SAR (*SAR Mission Coordinator*). Oficial temporariamente designado por um SC para coordenar um incidente SAR específico.