

PGCOMP - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)  
Av. Milton Santos, s/n - Ondina  
Salvador, BA, Brasil, 40170-110

<https://pgcomp.ufba.br>  
[pgcomp@ufba.br](mailto:pgcomp@ufba.br)

A interação entre sistemas independentes, heterogêneos e dinâmicos em Sistemas de Sistemas de Informação (*Systems of Information Systems*) (SoIS) impõe desafios significativos, especialmente no nível da Interoperabilidade Organizacional. Para que esta interoperabilidade seja alcançada, esse alinhamento dos processos de negócio entre as organizações é fundamental. As abordagens de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management*) (BPM) são ferramentas essenciais para esse alinhamento, mas as soluções existentes falham em contextos colaborativos onde os participantes podem entrar e sair a qualquer momento, sem gerenciamento central. Diante dessa lacuna, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma solução baseada em BPM para apoiar a Interoperabilidade Organizacional em SoIS colaborativos. A principal contribuição foi a especificação de um metamodelo que provê uma estrutura de gerenciamento. Este metamodelo permite a modelagem dos processos de negócio colaborativos e endereça a dinâmica de entrada e saída de participantes ao formalizar a separação explícita entre Papel (a função abstrata responsável pelo processo) e Participante (a instância organizacional concreta e dinâmica que o executa). Adicionalmente, a solução permite a definição dos Links de Interoperabilidade (técnicos e sociotécnicos) necessários para as interações e comunicações entre os papéis, garantindo que os requisitos de colaboração sejam explícitos. A aplicabilidade da solução foi avaliada através da sua implementação em um ambiente de simulação semiautomatizado, instanciado em três domínios (e-commerce, plano de saúde e segurança pública). Os resultados validaram a abordagem, demonstrando a adaptabilidade na entrada de novos participantes e a resiliência na saída, através do rerroteamento baseado em Papel. Conclui-se que a solução oferece um modelo viável para gerenciar a dinâmica de participantes, fornecendo a transparência e os mecanismos de resiliência necessários para a Interoperabilidade Organizacional em SoIS colaborativos.

Palavras-chave: Interoperabilidade Organizacional, Sistema de Sistemas de Informação, Gerenciamento de Processos de Negócios

# Interoperabilidade Organizacional no Contexto dos Sistemas de Sistemas de Informação: Uma Abordagem Colaborativa

Edlane Cristine dos Santos Proencia

Dissertação de Mestrado

Universidade Federal da Bahia

Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação

Dezembro | 2025

MSC | 206 | 2025

Interoperabilidade Organizacional no Contexto dos Sistemas de Sistemas de Informação: Uma Abordagem Colaborativa

Edlane Cristine dos Santos Proencia

UFBA







Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Computação

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL  
NO CONTEXTO DOS SISTEMAS DE  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO: UMA  
ABORDAGEM COLABORATIVA**

Edlane Cristine dos Santos Proencia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Salvador  
15 de Dezembro de 2025



EDLANE CRISTINE DOS SANTOS PROENCIA

**INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL NO CONTEXTO  
DOS SISTEMAS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO: UMA  
ABORDAGEM COLABORATIVA**

Esta Dissertação de Mestrado foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rita Suzana Pitangueira Maciel

Salvador  
15 de Dezembro de 2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de Ciências e Tecnologias  
Prof. Omar Catunda, SIBI – UFBA

P964 Proencia, Edlane Cristine dos Santos.  
Interoperabilidade Organizacional no Contexto dos Sistemas de Sistemas de Informação: Uma Abordagem Colaborativa / Edlane Cristine dos Santos Proencia – Salvador, 2025.  
121f.: il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rita Suzana Pitangueira Maciel.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Computação, 2025.

1. Interoperabilidade Organizacional. 2. Sistema de Sistemas de Informação. 3. Gerenciamento de Processos de Negócios. I. Maciel, Rita Suzana Pitangueira. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Computação. III Título.

CDU – 004:681.5


# Termo de Aprovação

**Edlane Cristine dos Santos Proencia**

***Interoperabilidade Organizacional no Contexto dos  
Sistemas de Sistemas de Informação: Uma Abordagem  
Colaborativa***


Esta Dissertação foi julgada adequada à obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFBA.

Salvador, 15 de Dezembro de 2025

Documento assinado digitalmente  
 RITA SUZANA PITANGUEIRA MACIEL  
Data: 19/12/2025 11:43:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rita Suzana Pitangueira Maciel  
(Orientadora - UFBA/PGCOMP)

Documento assinado digitalmente  
 VALDEMAR VICENTE GRACIANO NETO  
Data: 19/12/2025 15:21:09-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Valdemar Vicente Graciano Neto  
(UFG)

Documento assinado digitalmente  
 CELIA GHEDINI RALHA  
Data: 19/12/2025 14:55:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Célia Ghedini Ralha  
(UFBA/UnB)



## RESUMO

A interação entre sistemas independentes, heterogêneos e dinâmicos em Sistemas de Sistemas de Informação (*Systems of Information Systems*) (SoIS) impõe desafios significativos, especialmente no nível da Interoperabilidade Organizacional. Para que esta interoperabilidade seja alcançada, esse alinhamento dos processos de negócio entre as organizações é fundamental. As abordagens de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management*) (BPM) são ferramentas essenciais para esse alinhamento, mas as soluções existentes falham em contextos colaborativos onde os participantes podem entrar e sair a qualquer momento, sem gerenciamento central. Diante dessa lacuna, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma solução baseada em BPM para apoiar a Interoperabilidade Organizacional em SoIS colaborativos. A principal contribuição foi a especificação de um metamodelo que provê uma estrutura de gerenciamento. Este metamodelo permite a modelagem dos processos de negócio colaborativos e endereça a dinâmica de entrada e saída de participantes ao formalizar a separação explícita entre Papel (a função abstrata responsável pelo processo) e Participante (a instância organizacional concreta e dinâmica que o executa). Adicionalmente, a solução permite a definição dos Links de Interoperabilidade (técnicos e sociotécnicos) necessários para as interações e comunicações entre os papéis, garantindo que os requisitos de colaboração sejam explícitos. A aplicabilidade da solução foi avaliada através da sua implementação em um ambiente de simulação semiautomatizado, instanciado em três domínios (e-commerce, plano de saúde e segurança pública). Os resultados validaram a abordagem, demonstrando a adaptabilidade na entrada de novos participantes e a resiliência na saída, através do rerroteamento baseado em Papel. Conclui-se que a solução oferece um modelo viável para gerenciar a dinâmica de participantes, fornecendo a transparência e os mecanismos de resiliência necessários para a Interoperabilidade Organizacional em SoIS colaborativos.

**Palavras-chave:** Interoperabilidade Organizacional, Sistema de Sistemas de Informação, Gerenciamento de Processos de Negócios



## ABSTRACT

The interaction among independent, heterogeneous, and dynamic systems in Systems of Information Systems (SoIS) imposes significant challenges, especially at the level of Organizational Interoperability. To achieve this interoperability, aligning business processes across organizations is fundamental. Business Process Management (BPM) approaches are essential tools for this alignment, but existing solutions fail in collaborative contexts where participants can join and leave at any time, without central management. Given this gap, the main objective of this work was to develop a BPM-based solution to support Organizational Interoperability in collaborative SoIS. The main contribution was the specification of a metamodel that provides a management structure. This metamodel enables modeling collaborative business processes and addresses the entry and exit dynamics of participants by formalizing the explicit separation between Role (the abstract function responsible for the process) and Participant (the concrete and dynamic organizational instance that executes it). Additionally, the solution allows the definition of the Interoperability Links (technical and sociotechnical) required for interactions and communications between roles, ensuring that collaboration requirements are explicit. The solution's applicability was evaluated through its implementation in a semi-automated simulation environment instantiated in three domains (e-commerce, health plan, and public security). The results validated the approach, demonstrating adaptability upon the entry of new participants and resilience upon exit, through Role-based rerouting. It is concluded that the solution offers a viable model to manage participant dynamics, providing the transparency and resilience mechanisms necessary for Organizational Interoperability in collaborative SoIS.

**Keywords:** Organizational Interoperability, System of Information Systems, Business Process Management



# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1—Introdução</b>	1
1.1 Contexto e Motivação . . . . .	3
1.2 Problema de Pesquisa . . . . .	4
1.3 Objetivos . . . . .	5
1.4 Metodologia . . . . .	5
1.5 Solução Proposta . . . . .	8
1.6 Estrutura do Trabalho . . . . .	8
1.7 Produção Científica Relacionada . . . . .	9
<b>Capítulo 2—Referencial Teórico</b>	11
2.1 Sistema de Sistemas de Informação . . . . .	11
2.2 Processos de Negócio e SoIS . . . . .	14
2.3 Interoperabilidade Organizacional e SoIS . . . . .	18
<b>Capítulo 3—Trabalhos Relacionados</b>	27
<b>Capítulo 4—Proposta</b>	33
4.1 Metamodelo para SoIS Colaborativos . . . . .	33
4.2 Estratégia de Simulação . . . . .	40
4.2.1 Arquitetura . . . . .	40
4.2.2 Implementação da Solução . . . . .	42
<b>Capítulo 5—Validação e Avaliação da Proposta</b>	47
5.1 Validação do Metamodelo . . . . .	47
5.1.1 E-Commerce . . . . .	48
5.1.2 Plano de Saúde . . . . .	53
5.1.3 Segurança Pública . . . . .	56
5.1.4 Análise da Expressividade e da Aderência Sintática . . . . .	59
5.2 Avaliação da Solução via Simulação . . . . .	59
5.2.1 E-Commerce . . . . .	61
5.2.2 Plano de Saúde . . . . .	68
5.2.3 Segurança Pública . . . . .	74
5.3 Discussão e Ameaças à Validade . . . . .	81

<b>Capítulo 6—Conclusão</b>	83
<b>Referências Bibliográficas</b>	85
<b>Apêndice A—Registros no Ledger do Modelo do E-commerce</b>	91
<b>Apêndice B—Registros no Ledger do Modelo do Plano de Saúde</b>	103
<b>Apêndice C—Registros no Ledger do Modelo da Segurança Pública</b>	111

## LISTA DE FIGURAS

1.1	Tipos de SoS (Fonte: Adaptado de [Neto, Santos e Araujo 2017], baseado em [Lane e Epstein 2013]) . . . . .	2
1.2	Ciclo Regulador de Wieringa [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022] . . . . .	6
1.3	Processo de Negócio da <i>Design Science Research</i> (DSR) desenvolvida no presente trabalho . . . . .	10
2.1	Integração entre processos, subprocessos e serviços [Furtado et al. 2009] .	15
2.2	Resultado da Primeira Busca sobre Sistemas de Sistemas e Processos de Negócio . . . . .	16
2.3	Resultado da Segunda Busca sobre Sistemas de Sistemas e Processos de Negócio . . . . .	17
2.4	Resultado da Primeira Busca sobre Interoperabilidade Organizacional . .	20
2.5	Resultado da Segunda Busca sobre Interoperabilidade Organizacional . .	21
4.1	Metamodelo SoIS . . . . .	36
4.2	Arquitetura do Ambiente de Implementação e Simulação . . . . .	41
5.1	Processo de Negócio SoIS - <i>e-commerce</i> . . . . .	49
5.2	Processo de Negócio SoIS - Loja Online - Elementos Metamodelo . . . . .	52
5.3	Processo de Negócio SoIS - Plano de Saúde . . . . .	55
5.4	Processo de Negócio SoIS - Segurança Pública . . . . .	57
5.5	Participantes Iniciais - SoIS <i>e-commerce</i> . . . . .	62
5.6	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Entrada dos Participantes do SoIS do <i>e-commerce</i> . . . . .	63
5.7	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Interação do SoIS do <i>e-commerce</i> . . .	64
5.8	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Comunicação do SoIS do <i>e-commerce</i> .	64
5.9	Log do <i>Ledger</i> com o evento de Entrada de um novo Participante no SoIS do <i>e-commerce</i> . . . . .	64
5.10	Dinâmica de Entrada de Participante - SoIS <i>e-commerce</i> . . . . .	65
5.11	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Saída de um Participante e Rerroteamento do Papel no SoIS do <i>e-commerce</i> . . . . .	66
5.12	Dinâmica de Saída e Rerroteamento de Participante - SoIS <i>e-commerce</i> .	66
5.13	Rompimento da Interoperabilidade e Impacto Crítico por Saída Total de Participantes - SoIS <i>e-commerce</i> . . . . .	67
5.14	Log do <i>Ledger</i> com os eventos que levaram ao Impacto Crítico no SoIS do <i>e-commerce</i> . . . . .	67
5.15	Participantes Iniciais - SoIS Plano de Saúde . . . . .	69

5.16	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Entrada dos Participantes do SoIS do Plano de Saúde . . . . .	69
5.17	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Interação do SoIS do Plano de Saúde .	70
5.18	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Comunicação do SoIS do Plano de Saúde	70
5.19	Log do <i>Ledger</i> com o evento de Entrada de um novo Participante no SoIS do Plano de Saúde . . . . .	71
5.20	Dinâmica de Entrada de Participante - SoIS Plano de Saúde . . . . .	72
5.21	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Saída de um Participante e Rerroteamento do Papel no SoIS do Plano de Saúde . . . . .	72
5.22	Dinâmica de Saída e Rerroteamento de Participante - SoIS Plano de Saúde	73
5.23	Participantes Iniciais - SoIS Segurança Pública . . . . .	75
5.24	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Entrada dos Participantes do SoIS da Segurança Pública . . . . .	76
5.25	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Interação do SoIS da Segurança Pública	76
5.26	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Comunicação do SoIS da Segurança Pública	77
5.27	Log do <i>Ledger</i> com o evento de Entrada de um novo Participante no SoIS da Segurança Pública . . . . .	77
5.28	Dinâmica de Entrada de Participante - SoIS Segurança Pública . . . . .	78
5.29	Log do <i>Ledger</i> com os eventos de Saída de um Participante e Rerroteamento do Papel no SoIS da Segurança Pública . . . . .	79
5.30	Dinâmica de Saída e Rerroteamento de Participante - SoIS Segurança Pública	80

## LISTA DE TABELAS

2.1	Comparativo entre as definições de Interoperabilidade Organizacional e seus sinônimos . . . . .	25
3.1	Comparativo entre os trabalhos relacionados . . . . .	30
4.1	Regras de Mapeamento: Conceitos do Metamodelo para Notação BPMN	34
4.2	Rastreabilidade dos Elementos do Metamodelo . . . . .	39
5.1	Métricas para Instanciação do Metamodelo . . . . .	48
5.2	Métricas para Avaliação da Simulação . . . . .	61



## LISTA DE SIGLAS

<b>BOA</b>	<i>Business Process Oriented Architecture</i> . . . . .	29
<b>BPDL</b>	<i>Business Process Description Language</i> . . . . .	29
<b>BPM</b>	Gerenciamento de Processos de Negócio ( <i>Business Process Management</i> ) . . . . .	24
<b>BPMN</b>	<i>Business Process Model and Notation</i> . . . . .	33
<b>DSR</b>	<i>Design Science Research</i> . . . . .	5
<b>SOA</b>	Arquitetura Orientada a Serviços ( <i>Service-Oriented Architecture</i> ) . .	18
<b>SoIS</b>	Sistemas de Sistemas de Informação ( <i>Systems of Information Systems</i> )	13
<b>SoS</b>	Sistema de Sistemas ( <i>System of Systems</i> ) . . . . .	11
<b>UML</b>	<i>Unified Modeling Language</i> . . . . .	33



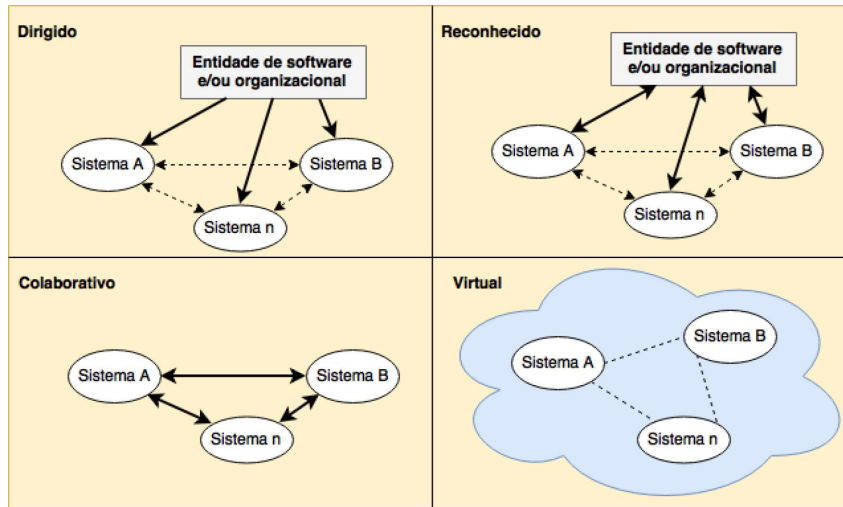
## INTRODUÇÃO

Sistema de Sistemas (*System of Systems*) (SoS) é definido como um conjunto de sistemas independentes e heterogêneos (sistemas constituintes) que possuem seus próprios propósitos (missões individuais) e colaboram uns com os outros para satisfazer a objetivos comuns (missões globais) [Maier 1998]. Eles surgem a partir da interação entre os sistemas constituintes, mas o resultado de tal interação é mais do que a soma das funcionalidades individuais já existentes. Essa interação permite que o SoS ofereça novas funcionalidades que não são providas por qualquer um dos sistemas individualmente, o que é conhecido como comportamento emergente [Maier 1998, Jamshidi 2008].

O comportamento emergente é considerado uma das propriedades centrais que distinguem SoS de sistemas tradicionais, estando intrinsecamente associado à complexidade, à dinamicidade das interações e à evolução independente dos sistemas constituintes [Jamshidi 2008]. Diversos estudos destacam que esse comportamento não pode ser completamente previsto ou especificado a priori, uma vez que decorre de interações não lineares e adaptativas entre os sistemas [Hsu e Butterfield 2007]. Apesar de amplamente reconhecido na literatura como uma característica essencial de SoS, o comportamento emergente ainda representa um desafio para a engenharia desses sistemas, sendo frequentemente tratado de forma superficial ou implícita nos processos de modelagem e análise [INOCÊNCIO et al. 2019].

Segundo [Maier 1998] e [Dahmann e Baldwin 2008], um SoS pode ser caracterizado, em tempo de execução, como dirigido, reconhecido, colaborativo ou virtual (Figura 1.1). O dirigido possui uma autoridade central que estabelece uma comunicação unilateral com os constituintes, orquestrando a forma como eles vão trabalhar. O reconhecido possui uma autoridade central que estabelece uma comunicação bilateral com os constituintes, no qual estes a consultam para descobrir parceiros para se comunicar. O colaborativo não possui uma autoridade central, mas os constituintes estão cientes do seu propósito e colaboram de forma voluntária. O virtual não possui uma autoridade central e os constituintes podem não estar cientes do seu propósito, logo, não existe a ideia de colaboração.

Uma classe de SoS que tem se destacado são os Sistemas de Sistemas de Informação (*Systems of Information Systems*) (SoIS), que herdaram as principais características dos



**Figura 1.1** Tipos de SoS (Fonte: Adaptado de [Neto, Santos e Araujo 2017], baseado em [Lane e Epstein 2013])

SoS e tem como diferencial o fato de agregar uma natureza sociotécnica e de negócios, ou seja, além de tratar aspectos relacionados ao nível dos sistemas, como acontece nos SoS, ele também trata aspectos relacionados ao nível organizacional dos seus constituintes. Entre seus constituintes, necessariamente espera-se que haja um ou mais Sistemas de Informação [Saleh e Abel 2015].

Um exemplo consolidado de SoIS é o comércio eletrônico (*e-commerce*), no qual diversos Sistemas de Informação pertencentes a organizações independentes colaboram para cumprir as missões de venda e entrega de produtos [Nielsen et al. 2015]. Nesse cenário, sistemas de lojas virtuais (gestão de catálogo), *gateways* de pagamento (transações financeiras), sistemas de transportadoras (logística), dentre outros, operam como sistemas constituintes que, embora mantenham sua autonomia operacional e gerencial, devem interoperar de forma coesa. A colaboração emerge da integração desses processos de negócio, onde a saída de um sistema (ex: a confirmação de pagamento) dispara ações no próximo elo da cadeia (ex: o despacho do produto). Outro domínio que exemplifica essa estrutura é o da saúde suplementar, no qual prestadores de serviço e operadoras de planos de saúde interoperam para viabilizar autorizações e atendimentos. De forma análoga, o projeto Câmara Interativa [Secretaria da Segurança Pública da Bahia 2022] ilustra a aplicação de SoIS na segurança pública através do compartilhamento de recursos entre entes públicos e privados.

Além destes, a literatura aponta a relevância de SoIS em outros domínios críticos. Em Cidades Inteligentes (*Smart Cities*), diversos sistemas de gestão de tráfego, iluminação pública e serviços de emergência integram-se para otimizar a vida urbana. No setor energético, as *Smart Grids* operam como um SoIS ao conectar produtores de energia, distribuidores e dispositivos domésticos para equilibrar oferta e demanda em tempo real. Há também aplicações em Gerenciamento de Crises e Desastres, onde sistemas de defesa civil, meteorologia, hospitais e forças policiais devem atuar de forma coordenada para

mitigar impactos de catástrofes naturais. Em todos esses contextos, a interoperação é o que permite que o SoIS entregue um valor que nenhuma organização alcançaria isoladamente.

## 1.1 CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Um SoIS costuma envolver sistemas de informação constituintes de diferentes organizações. Nesse contexto, além dos conflitos que podem ocorrer na interoperabilidade entre os sistemas das organizações participantes, essa diversidade de partes também pode gerar conflitos organizacionais, uma vez que cada organização pode ter seus próprios interesses e legislações, que podem ser divergentes entre si [Cavalcante et al. 2016].

Em SoS, a Arquitetura Orientada a Serviços (*Service-Oriented Architecture*) (SOA) tem sido utilizada para prover alguns tipos de interoperabilidade tecnológica - como a interoperabilidade técnica, a sintática e a semântica - através do mapeamento dos sistemas participantes do SoS em serviços, permitindo, assim, interoperar sistemas independentes e heterogêneos [Simanta et al. 2010] e [Nakagawa et al. 2013].

Quando, em um SoS, apenas o *software* é levado em consideração, essa abordagem funciona. Entretanto, em um SoIS, devido às particularidades sociotécnicas, apenas adotar um conjunto de padrões de interoperabilidade tecnológica providos pela SOA não é suficiente para interoperar seus constituintes. Um SoIS precisa considerar aspectos de negócio que constituem uma organização e, dessa forma, o nível organizacional precisa ser considerado na arquitetura de interoperabilidade [Simanta et al. 2010] e [Fernandes et al. 2020]. Se os processos de negócio das organizações não estiverem alinhados, a missão do SoIS pode não ser alcançada.

A interoperabilidade organizacional permite a comunicação, a integração e a interação entre organizações com diferentes estruturas organizacionais que alinham seus processos de negócios heterogêneos para atingir objetivos acordados de colaboração entre serviços interorganizacionais eficientes, integrados e transparentes [Proencia et al. 2025].

Uma forma de alcançar a interoperabilidade organizacional é por meio do Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management*) (BPM), que permite que as organizações definam, gerenciem e monitorem seus processos de negócio de forma eficiente e eficaz [Furtado et al. 2009]. Entretanto, de acordo com [Neto, Santos e Araujo 2017], [Santos, Neto e Nakagawa 2020], [MECONI 2021], [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022], [Cordeiro, Vasconcelos e Santos 2022] e [Proencia et al. 2025], as abordagens utilizadas atualmente para apoiar processos de negócio ainda não são adequadas para atender às necessidades dos SoIS. Elas foram desenvolvidas para apoiar um contexto intraorganizacional, ou interorganizacional em que os participantes e seus processos são conhecidos previamente e apresentam baixo grau de variação ao longo do tempo.

Essa lacuna é reforçada por [Cagnin e Nakagawa 2021], que introduz o conceito de *Processes-of-Business Processes* (PoP) para descrever a composição fluida de processos independentes em sistemas complexos. O estudo reforça que o gerenciamento dessas interações ainda necessita de soluções práticas que suportem a interoperabilidade organizacional sem comprometer a autonomia das partes, especialmente em cenários onde os participantes mudam com frequência.

No caso de SoIS, essa dificuldade de gerenciamento ocorre porque os sistemas constituintes mantêm um elevado grau de independência operacional, operando de forma autônoma mesmo quando participam de uma missão global [Fernandes, Neto e Santos 2021]. Essa autonomia permite que os sistemas evoluam de forma independente e modifiquem suas interações ao longo do tempo, dependendo do domínio de aplicação. Embora em cenários mais controlados, como plataformas de *e-commerce*, essa dinamicidade possa ser limitada à troca de provedores de serviço, em contextos mais amplos e abertos, como as cidades inteligentes, a composição do SoIS e as interações entre seus participantes tendem a ser altamente dinâmicas. Nesses contextos, as abordagens tradicionais de BPM encontram limitações para representar as interações mutáveis entre os constituintes e, conseqüentemente, falham em capturar os comportamentos emergentes resultantes dessas interações.

Esta natureza dinâmica dos SoIS colaborativos representa um desafio direto para a interoperabilidade organizacional. A saída inesperada de um participante (organização) quebra o alinhamento de processos de negócio, interrompendo um fluxo essencial e ameaçando a resiliência de toda a colaboração. Inversamente, a entrada de um novo participante exige que ele descubra com quem, como e sob quais regras deve interagir para se alinhar aos processos existentes, demandando mecanismos de adaptabilidade que as abordagens atuais não fornecem.

Soluções existentes se concentram majoritariamente no alinhamento estático em tempo de projeto, como a modelagem conceitual de fatores de interoperabilidade [Fernandes, Neto e Santos 2021] e a tradução de processos de negócio em arquitetura [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022], ou em aspectos específicos da execução [Cen, Wang e Li 2017], como a garantia da transparência e da confiabilidade transacional em ambientes descentralizados. Apesar dessas soluções gerenciarem a interoperabilidade organizacional de forma estática, elas não gerenciam em tempo de execução, como, por exemplo, orientando a entrada de novos participantes e mitigando o impacto da saída de participantes.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Nos SoIS dirigidos ou reconhecidos existe um elemento orquestrador responsável pelo gerenciamento, ou seja, caso um novo participante entre, o orquestrador terá conhecimento e poderá direcionar as tarefas para ele e, caso algum participante saia, o orquestrador poderá redirecionar as tarefas deste para outro participante que tenha características similares. Entretanto, nos SoIS colaborativos não existe esse elemento orquestrador, e isso pode impactar no cumprimento dos objetivos globais do SoIS, uma vez que os participantes não terão conhecimento do processo e, conseqüentemente, não saberão que um parceiro de composição não está mais disponível, nem que existem outros participantes que podem substituí-lo.

Sem um elemento orquestrador os participantes são os responsáveis por evitar a perda imediata da resiliência operacional e o fracasso no cumprimento dos objetivos globais do SoIS. Esta falha está diretamente relacionada ao *link* de interoperabilidade organizacional, que representa o alinhamento prévio dos processos de negócio entre as partes. A saída de um participante rompe esse alinhamento, quebrando o *link* e interrompendo o fluxo

de negócio. A alternativa a este problema seria uma busca não automatizada por um substituto, mas esta é ineficaz em tempo de execução, pois depende do esforço manual para que os participantes detectem a falha, localizem um novo parceiro e reestabeleçam os elos técnicos e contratuais.

Nesse contexto, a seguinte pergunta norteia esta pesquisa:

**De que forma processos de negócio podem estruturar e orientar a interoperabilidade organizacional relacionada à entrada e saída de participantes em SoIS colaborativos?**

### 1.3 OBJETIVOS

Para responder a essa questão, este trabalho tem por objetivo geral propor um metamodelo para apoiar a interoperabilidade organizacional em SoIS, focando na manutenção da colaboração no contexto da entrada e saída de participantes. A solução busca minimizar os impactos causados pela dinamicidade dos participantes, garantindo que as missões globais do SoIS sejam preservadas mesmo quando funções críticas precisam ser assumidas por novos parceiros. A viabilidade da proposta é demonstrada por meio de simulações baseadas em cenários reais.

1. Identificar e analisar as abordagens da literatura que tratam da interoperabilidade organizacional em SoIS, investigando o uso de processos de negócio para lidar com a dinamicidade desses sistemas.
2. Formalizar o metamodelo proposto, definindo as entidades e relações necessárias para apoiar a interoperabilidade organizacional e gerenciar a entrada e saída de participantes em SoIS colaborativos.
3. Demonstrar a viabilidade e a dinâmica da solução por meio de um ambiente de simulação que represente o comportamento de entrada e saída de participantes em cenários de SoIS.
4. Avaliar a aplicabilidade do metamodelo por meio de estudos de caso em diferentes domínios (*e-commerce*, saúde suplementar e segurança pública), analisando sua capacidade de manter a colaboração organizacional.

### 1.4 METODOLOGIA

Com os objetivos de pesquisa definidos, a metodologia adotada nesta pesquisa fundamenta-se na *Design Science Research* (DSR), que auxilia pesquisadores a compreenderem e responderem perguntas relacionadas a problemas do mundo real por meio da construção e avaliação de artefatos [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022]. A condução desta pesquisa fundamenta-se na visão de três ciclos da DSR proposta por [Hevner 2007]:

- **Ciclo de Relevância:** conecta o ambiente do problema (os domínios de *e-commerce*, saúde suplementar e segurança pública) aos artefatos desenvolvidos, garantindo que o metamodelo atenda a requisitos reais de interoperabilidade organizacional.

- **Ciclo de Rigor:** fundamenta a pesquisa no estado da arte e em teorias científicas. Este ciclo foi alimentado pelos mapeamentos sistemáticos realizados, incluindo a contribuição publicada nos anais do **SBSI 2025** [Proencia et al. 2025].
- **Ciclo de *Design*:** representa a iteração interna entre a construção do metamodelo, sua instanciação e o refinamento contínuo da solução frente aos requisitos identificados.

Como método de pesquisa, o trabalho seguiu um conjunto de etapas estruturadas em conformidade com o ciclo da DSR. A execução prática desse ciclo foi estruturada por meio do **ciclo regulatório** de [Wieringa 2009] (Figura 1.2), composto pelas etapas de Investigação do Problema, Projeto de Soluções, Validação do Projeto, Implementação da Solução e Avaliação da Implementação. As etapas desse ciclo foram modeladas no processo de negócio apresentado na Figura 1.3 e são detalhadas a seguir, alinhadas aos objetivos específicos desta dissertação:



**Figura 1.2** Ciclo Regulador de Wieringa [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022]

1. **Investigação do Problema:** Esta etapa dedicou-se à investigação dos problemas teóricos e à análise do estado da arte. Esta etapa cumpre o Objetivo Específico 1 (Identificar e analisar as abordagens da literatura):
  - (a) **Realizar Mapeamento sobre Processos de Negócio e SoIS:** Foi realizado um estudo inicial para compreender a utilização de processos de negócio no contexto de SoIS, cujos resultados fundamentaram a base conceitual deste trabalho.

- (b) **Realizar Mapeamento sobre Interoperabilidade Organizacional:** Foi realizado um segundo mapeamento focado no estado da arte da interoperabilidade organizacional. Como resultado desta atividade, o estudo foi publicado nos anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2025) [Proencia et al. 2025], validando a lacuna científica que esta dissertação visa preencher.
  - (c) **Identificar Abordagens e Requisitos:** A partir da síntese de ambos os mapeamentos, foram identificadas as abordagens existentes e os requisitos que nortearam o projeto da solução (detalhados no Capítulo 3).
2. **Projeto de Soluções:** Nesta etapa, desenvolveu-se o artefato central para abordar os problemas identificados, atendendo ao Objetivo Específico 2 (Formalizar o metamodelo proposto):
- (a) **Conceber e Formalizar o Metamodelo:** Diferente de uma simples atividade técnica, a construção do metamodelo representa a principal contribuição deste trabalho, consolidando os conceitos fundamentais para a interoperabilidade em SoIS colaborativos. O desenvolvimento ocorreu de forma iterativa, através de três ciclos de refinamento, onde cada versão foi confrontada com os requisitos de dinamicidade e submetida a validações preliminares (Seção 4.1 do Capítulo 4).
3. **Validação do Projeto:** O propósito desta etapa foi verificar a consistência e a expressividade da solução antes de sua implementação completa, contribuindo para o Objetivo Específico 3 (Demonstrar a viabilidade e a dinâmica da solução):
- (a) **Instanciar Metamodelo em Cenário Piloto:** O metamodelo foi instanciado em um cenário de e-commerce (prova de conceito) para verificar sua capacidade de representar os conceitos do domínio de forma precisa (Seção 5.1.1 do Capítulo 5).
4. **Implementação da Solução:** Esta etapa concentrou-se na materialização técnica da proposta, completando o Objetivo Específico 3 (Demonstrar a viabilidade e a dinâmica da solução):
- (a) **Implementar Ambiente de Simulação:** A solução foi implementada por meio de um ambiente de simulação semiautomatizado utilizando planilhas Google Sheets<sup>1</sup> para gerenciamento de dados e *scripts* Java (executados no Google Apps Script<sup>2</sup>) e Python (executados no Google Colab<sup>3</sup>) para automação e registro dos eventos em um *ledger* (armazenado em um banco de dados SQLite<sup>4</sup>) com o objetivo de demonstrar a natureza dinâmica da entrada e saída de participantes (Seção 4.2 do Capítulo 4).

---

<sup>1</sup><https://docs.google.com/spreadsheets/>

<sup>2</sup><https://script.google.com/>

<sup>3</sup><https://colab.google/>

<sup>4</sup><https://sqlite.org/>

5. **Avaliação da Implementação:** O objetivo final foi determinar se a solução endereçou o problema de pesquisa, cumprindo o Objetivo Específico 4 (Avaliar a aplicabilidade do metamodelo):
  - (a) **Avaliar Dinâmica no Cenário Piloto:** Esta atividade focou na análise de profundidade, utilizando o cenário de *e-commerce* para avaliar múltiplas métricas, como viabilidade, adaptabilidade, resiliência e transparência, sob diferentes condições de entrada e saída de participantes (Seção 5.2.1 do Capítulo 5).
  - (b) **Avaliar Generalização em Múltiplos Domínios:** Para garantir que a solução não se restringia ao cenário piloto, o metamodelo foi instanciado e simulado nos domínios de Saúde Suplementar e Segurança Pública. Esta atividade visou demonstrar a robustez e a capacidade de generalização da proposta em diferentes contextos de SoIS colaborativos (Seções 5.2.2 e 5.2.3 do Capítulo 5).

## 1.5 SOLUÇÃO PROPOSTA

Como resultado da aplicação da metodologia DSR descrita anteriormente, a principal contribuição deste trabalho é uma solução composta pelo metamodelo (o artefato conceitual) e pela estratégia de simulação (o instrumento de avaliação e prova de conceito), que juntos provêm uma estrutura para o gerenciamento da interoperabilidade organizacional em SoIS colaborativos.

O metamodelo, que estabelece a sintaxe abstrata da abordagem, permite a modelagem dos Processos de Negócio e formaliza a separação explícita entre Papel (função estável) e Participante (instância dinâmica). Sua expressividade é demonstrada pela sua instanciação em sintaxe concreta (BPMN), conforme validado nos cenários de estudo.

A estratégia de simulação é essencial para a solução, pois contribui com o problema ao materializar e testar a lógica de gerenciamento dinâmico do metamodelo em um ambiente controlado. Sua aplicabilidade foi avaliada através de um ambiente semiautomatizado que utiliza um *ledger* compartilhado para o registro de eventos, fornecendo transparência e rastreabilidade. Os resultados validaram a abordagem em três domínios (e-commerce, plano de saúde e segurança pública), comprovando a adaptabilidade na entrada e a resiliência na saída (através do roteamento automático baseado em Papel), oferecendo um modelo viável para gerenciar a dinâmica de participantes em SoIS colaborativos.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Os demais capítulos dessa dissertação estão estruturados da seguinte forma: O Capítulo 2 apresenta os principais conceitos associados a este trabalho por meio da revisão da literatura sobre Sistemas de Informação, Gerenciamento de Processos de Negócio e Interoperabilidade. O Capítulo 3 discute os trabalhos existentes na literatura relacionados ao objetivo da pesquisa. O Capítulo 4 detalha a solução proposta, iniciando com a especificação do metamodelo (Seção 4.1) e, em seguida, descrevendo a estratégia de simulação e sua implementação (Seção 4.2). O Capítulo 5 apresenta a validação completa da proposta, que é dividida em duas etapas: a Validação do Metamodelo (Seção 5.1), que

verifica sua expressividade estática, e a Validação da Simulação (Seção 5.2), que avalia o comportamento dinâmico da solução em múltiplos cenários. A Seção 5.3 apresenta as ameaças à validade e, por fim, o Capítulo 6 apresenta a discussão dos resultados e as considerações finais deste trabalho.

## 1.7 PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA

Como resultado direto desta pesquisa, foram produzidos e aprovados os seguintes artigos científicos em veículos de relevância na área de Sistemas de Informação:

- **Organizational Interoperability: A Systematic Mapping Study** (SBSI 2025) - Este artigo detalha o Mapeamento Sistemático (Capítulo 2) e fundamenta a lacuna de pesquisa.
- **Organizational Interoperability: Strengthening Collaboration in Systems of Information Systems** (SBSI 2026) - Este artigo apresenta o metamodelo e os resultados parciais de simulação discutidos nesta dissertação.

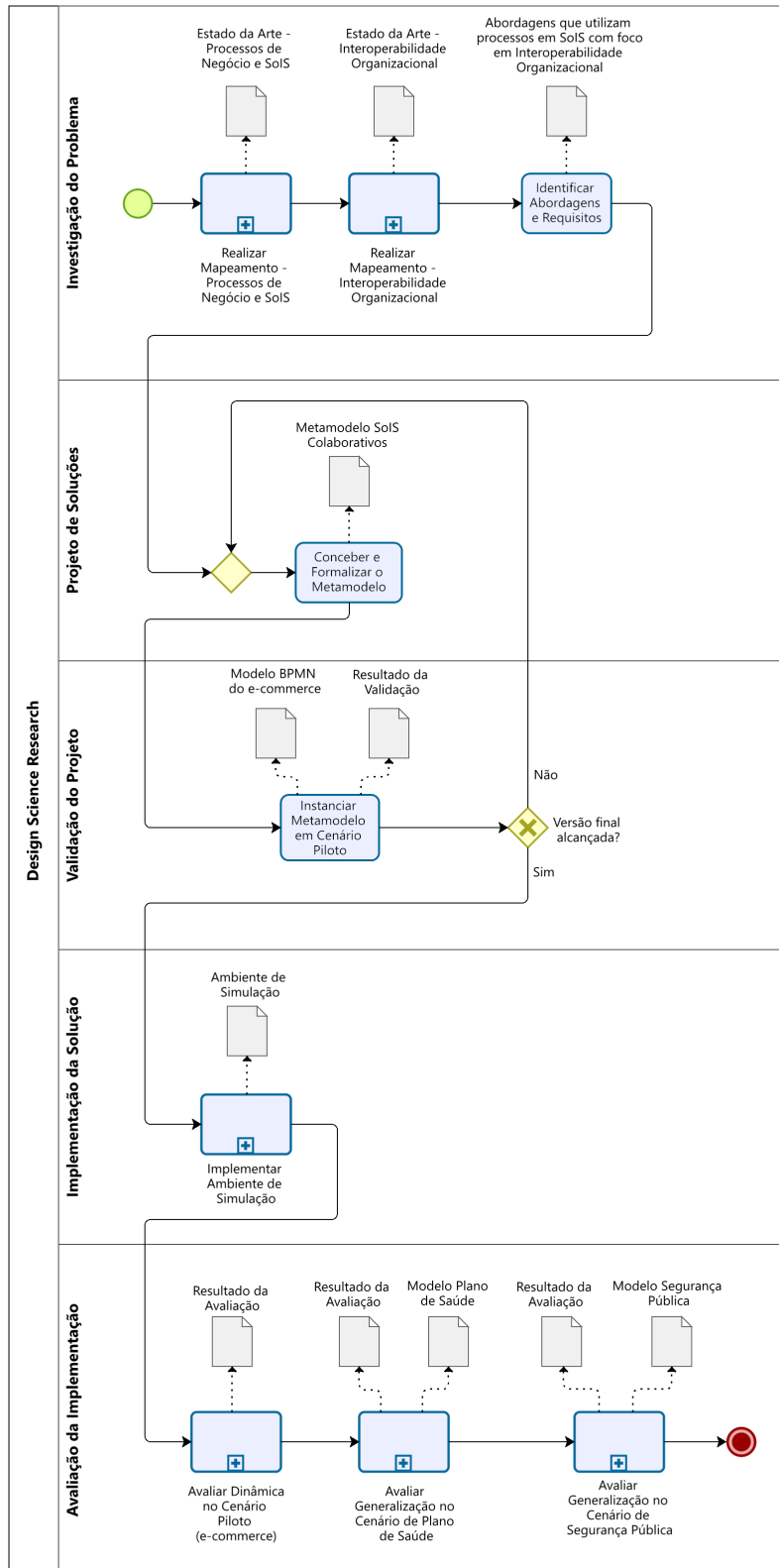


Figura 1.3 Processo de Negócio da DSR desenvolvida no presente trabalho

## REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que sustenta esta dissertação, detalhando os principais conceitos que formam a base do problema de pesquisa e da solução proposta. A revisão aborda os pilares centrais do trabalho, começando pela definição de SoIS, suas características e classificações. Em seguida, explora a relação entre BPM e os SoIS, apresentando os resultados de um mapeamento sistemático da literatura sobre o tema. Por fim, o capítulo aprofunda o conceito-chave de Interoperabilidade Organizacional, discutindo sua definição, os desafios associados e como ela se aplica ao contexto dos SoIS, também com base em um mapeamento sistemático. Estes conceitos estabelecem a base para a identificação da lacuna de pesquisa e a formulação da proposta nos capítulos seguintes.

### 2.1 SISTEMA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

De acordo com [Maier 1998], um Sistema de Sistemas (*System of Systems*) (SoS) pode ser definido como um conjunto de sistemas independentes e heterogêneos (sistemas constituintes) que possuem seus próprios propósitos (missões individuais) e colaboram uns com os outros para satisfazer objetivos comuns (missões globais).

Um SoS pode conter diversos sistemas constituintes (que também podem ser SoS), e estes podem fazer parte de outros SoS ao mesmo tempo. Eles se distinguem de outros sistemas complexos e de larga escala devido a um conjunto de propriedades, que foram definidas por [Maier 1998] como essenciais na sua caracterização, e são as seguintes:

- Independência Operacional - os sistemas constituintes do SoS são operacionalmente independentes, no sentido de que provêm suas próprias funcionalidades e atingem seus objetivos por si mesmos.
- Independência Gerencial - os sistemas constituintes do SoS pertencem e são gerenciados por diferentes organizações ou por diferentes partes de uma mesma organização.

- Desenvolvimento Evolucionário - o SoS não se desenvolve em um único projeto, mas evolui ao longo do tempo a partir de seus sistemas constituintes, que devido à sua independência, podem evoluir por conta própria e refletir essa evolução no SoS.
- Comportamento Emergente - o SoS tem capacidades e propriedades que não se encontram em nenhum dos seus sistemas individualmente, elas aparecem somente depois de sua criação, como consequência da colaboração entre os sistemas constituintes.
- Distribuição Geográfica - os elementos do SoS são frequentemente distribuídos geograficamente, sendo necessário algum tipo de conectividade para permitir a comunicação entre eles.

Tomando como base a forma com que os sistemas constituintes se relacionam em tempo de execução, [Maier 1998] e [Dahmann e Baldwin 2008] classificaram os Sistemas de Sistemas em quatro tipos, que são os seguintes:

- SoS Dirigidos
  - São aqueles que possuem um gerenciamento central que coordena e controla as ações dos sistemas constituintes para alcançarem um objetivo comum. A autoridade central estabelece uma comunicação unilateral com os constituintes, orquestrando a forma (sequência de tarefas e atribuições) como eles vão trabalhar para cumprir as missões [Maier 1998] e [Neto, Santos e Araujo 2017].
  - Um exemplo de SoS dirigido é um sistema de defesa aérea, em que um comando central coordena as ações dos radares, satélites, aeronaves e sistemas de mísseis. A autoridade central controla o SoS e define suas missões e regras.
- SoS Reconhecidos
  - São aqueles que possuem um gerenciamento central e os sistemas constituintes são reconhecidos como entidades independentes e autônomas. A autoridade central estabelece uma via bidirecional de comunicação, onde os sistemas constituintes a consultam para descobrir outros constituintes disponíveis e a autoridade central oferece uma resposta, permitindo que os constituintes se comuniquem, organizando-se para cumprir uma ou mais missões como resultado [Dahmann e Baldwin 2008] e [Neto, Santos e Araujo 2017].
  - Um exemplo de SoS reconhecido é um sistema de gerenciamento de tráfego aéreo, em que os aeroportos, companhias aéreas, aeronaves e controladores de tráfego aéreo cooperam para garantir a segurança e a eficiência do tráfego aéreo. Embora exista uma supervisão central, os sistemas individuais (aeroportos, companhias aéreas) têm autonomia.
- SoS Colaborativos

- São aqueles que não possuem um gerenciamento central e os sistemas constituintes interagem e colaboram entre si para atingir um objetivo comum. Cada sistema constituinte tem uma função específica e se comunica com os outros sistemas para trocar informações e tomar decisões em conjunto. A cooperação entre os constituintes surge espontaneamente, mas com uma intenção prevista de interação, dentro de um propósito pré-definido e embutido [Maier 1998] e [Neto, Santos e Araujo 2017].
- Um exemplo de SoS colaborativo é um sistema de gerenciamento de desastres, onde, em um cenário de resposta a desastres, diversas organizações, como agências governamentais, ONGs, e forças de segurança, atuam de maneira voluntária e autônoma, colaborando entre si para atingir o objetivo comum de fornecer ajuda humanitária e socorro em desastres.
- SoS Virtuais
  - São aqueles que não possuem um gerenciamento central e os sistemas constituintes estão conectados de forma *ad hoc*, ou seja, por meio de conexões temporárias e não planejadas, feitas de forma direta, sem a necessidade de uma infraestrutura fixa de rede. Isso permite que eles interajam e compartilhem informações em tempo real. [Maier 1998].
  - Um exemplo de SoS virtual é a Internet, em que diferentes redes, servidores, provedores de serviço e usuários colaboram sem uma autoridade central que controle todos os componentes. O funcionamento depende da interação entre milhões de sistemas distribuídos, mas sem uma coordenação centralizada.

Pesquisadores especialistas em SoS têm contestado a existência do SoS Virtual, com a justificativa de que ele seria apenas uma variação mais desacoplada do tipo Colaborativo. Ainda não há um consenso, porém, é possível inferir que à medida que o nível de controle gerencial vai diminuindo entre os tipos de SoS, a autonomia dos constituintes para interoperar sem intermédio de uma entidade reguladora aumenta [Neto, Santos e Araujo 2017].

Uma classe de SoS que tem se destacado são os Sistemas de Sistemas de Informação (*Systems of Information Systems*) (SoIS) que, segundo [Saleh e Abel 2015], herdam as principais características dos SoS, já discutidas anteriormente, porém, se diferenciam ao agregarem uma natureza sociotécnica e de negócios, ou seja, além de tratarem aspectos relacionados ao nível dos sistemas, como acontece nos SoS, eles também tratam aspectos relacionados ao nível organizacional dos seus constituintes, fazendo com que o *software* não seja o único elemento importante na interação, mas também sejam levados em consideração os aspectos organizacionais e humanos.

De acordo com [Neto, Santos e Araujo 2017], um SoIS surge a partir de alianças entre Sistemas de Informação de diferentes organizações, que interoperam para criar valor para seus proprietários e para clientes que se beneficiam da parceria resultante.

Segundo [Saleh e Abel 2015] e [Neto, Santos e Araujo 2017], além das características típicas de qualquer SoS, três características são específicas de SoIS:

- A existência de fluxos de informação entre os sistemas constituintes;
- A criação de informação e valor agregado, a partir da interoperabilidade entre os sistemas de informação, que não seria possível se os constituintes operassem isoladamente; e
- Uma forte natureza orientada a processo de negócio;

## 2.2 PROCESSOS DE NEGÓCIO E SOIS

Um processo de negócio é definido como uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas, visando alcançar um ou mais resultados específicos. Esses processos são compostos por atividades inter-relacionadas que solucionam uma questão específica, sendo governadas por regras de negócio e compreendidas no contexto de seu relacionamento para fornecer uma sequência ou fluxo [Brasil 2013].

O Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management*) (BPM) constitui um conjunto de conhecimentos empregados para integrar as estratégias e objetivos de uma organização com as expectativas e necessidades dos clientes, por meio do foco em processos de negócio. Ele pressupõe que os objetivos organizacionais podem ser atingidos pela definição, desenho, controle e transformação contínua dos processos de negócio [Brasil 2013].

Uma iniciativa de BPM em uma organização possibilita a identificação dos processos de negócio mais importantes, que demandam serviços de suporte, através de uma abordagem *top-down* de decomposição dos macroprocessos. Adicionalmente, ela permite que as atividades de nível mais baixo da modelagem sejam relacionadas aos serviços técnicos existentes, que podem ser orquestrados em processos mais complexos, facilitando assim uma abordagem *bottom-up* [Furtado et al. 2009].

Conforme [Furtado et al. 2009], há uma forte relação entre os conceitos de BPM e SOA, onde muitos autores indicam que ambas as iniciativas devem ser consideradas em conjunto. A decomposição dos processos de negócio em um nível mais baixo de suas atividades permite a identificação dos serviços de negócio, que visam executar as funções necessárias ao negócio. A identificação de seus relacionamentos com os serviços técnicos, providos pelos diversos sistemas da organização, agiliza a execução dos processos de negócio. Essa relação é ilustrada na Figura 2.1

Como parte do Objetivo Específico 1 (Identificar e analisar as abordagens da literatura), a investigação sobre Processos de Negócio em SoIS — correspondente à primeira atividade da etapa de Investigação do Problema da DSR — foi conduzida utilizando técnicas de mapeamento sistemático, seguindo as diretrizes de [Kitchenham e Charters 2007]. Esta análise permitiu compreender como a modelagem de processos tem sido aplicada para gerenciar a colaboração nesses sistemas, fundamentando a base teórica necessária para o desenvolvimento da solução proposta.

A investigação foi guiada pela seguinte questão de pesquisa: **Em quais situações os processos de negócio são utilizados no contexto dos SoIS?**. Para responder a questão foi formulada a seguinte *string* de busca: ("*System of Systems*"OR



**Figura 2.1** Integração entre processos, subprocessos e serviços [Furtado et al. 2009]

**"System-of-Systems" OR "Systems of Systems" OR "Systems-of-Systems") AND ("Business Process" OR "Business-Process").**

Os critérios de inclusão selecionados foram os seguintes:

1. Estudo no idioma inglês
2. Estudo que aborde a utilização de processos de negócio no contexto de SoIS
3. Estudo com o texto completo disponível

Já os critérios de exclusão foram os seguintes:

1. Estudo no idioma diferente do inglês
2. Estudo que não aborda a utilização de processos de negócio no contexto de SoIS
3. Estudo sem o texto completo disponível

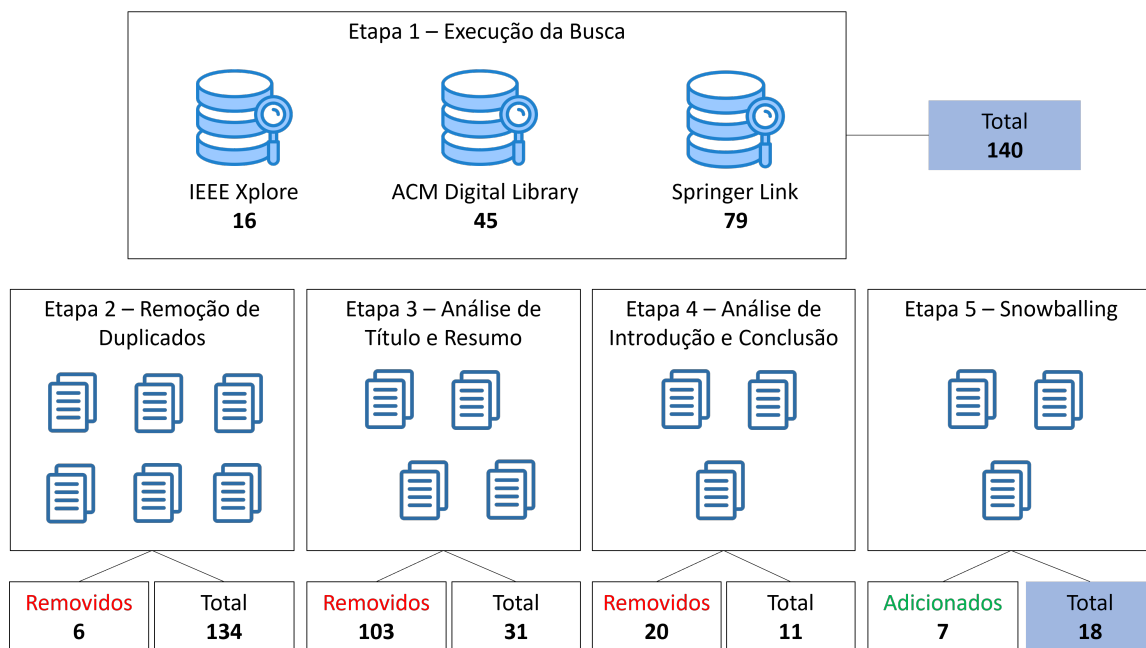
As buscas foram conduzidas nas bases de dados IEEE *Xplore*, ACM *Digital Library*, *ScienceDirect* e *SpringerLink* considerando estudos publicados entre os anos de 2015 e 2022. Este período foi selecionado pois a pesquisa teve início em 2020 (abrangendo inicialmente 2015 a 2019) e foi atualizada com novos estudos em 2022 (passando a incluir também os anos de 2020 a 2022).

Em 2020, a busca foi realizada nas bases IEEE *Xplore*, ACM *Digital Library* e *SpringerLink*. Os resultados foram 16 estudos na IEEE *Xplore*, 45 na ACM *Digital Library*

e 79 na *SpringerLink*, somando um total 140 estudos. Seis estudos duplicados foram identificados e removidos, resultando em 134 estudos para análise.

Os títulos e resumos dos 134 estudos foram analisados. Essa análise inicial levou à exclusão de 103 estudos, deixando 31 estudos cujas introduções e conclusões foram então examinadas. Após esta análise, 20 estudos foram excluídos, resultando em 11 estudos selecionados para leitura completa.

Com os 11 estudos restantes, aplicou-se um processo denominado *Snowballing*. Nesse processo, as referências desses estudos foram analisadas com o objetivo de expandir o número de trabalhos pertinentes. Ao final dessa etapa, 7 estudos adicionais foram identificados, totalizando 18 estudos para leitura completa. Todos os passos da busca estão detalhados na Figura 2.2.

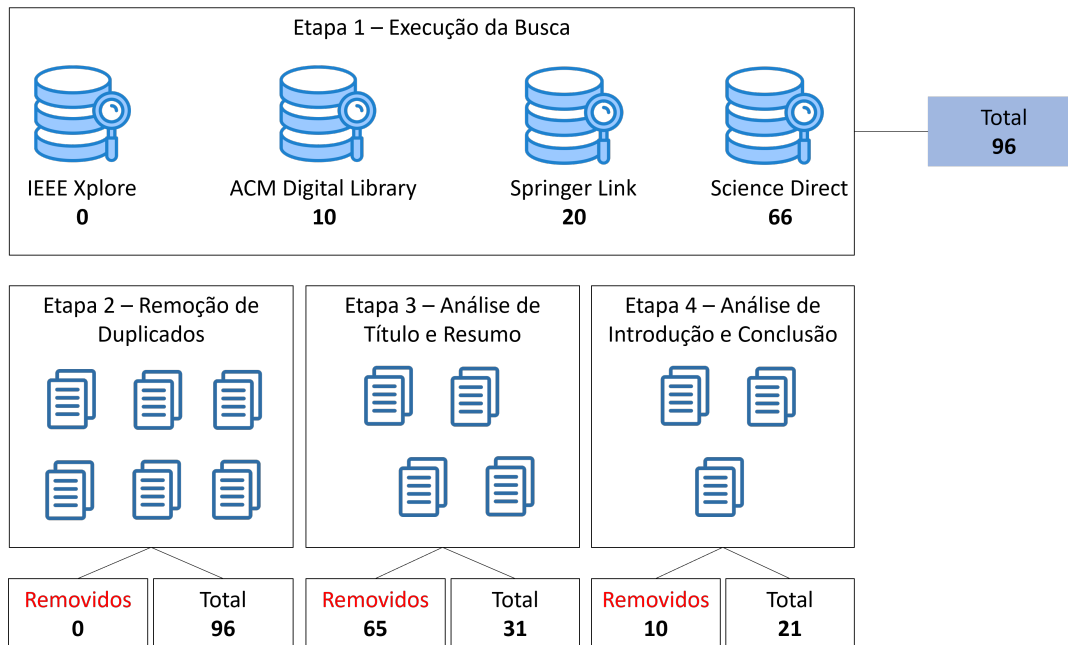


**Figura 2.2** Resultado da Primeira Busca sobre Sistemas de Sistemas e Processos de Negócio

Em 2022, a mesma *string* de busca foi executada novamente nas bases *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library* e *SpringerLink* com a adição da base *ScienceDirect*. Nenhum novo estudo foi encontrado na *IEEE Xplore*, contudo, foram retornados 10 novos estudos na *ACM Digital Library*, 20 na *SpringerLink* e 66 na *ScienceDirect*, totalizando 96 novos estudos. Não foram identificados estudos duplicados entre esses novos resultados.

Os títulos e resumos dos 96 estudos foram analisados, resultando na exclusão de 65 estudos, restando 31 estudos cujas introduções e conclusões foram então examinadas. Após esta análise, 10 estudos foram excluídos, resultando em 21 estudos selecionados para leitura completa. Todos os passos do mapeamento desta fase são apresentados na Figura 2.3.

Os estudos primários identificados em ambas as buscas foram utilizados para responder à questão de pesquisa (**Em quais situações os processos de negócio são utilizados no contexto dos SoIS?**) da seguinte forma:



**Figura 2.3** Resultado da Segunda Busca sobre Sistemas de Sistemas e Processos de Negócio

- [Falcone et al. 2017] e [Garro et al. 2018] utilizam processos de negócio para modelagem e simulação no contexto de SoIS. Ambos propõem que os processos de negócio dos SoIS sejam modelados em BPMN e, em seguida, transformados para a linguagem HLA, a fim de realizar a simulação distribuída do sistema modelado.
- [Cen, Wang e Li 2017], [Fernandes, Neto e Santos 2021] e [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022] empregam processos de negócio para implementar interoperabilidade em SoIS. Todos esses trabalhos sugerem que os processos de negócio dos SoIS sejam modelados em BPMN e que as informações desses modelos sejam utilizadas na arquitetura do SoIS, aprimorando a interoperabilidade entre os participantes.
- [Neto et al. 2017] e [Mendes et al. 2018] utilizam processos de negócio para a especificação das missões dos SoIS. Ambos propõem que os processos de negócio dos SoIS sejam modelados em BPMN para permitir o acompanhamento do cumprimento das missões individuais em relação aos objetivos globais do SoIS.
- [Brumbulli e Gaudin 2020] utiliza processos de negócio para implementar a verificação de modelos em SoIS. Ele propõe que os processos de negócio dos SoIS sejam modelados em BPMN e, em seguida, transformados em SDL, uma linguagem formal empregada para descrever sistemas no nível de comunicação..

Assim, observa-se que a utilização da linguagem BPMN para a modelagem dos processos de negócio é um consenso entre os estudos encontrados. Além disso, os trabalhos de [Cen, Wang e Li 2017], [Fernandes, Neto e Santos 2021] e [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022] demonstram a possibilidade de implementar interoperabilidade em SoIS por

meio do uso de processos de negócio. Essa ideia de compor processos de diferentes organizações para atingir objetivos comuns é o que [Cagnin e Nakagawa 2021] define como *Processes-of-Business Processes* (PoP). Da mesma forma [Neto et al. 2017] e [Mendes et al. 2018] indicam que processos de negócio são uma abordagem eficaz para modelar as missões dos SoIS, permitindo que cada participante seja associado às tarefas de sua responsabilidade e, conseqüentemente, que o cumprimento das missões do SoIS seja acompanhado.

Por fim, vale notar que os resultados deste mapeamento estão em linha com a revisão feita por [Cagnin e Nakagawa 2021]. Ambos os estudos mostram que, embora os processos ajudem na colaboração, ainda faltam propostas que lidem especificamente com a dinâmica de entrada e saída de participantes, o que reforça a importância de desenvolver novos mecanismos para manter a interoperabilidade organizacional nesses cenários.

### 2.3 INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL E SOIS

Interoperabilidade é a capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem juntos (interoperarem) de uma forma que garanta que pessoas, organizações e sistemas computacionais possam interagir para trocar informações de forma eficiente e eficaz [European Commission 2017].

Diversos *frameworks* classificam a interoperabilidade em níveis [European Commission 2017], [Maciel et al. 2017]. Normalmente, os níveis mais básicos são: o técnico, que garante a conectividade e os protocolos de comunicação; o sintático, que define os formatos e a estrutura gramatical dos dados (ex: XML, JSON); e o semântico, que assegura que a informação terá o mesmo significado e será interpretada da mesma maneira por todos os envolvidos na colaboração, geralmente através de ontologias. Alguns níveis intermediários também são propostos, como o pragmático, que objetiva garantir que o resultado da colaboração esteja dentro das expectativas comuns [Asuncion, Iacob e Sinderen 2010], [Ribeiro et al. 2019]. No topo desta arquitetura está o nível organizacional, foco deste trabalho, que se refere à maneira pela qual as organizações alinham seus processos de negócios, responsabilidades e expectativas para atingir os objetivos acordados (European Commission, 2017). Alcançar este nível, que pressupõe a realização de todos os anteriores, é o que [Maciel et al. 2017] definem como interoperabilidade plena.

O grande desafio da interoperabilidade em ambientes complexos reside justamente nesta hierarquia. Enquanto os níveis técnico e sintático são amplamente resolvidos por tecnologias e padrões de mercado, como a Arquitetura Orientada a Serviços (*Service-Oriented Architecture*) (SOA), a interoperabilidade semântica, e especialmente a organizacional, permanecem como desafios centrais de pesquisa e prática. No caso de SoS, onde a principal preocupação é garantir a troca de dados entre sistemas de *software*, a utilização da SOA é frequentemente adequada [Simanta et al. 2010], [Nakagawa et al. 2013]. No entanto, para a construção de um SoIS, essa abordagem centrada apenas na tecnologia não é suficiente [Fernandes et al. 2020]. A natureza do SoIS exige que a interoperabilidade organizacional seja fundamentalmente endereçada, visto que ela envolve o alinhamento de processos de negócio e aspectos humanos.

Diante desse contexto, e como parte das atividades para atingir o Objetivo Específico

1 (Identificar e analisar as abordagens da literatura), a investigação sobre Interoperabilidade Organizacional, correspondente à segunda atividade da etapa de Investigação do Problema da DSR, foi conduzida por meio de um mapeamento sistemático seguindo as recomendações de [Kitchenham e Charters 2007]. A busca focou em estudos que abordassem o tema e seus sinônimos, como **Interoperabilidade de Processos**, **Interoperabilidade Empresarial** e **Interoperabilidade de Negócio** [Maciel et al. 2024]. Os resultados consolidados desta etapa, que mapearam as lacunas e desafios da área, foram publicados nos anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2025) [Proencia et al. 2025]. As seguintes questões de pesquisa (QP) foram definidas para guiar a investigação:

- **QP1: Como a Interoperabilidade Organizacional tem sido definida?**
- **QP2: Quais problemas relacionados a Interoperabilidade Organizacional tem sido tratados?**
- **QP3: Como a Interoperabilidade Organizacional tem sido implementada?**
- **QP4: Em quais contextos/domínios a Interoperabilidade Organizacional tem sido demandada?**

A *string* de busca utilizada para a primeira fase do mapeamento foi: ***(Organizational OR Process OR Enterprise OR "Business Process") AND Interoperability***. Os critérios de inclusão selecionados foram:

1. Estudo no idioma inglês
2. Estudo que aborda questões de interoperabilidade organizacional ou de seus sinônimos
3. Estudo com texto completo disponível

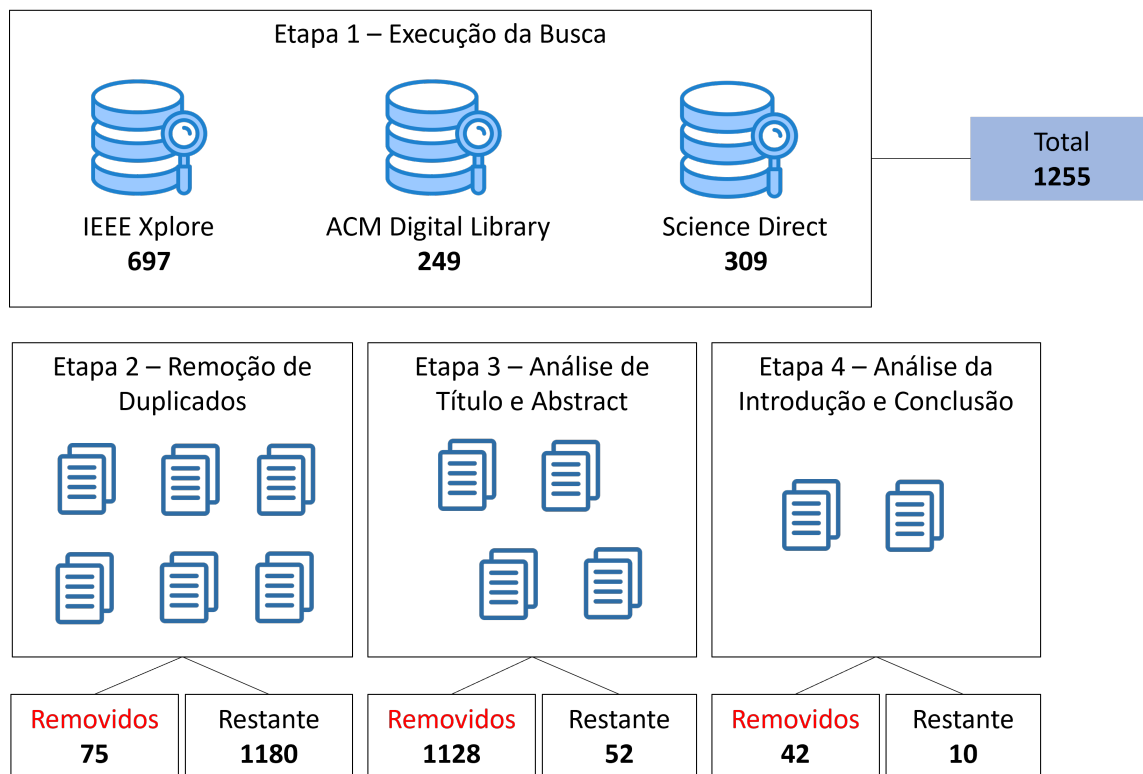
Os critérios de exclusão foram:

1. Estudo no idioma diferente do inglês
2. Estudo que não aborda questões de interoperabilidade organizacional ou de seus sinônimos
3. Estudo sem texto completo disponível
4. Estudo similar a outro que relata os mesmos resultados, em que o mais recente é a base para análise

A primeira fase da busca foi realizada em 2023 nas bases IEEE *Xplore*, ACM *Digital Library* e *ScienceDirect*, considerando estudos publicados entre 2018 e 2023. Foram retornados 697 estudos na IEEE *Xplore*, 249 na ACM *Digital Library* e 309 na *ScienceDirect*,

totalizando 1255 estudos. Destes, 75 estudos duplicados foram encontrados e removidos, resultando em 1180 estudos para análise. Os títulos e resumos dos 1180 estudos foram analisados, levando à exclusão de 1128 estudos e restando 52 para análise de introdução e conclusão. Após essa análise, 42 estudos foram excluídos, resultando em 10 estudos selecionados para leitura completa.

O número de estudos removidos na primeira fase da análise (título e resumo) foi consideravelmente elevado. Isso se deveu, em grande parte, ao fato das palavras-chave da *string* de busca possuírem significados isolados. Em muitas situações, os termos “*organizational*” (ou seus sinônimos) e “*interoperability*” apareciam no mesmo texto, mas sem abordar especificamente “*organizational interoperability*” (ou seus sinônimos). Na segunda fase da análise (introdução e conclusão), a maioria das exclusões ocorreu porque os estudos não tratavam especificamente de questões de interoperabilidade organizacional, mas sim de interoperabilidade de forma mais geral. Todos os passos do mapeamento para esta fase estão ilustrados na Figura 2.4.

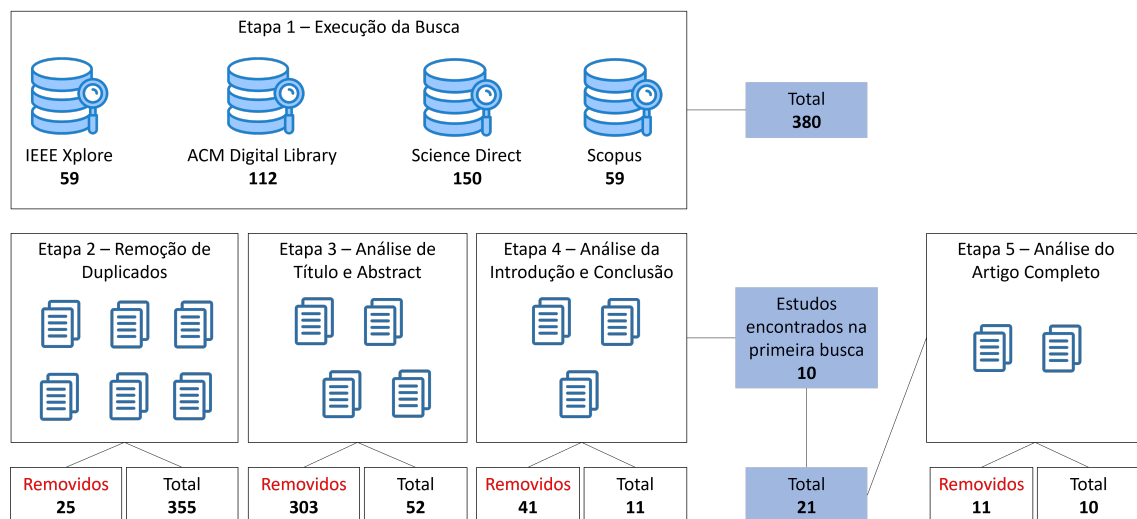


**Figura 2.4** Resultado da Primeira Busca sobre Interoperabilidade Organizacional

Devido ao elevado número de artigos excluídos, optou-se por refazer a *string* e executar uma nova busca. Em 2024 a busca foi executada nas bases *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library*, *ScienceDirect* e *Scopus*, utilizando a *string*: “***Organizational Interoperability***”*OR* “***Process Interoperability***”*OR* “***Enterprise Interoperability***”*OR* “***Business Process Interoperability***”. Foram considerados estudos publicados entre 2014 e 2024. Os resultados foram: 59 estudos na *IEEE Xplore*, 112 na *ACM Digital Library*,

150 na *ScienceDirect* e 59 na *Scopus*, totalizando 380 estudos. Desses, 25 estudos duplicados foram encontrados e removidos, restando 355 estudos para análise. Os 355 estudos tiveram seus títulos e resumos analisados. Ao final dessa análise, 303 estudos foram excluídos, restando 52 estudos cujas introduções e conclusões foram então examinadas. Após esta análise, 41 estudos foram excluídos, resultando em um total de 11 estudos para leitura completa, que foram somados aos 10 estudos da primeira revisão, totalizando 21 estudos para leitura completa. Após a leitura dos 21 estudos de ambas as fases do mapeamento e a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão, 10 estudos primários foram considerados para responder às questões de pesquisa.

Verifica-se que o número total de artigos removidos nesta revisão permaneceu elevado. Isso se deu, principalmente, porque os estudos citavam o termo “*organizational interoperability*” (ou seus sinônimos), mas não abordavam especificamente questões relacionadas a esse conceito. Além disso, os sinônimos de interoperabilidade organizacional, como interoperabilidade empresarial (*enterprise*), de negócios (*business*) e de processo (*process*), são usados de forma inconsistente, dificultando o entendimento. Todos os passos do mapeamento para esta fase estão ilustrados na Figura 2.5.



**Figura 2.5** Resultado da Segunda Busca sobre Interoperabilidade Organizacional

Com base nessas duas revisões, percebe-se que, apesar da interoperabilidade organizacional ser um tema relevante, especialmente no contexto dos SoIS, ela ainda é pouco abordada na literatura [Žarko et al. 2018] e [Shehzad et al. 2021]. Os estudos primários encontrados foram utilizados para responder às questões de pesquisa, conforme detalhado a seguir:

- **QP1: Como a Interoperabilidade Organizacional tem sido definida?:**

A maioria dos estudos analisados (8 de 10) considera o uso de processos de negócio para definir a interoperabilidade organizacional e seus sinônimos. Apenas dois estudos ([Žarko et al. 2018] e [Hatzivasilis et al. 2018]) a definem somente na dimensão de sistema, mas, ainda assim, reconhecem a necessidade de processos de

negócio em sua implementação. Portanto, há um entendimento comum sobre a importância dos processos de negócio para a implementação da interoperabilidade organizacional. Na Tabela 2.1 pode ser vista uma comparação entre as definições apresentadas por cada estudo.

Esses conceitos podem ser estruturados em múltiplas dimensões ou focos, com a **Interoperabilidade Organizacional** sendo o termo mais abrangente. Na sua visão mais ampla, ela foca no alinhamento de alto nível das estruturas, gerenciamento, responsabilidades e expectativas para alcançar objetivos acordados. Apoiando essa colaboração, a **Interoperabilidade Empresarial** é apresentada com um foco específico na capacidade das organizações se descobrirem e conectarem para viabilizar metas compartilhadas. Em um nível mais concreto, a **Interoperabilidade de Negócios** e a **Interoperabilidade de Processo** lidam com a execução dessa colaboração. A primeira enfatiza a utilização de processos de negócio como o mecanismo central para alcançar a interoperabilidade. A segunda foca na integração técnica desses workflows, permitindo a interação de sistemas funcionais heterogêneos dentro de um processo transversal. Este nível é tão fundamental que alguns autores definem a própria Interoperabilidade Organizacional simplesmente como a "interação que ocorre no nível dos processos de negócio".

Com base nos estudos encontrados, pode-se definir a interoperabilidade organizacional como a comunicação, integração e interação entre organizações com diferentes estruturas organizacionais que alinham seus processos de negócio heterogêneos para alcançar objetivos acordados de colaboração, resultando em serviços interorganizacionais eficientes, integrados e transparentes.

- **QP2: Quais problemas relacionados à Interoperabilidade Organizacional tem sido tratados?:**

O principal problema é a falta de processos comumente acordados. A ausência de procedimentos padronizados para apoiar o alinhamento — um ponto destacado por diversos autores ([Žarko et al. 2018]; [Hatzivasilis et al. 2018]; [Ruban, Gavrilova e Novikova 2019]; [Margariti et al. 2020]; [Shrivastava et al. 2021]; [Aouachria, Aouache e Oudjoudi 2021]) - dificulta a cooperação interorganizacional, pois cada entidade opera sob diretrizes e expectativas diferentes. Isso demonstra a necessidade de maior alinhamento para alcançar uma interoperabilidade organizacional contínua.

Problemas relacionados à interpretação de procedimentos administrativos e legislação são destacados em [Margariti et al. 2020], [Shehzad et al. 2021] e [Firdausy et al. 2022]. Organizações frequentemente enfrentam desafios com estruturas legais e administrativas variadas, o que pode dificultar a colaboração eficaz e a troca de dados entre entidades. Essa variabilidade regulatória exige *frameworks* mais adaptáveis e universais para apoiar a compreensão e aplicação consistentes.

A ausência de modelos conceituais para definir relacionamentos interorganizacionais (destacada em [Fernandes, Neto e Santos 2021]) aponta uma lacuna significativa na oferta de estruturas para que os gestores reconheçam as conexões existentes

e identifiquem novas oportunidades de serviços. A falta de modelos estruturados limita a capacidade de construir estratégias eficazes de interoperabilidade.

Finalmente, a falta de gerenciamento e alinhamento estratégico para a integração de sistemas é um problema recorrente [Kubankov e Kozlov 2020]. Essa lacuna organizacional se manifesta como uma dificuldade técnica para integrar sistemas heterogêneos, pois, sem uma diretriz comum, as organizações desenvolvem soluções com tecnologias, arquiteturas e padrões operacionais distintos, criando barreiras que impedem a colaboração.

- **QP3: Como a Interoperabilidade Organizacional tem sido implementada?:**

As soluções propostas para prover Interoperabilidade Organizacional abrangem quatro categorias principais: (i) a definição de regras de negócio e diretrizes arquiteturais que auxiliem as organizações a encontrar parceiros e colaborar ([Kubankov e Kozlov 2020], [Firdausy et al. 2022]); (ii) a criação de modelos para avaliar o nível de maturidade da interoperabilidade ([Margariti et al. 2020]); (iii) a formulação de modelos conceituais baseados em SoIS ([Fernandes, Neto e Santos 2021]); e (iv) a aplicação de abordagens orientadas a processos para a integração ([Shehzad et al. 2021], [Žarko et al. 2018], [Ruban, Gavrilova e Novikova 2019]). A análise dessas propostas revela como a interoperabilidade tem sido implementada.

A primeira categoria, focada em regras e diretrizes, busca estabelecer *frameworks* de gerenciamento para que as organizações se descubram e colaborem. A limitação dessas abordagens é que elas definem o "quê"(as regras), mas não o "como"(o processo técnico para implementar e monitorar essas regras dinamicamente).

O uso de modelos de maturidade permite que as organizações diagnostiquem seus níveis de alinhamento e identifiquem lacunas. A limitação desta solução é que ela é primariamente uma ferramenta de diagnóstico, não de execução. Ela aponta os problemas, mas não oferece o mecanismo para resolvê-los. Além disso, esses modelos ainda carecem de padronização, limitando sua aplicabilidade.

Os modelos conceituais baseados em SoIS fornecem uma estrutura de alto nível para conectar organizações. O desafio dessa proposta não é técnico, mas de adoção, pois sua implementação exige uma adaptação significativa dos processos e das estruturas organizacionais existentes, algo que muitas organizações não estão preparadas para fazer.

Finalmente, as abordagens orientadas a processos são o mecanismo mais concreto para a integração. Elas são eficazes para ambientes onde a troca de dados e a conformidade regulatória são essenciais. A lacuna aqui é que muitas dessas propostas são rígidas e não são adequadas para ambientes dinâmicos, onde participantes entram e saem, exigindo *frameworks* de processo mais flexíveis e adaptáveis.

Dessa forma, é possível concluir que não há uma solução universal. As implementações atuais são fragmentadas: focam ou no diagnóstico (maturidade), ou na estrutura de alto nível (conceitual), ou na execução rígida (processos). Falta uma

abordagem unificada que integre o alinhamento estratégico com a execução flexível dos processos de negócio.

- **QP4: Em quais contextos/domínios a Interoperabilidade Organizacional tem sido demandada?:**

A revisão identificou que a interoperabilidade organizacional é demandada em diversos contextos, com ênfase em áreas como administração pública, saúde, educação e Internet das Coisas (IoT). Muitas das soluções propostas são independentes de domínio, ou seja, podem ser aplicadas em qualquer área.

- **Administração Pública/Governo Eletrônico:** O desafio organizacional neste domínio é a falta de processos padronizados e a dificuldade na interpretação de regulamentos que variam entre jurisdições. A ausência de um alinhamento de processos dificulta a colaboração entre agências. Soluções como Modelos de Maturidade [Margariti et al. 2020] são usadas para avaliar essa dimensão organizacional e criar estratégias de alinhamento, enquanto a definição de políticas e diretrizes comuns busca assegurar que as agências trabalhem em prol de objetivos comuns.
- **Saúde:** Neste domínio, o desafio organizacional é a fragmentação do gerenciamento. Clínicas, hospitais e laboratórios frequentemente operam de forma autônoma, sem um alinhamento estratégico interorganizacional. Essa lacuna de gerenciamento resulta na adoção de sistemas legados e tecnologias distintas que, por consequência, dificultam a integração. As soluções propostas ([Aouachria, Aouache e Oudjoudi 2021], [Shrivastava et al. 2021]) buscam usar o Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management*) (BPM) como uma ferramenta de alinhamento organizacional para compartilhar dados de forma segura, cumprindo as rigorosas regulamentações de privacidade.
- **Educação:** O desafio organizacional na educação é a falta de processos institucionais padronizados para a troca de informações entre entidades educacionais e governamentais. A autonomia das instituições leva à adoção de tecnologias e sistemas distintos, dificultando a colaboração. A solução de [Ruban, Gavrilova e Novikova 2019] propõe um modelo de interoperabilidade focado no processo de *e-learning*, permitindo a troca de dados e a colaboração em projetos interorganizacionais.
- **Internet das Coisas (IoT):** No ambiente de IoT, o desafio organizacional não é a tecnologia, mas o gerenciamento de dados em um ecossistema com múltiplos proprietários (ex: diferentes fabricantes). A falta de um acordo interorganizacional sobre como compartilhar e controlar dados resulta na proliferação de protocolos e padrões técnicos proprietários. As soluções ([Žarko et al. 2018], [Hatzivasilis et al. 2018]) focam justamente nesse alinhamento organizacional, propondo frameworks e Acordos de Nível de Serviço (SLAs) que definem regras claras (um artefato organizacional) para a colaboração segura entre dispositivos.

**Tabela 2.1** Comparativo entre as definições de Interoperabilidade Organizacional e seus sinônimos

<b>Termo utilizado</b>	<b>Definição</b>	<b>Estudo</b>
Interoperabilidade Organizacional	Interoperação entre organizações com diferentes estruturas organizacionais e processos de gestão, visando realizar serviços interorganizacionais eficientes, integrados e transparentes.	[Margariti et al. 2020]
Interoperabilidade Organizacional	Maneira pela qual as organizações alinham seus processos de negócio, responsabilidades e expectativas para alcançar objetivos acordados.	[Fernandes, Neto e Santos 2021]
Interoperabilidade Organizacional	Interação que ocorre no nível dos processos de negócio, tanto dentro de um sistema quanto entre diferentes sistemas.	[Ruban, Gavrilova e Novikova 2019]
Interoperabilidade Organizacional	Conjunto predefinido de regras e processos acordados que facilita a padronização dos serviços entre diferentes prestadores ou entre múltiplas unidades dentro de uma organização.	[Shrivastava et al. 2021]
Interoperabilidade Organizacional	Colaboração de administradores que desejam trocar informações e podem possuir diferentes estruturas, objetivos de negócio e processos internos.	[Shehzad et al. 2021]
Interoperabilidade de Processo	Integração orientada a processos que proporciona uma interação complexa de sistemas funcionais heterogêneos com diferentes níveis de implementação tecnológica dentro de um processo transversal.	[Kubankov e Kozlov 2020]
Interoperabilidade Organizacional	Capacidade das organizações de se comunicarem e transferirem informações significativas de forma eficaz, mesmo que utilizem uma variedade de sistemas de informação amplamente distintos.	[Žarko et al. 2018]
Interoperabilidade Empresarial	Interoperabilidade que permite que as organizações se descubram e se conectem para alcançar objetivos compartilhados.	[Firdausy et al. 2022]
Interoperabilidade Organizacional	Integração e orquestração de serviços entre domínios por meio de semântica e interfaces de programação comuns.	[Hatzivasilis et al. 2018]
Interoperabilidade de Negócios	Não apresenta uma definição explícita, porém, enfatiza a importância da utilização de processos de negócio para que ela seja alcançada.	[Aouachria, Aouache e Oudjoudi 2021]



## TRABALHOS RELACIONADOS

O Capítulo 2 apresentou a fundamentação teórica desta dissertação, utilizando resultados das duas primeiras atividades da etapa de Investigação do Problema da DSR. Com base em estudos encontrados naquelas revisões, os conceitos centrais (SoIS, BPM, Interoperabilidade) deste trabalho foram estabelecidos e o problema de pesquisa foi justificado.

Este capítulo foca nos resultados da última atividade da etapa de Investigação do Problema da DSR: a Identificação de Abordagens Existentes. Esta atividade contribui para a conclusão do Objetivo Específico 1 (Identificar e analisar as abordagens da literatura), consistindo no mapeamento e na análise crítica dos estudos que propõem soluções para a interoperabilidade organizacional em SoIS por meio de processos de negócio. A seguir, esses trabalhos são detalhados e confrontados para evidenciar as lacunas que fundamentaram o desenvolvimento do metamodelo proposto nesta dissertação.

[Cen, Wang e Li 2017] propõem o uso de registros compartilhados (*shared ledgers*), tecnologia subjacente ao *blockchain*, como uma solução para criar uma fonte única de verdade distribuída e imutável. A proposta foca em usar esse registro para criar um ambiente de colaboração descentralizado e confiável, onde a necessidade de intermediários é reduzida. Ao garantir a consistência dos dados de forma criptográfica, a abordagem aumenta a transparência e a confiabilidade das transações, fomentando a confiança mútua entre as partes. Segundo os autores, essa melhoria na interoperabilidade leva à otimização dos fluxos de trabalho, acelerando a execução dos processos.

Embora o estudo seja relevante ao focar na confiabilidade e transparência da execução do processo, sua abordagem não trata da lacuna central desta pesquisa. A solução baseada em *shared ledgers* foca em garantir a imutabilidade das transações, mas não oferece mecanismos para lidar com a dinâmica de entrada e saída de participantes, que é um desafio central em SoIS colaborativos. O estudo não propõe uma solução sobre como orientar um novo participante que entra no SoIS, nem como mitigar o impacto da saída inesperada de um membro, deixando de endereçar a resiliência do processo de negócio à sua composição dinâmica.

[Fernandes, Neto e Santos 2021] destacam que estabelecer a interoperabilidade em um cenário de SoIS é um desafio multifacetado que envolve três aspectos principais:

o planejamento e projeto dos arranjos e da reconfiguração dos sistemas; a provisão de soluções técnicas para mediar a heterogeneidade; e o impacto no negócio e nos humanos, gerado pelas novas conexões. A ideia central do trabalho é que, para lidar com esses desafios, é importante modelar os fatores técnicos, humanos e organizacionais que influenciam o projeto dos *links* de interoperabilidade. Para isso, os autores propõem uma abordagem baseada em modelagem conceitual para investigar e elucidar esses diversos fatores, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisão no projeto e gestão de SoIS.

Esta contribuição é diretamente relevante para esta dissertação, pois fornece um modelo conceitual para definir os relacionamentos interorganizacionais. No entanto, a abordagem de [Fernandes, Neto e Santos 2021] foca na fase de projeto e planejamento estático desses *links* de interoperabilidade. O trabalho não propõe mecanismos para serem utilizados em tempo de execução para gerenciar a composição dinâmica do SoIS, que é a lacuna central desta pesquisa. Dessa forma, a proposta não oferece uma solução para a resiliência do processo, deixando de tratar a orientação de novos membros ou a reconfiguração do *workflow* quando um participante se torna indisponível.

[Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022] propõem um método sistemático para preencher a lacuna entre os modelos de processo de negócio (como BPMN) e o projeto da arquitetura em SoIS. A dificuldade que os autores abordam é como traduzir esses modelos de alto nível em uma arquitetura coesa, garantindo que os sistemas componentes possam interoperar mantendo sua autonomia. O método utiliza os processos de negócio como base para identificar os requisitos, componentes e interações do SoIS. A partir dessa análise, a abordagem guia a transformação dos modelos de negócio em um modelo arquitetural concreto, que descreve a estrutura, o comportamento e as relações entre os sistemas. O objetivo é reduzir a subjetividade no projeto da arquitetura e garantir a coerência entre as necessidades do negócio e a solução tecnológica entregue.

A contribuição de [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022] é valiosa para o alinhamento da arquitetura do SoIS com seus processos, o que fundamenta parte desta dissertação. No entanto, assim como outras abordagens focadas em modelagem, sua ênfase está inteiramente na fase de projeto (tempo de desenvolvimento). O método propõe como traduzir um processo de negócio em uma arquitetura, mas não especifica como essa arquitetura deve reagir dinamicamente a mudanças em sua composição em tempo de execução. A solução não aborda a adaptação do *workflow* necessária para gerenciar a entrada de novos membros ou a indisponibilidade de participantes existentes em um SoIS colaborativo.

[Neto et al. 2017] abordam a relação entre a modelagem de processos de negócio e o conceito de missões no contexto de SoIS. Os autores identificam uma lacuna nas notações de engenharia (como SysML e UML), que não suportam efetivamente a modelagem de missões em SoIS. O desafio central identificado é como usar modelos de processos de negócio, como BPMN, para representar a participação de organizações que podem entrar ou sair da missão do SoIS em tempo de execução, além de lidar com novos requisitos emergentes. O estudo reconhece que, apesar de promissora, a modelagem de processos de negócio ainda precisa evoluir para capturar essa natureza dinâmica.

O estudo de [Neto et al. 2017] é fundamental para esta dissertação, pois, em vez de propor uma solução, ele confirma a lacuna central da pesquisa. Ao destacar que as abordagens atuais de BPM não tratam adequadamente a entrada e saída dinâmica de

participantes em tempo de execução, [Neto et al. 2017] fornece a justificativa fundamental para o problema investigado.

[MECONI 2021] propõe uma abordagem arquitetural orientada a processos de negócio (*Business Process Oriented Architecture* (BOA)) com o objetivo de atender ao contexto dos SoIS. Esta abordagem, sistematizada na ferramenta *BOA Suite*, baseia-se em um repositório onde organizações provedoras publicam seus processos públicos, permitindo que organizações consumidoras os busquem e os utilizem para compor os seus próprios. Para viabilizar essa publicação, a BOA utiliza a *Business Process Description Language* (BPD) (também especificada por [MECONI 2021]), uma linguagem de descrição que detalha as funcionalidades do processo, critérios de implementação, mensagens de entrada/saída e mantém os processos ligados aos serviços da SOA que os executam.

Apesar do estudo de [MECONI 2021] estar alinhado com as tendências que a literatura vem apontando relacionadas à utilização do BPM, juntamente com a SOA, para alcançar a interoperabilidade organizacional em SoIS, a BOA não trata questões relacionadas aos problemas que podem existir com a entrada e a saída de participantes do SoIS a qualquer momento, como por exemplo, um novo participante que pode entrar e não saber com quem nem como deve colaborar, ou então um participante que pode sair deixando o SoIS sem funcionalidades que são essenciais para o cumprimento dos seus objetivos globais.

[Cagnin e Nakagawa 2021] introduzem o conceito de *Processes-of-Business Processes* (PoP) para descrever a composição dinâmica de processos de negócio independentes em ambientes de SoS. O estudo foca em estabelecer um entendimento comum e uma taxonomia para esses processos complexos, destacando que a colaboração interorganizacional exige uma visão que preserve a autonomia das partes enquanto gerencia a sua interdependência.

O trabalho de [Cagnin e Nakagawa 2021] é essencial para esta dissertação por consolidar a fundamentação teórica sobre a natureza dos processos em SoS. No entanto, a abordagem das autoras é predominantemente conceitual e taxonômica. Ela define o que é um PoP e quais são seus desafios, mas não propõe um artefato técnico ou mecanismo de execução para gerenciar os elos de interoperabilidade organizacional quando os participantes mudam. Assim, a presente pesquisa diferencia-se ao propor uma solução operacional para viabilizar na prática o dinamismo discutido pelas autoras.

Esses estudos convergem em pontos importantes. Todos reconhecem a complexidade dos sistemas modernos e a necessidade de colaboração entre entidades heterogêneas. A modelagem de processos de negócio, especialmente com BPMN, é um consenso entre os estudos como uma ferramenta eficaz para descrever as operações e interações. Além disso, há um entendimento comum de que a interoperabilidade transcende o nível técnico, sendo importante considerar aspectos organizacionais e humanos.

A análise dos trabalhos relacionados, cujos pontos principais são resumidos na Tabela 3.1, revela que a literatura existente trata a interoperabilidade organizacional como um problema de tempo de projeto, focando em como estabelecer o alinhamento inicial, mas presumindo que os parceiros (participantes) são fixos. Essa premissa estática falha em SoIS colaborativos e expõe a lacuna central.

A interoperabilidade organizacional é o alinhamento prévio dos processos de negócio, responsabilidades e expectativas (o "como vamos trabalhar juntos"), sendo o requisito

**Tabela 3.1** Comparativo entre os trabalhos relacionados

<b>Estudo</b>	<b>Foco Principal</b>	<b>Solução Proposta</b>	<b>Aspectos da Interoperabilidade Abordados</b>
[Cen, Wang e Li 2017]	Interoperabilidade entre processos de negócio via registros compartilhados.	Utilização de registros compartilhados ( <i>shared ledgers</i> ) para ambiente de colaboração descentralizado e confiável.	Transparência, confiabilidade, otimização de fluxos de trabalho interorganizacionais.
[Fernandes, Neto e Santos 2021]	Compreensão dos fatores que influenciam a interoperabilidade em SoIS.	Abordagem baseada em modelagem conceitual para investigar fatores técnicos, humanos e organizacionais.	Alinhamento de processos de negócio, responsabilidades e expectativas.
[Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022]	Transição do nível de negócio para o nível de arquitetura em SoIS.	Método sistemático para geração de modelo arquitetural a partir de modelos de processos de negócio.	Coerência entre as necessidades do negócio e a arquitetura do sistema.
[Neto et al. 2017]	Relação entre processos de negócio e missões em SoIS.	Análise da lacuna das notações (ex: BPMN) para modelar missões dinâmicas.	Identificação do problema da participação dinâmica (entrada/saída) em tempo de execução.
[MECONI 2021]	Publicação, descoberta e composição de processos de negócio em SoIS.	Arquitetura (BOA) com repositório de processos e linguagem (BPDFL) para publicação.	Alinhamento de processos em tempo de projeto (descoberta e composição).
[Cagnin e Nakagawa 2021]	Definição e taxonomia de processos dinâmicos em SoS.	Conceito de <i>Processes-of-Business Processes</i> (PoP).	Fundamentação teórica, taxonomia e entendimento da dinâmica interorganizacional.

para a colaboração (a execução efetiva desse alinhamento). Em SoIS colaborativos, essa dinâmica de participantes ameaça diretamente tanto o estabelecimento quanto a manutenção da interoperabilidade organizacional. A saída de um participante, por exemplo, quebra o alinhamento de processos no momento em que a organização se torna indisponível. O link de interoperabilidade organizacional falha porque as abordagens atuais não

preveem mecanismos de resiliência para reconfigurar esse alinhamento dinamicamente (como o rerroteamento do processo), fazendo com que a colaboração pare. Inversamente, a entrada de um novo participante exige que ele descubra como colaborar e se alinhe aos processos e regras existentes, um desafio para o qual as abordagens atuais não oferecem mecanismos de adaptabilidade para estabelecer a interoperabilidade organizacional em tempo de execução.

Além disso, mesmo quando um parceiro é substituído, o alinhamento pode falhar em um nível mais granular, caso o novo participante não possua as mesmas capacidades específicas (como uma especialidade médica ou uma área de cobertura logística).

Conclui-se que a literatura carece de uma solução que trate a Interoperabilidade Organizacional como uma propriedade dinâmica, focada na resiliência e adaptabilidade em tempo de execução. É esta lacuna que a presente dissertação se propõe a resolver.



## PROPOSTA

Este capítulo apresenta a solução proposta nesta dissertação, detalhando tanto o artefato conceitual (o metamodelo) quanto sua estratégia de implementação (a simulação). A Seção 4.1 descreve o metamodelo, incluindo a metodologia para sua especificação e a descrição detalhada de seus elementos. A Seção 4.2 detalha a arquitetura do ambiente de e sua implementação semiautomatizada, que viabiliza as análises do Capítulo 5.

### 4.1 METAMODELO PARA SOIS COLABORATIVOS

O desenvolvimento do metamodelo seguiu um processo iterativo, fundamentado nos requisitos de interoperabilidade organizacional e na dinamicidade identificada na fase de investigação do problema. A estrutura do artefato busca equilibrar a autonomia das organizações participantes com a necessidade de um gerenciamento compartilhado das interações.

A sintaxe abstrata do metamodelo é apresentada na Figura 4.1 utilizando a linguagem *Unified Modeling Language* (UML). Por sua vez, a sintaxe concreta para a instanciação e validação do metamodelo é sugerida como sendo a notação *Business Process Model and Notation* (BPMN), cujas regras de mapeamento genéricas são resumidas na Tabela 4.1.

A especificação da estrutura e propriedades do metamodelo seguiu a metodologia proposta em [MAGALHÃES, Maciel e Andrade 2015], que pressupõe a análise de modelos existentes no domínio. Portanto, a proposta foi fundamentada na análise dos trabalhos relacionados (Capítulo 3), nos quais foram identificados conceitos de **SoIS**, **Processos de Negócio**, **Atividade**, **Link de Interoperabilidade** e **Tipo de Link**. A contribuição central desta dissertação foi aprimorar e estender esses conceitos, e incluir outros, para endereçar a lacuna da dinâmica de participantes.

A especificação não foi um processo linear, mas sim um processo iterativo de refinamento, conduzido em três ciclos principais. O objetivo de cada ciclo foi verificar se os elementos e relacionamentos definidos eram suficientes para representar os conceitos de um SoIS no domínio piloto do *e-commerce*. Em cada ciclo, a instanciação resultante foi analisada com o apoio de uma especialista em metamodelagem e revisada quanto à consistência conceitual.

**Tabela 4.1** Regras de Mapeamento: Conceitos do Metamodelo para Notação BPMN

<b>Conceito do Metamodelo</b>	<b>Elemento Mapeado na BPMN</b>
<b>SOIS</b>	Conjunto de todas as <b>Pools</b>
<b>Papel</b>	<b>Pool</b>
<b>Processo de Negócio</b>	Fluxo de <b>Tasks</b> contido em uma <b>Pool</b>
<b>Atividade</b>	<b>Task</b>
<b>Remetente / Receptora</b>	<b>Tasks</b> de Envio ( <b>Send Task</b> ) / Recebimento ( <b>Receive Task</b> ) e <b>Message Flow</b>
<b>Link de Interoperabilidade</b>	<b>Message Flow</b>
<b>Interação</b>	Combinação de <b>Tasks</b> Remetente/-Receptora e o <b>Message Flow</b>
<b>Comunicação</b>	<b>Conjunto de Interações</b> entre duas <b>Pools</b>
<b>Participante</b>	Não possui elemento visual. Representa a instância organizacional concreta.
<b>Tipos de Link</b>	Não possui elemento visual. Atributos semânticos (Tecnológico/Sociotécnico) gerenciados na camada de dados.

Na primeira iteração, o metamodelo incluía apenas os elementos **SoIS**, **Processo de Negócio**, **Atividade**, **Participante**, **Papel** e **Link de Interoperabilidade** e os tipos de interoperabilidade (Sintático, Semântico, Organizacional etc) eram classes independentes. Essa estrutura inicial permitiu um entendimento básico, mas se mostrou limitada para expressar as dependências entre atividades de papéis distintos.

A segunda iteração aprimorou o metamodelo com a inclusão dos elementos **Interação** e **Comunicação**, possibilitando a representação explícita das trocas entre atividades de diferentes papéis. Adicionalmente, a **Atividade** foi especializada em **Remetente** e **Receptora**, identificando a direção do fluxo. Os tipos de interoperabilidade deixaram de ser classes separadas e tornaram-se um atributo do **Link de Interoperabilidade**, simplificando a estrutura.

Na terceira e última iteração, o **Link de Interoperabilidade** foi especializado em **Link de Interoperabilidade Tecnológica** e **Link de Interoperabilidade Sociotécnica**. Foram criados os atributos **Tipo de Interoperabilidade Tecnológica** (associado aos níveis técnico, sintático, semântico, etc.) e **Tipo de Interoperabilidade Sociotécnica** (associado aos níveis de negócio, processo, organizacional, etc.). Os relacionamentos entre os elementos foram refinados para refletir melhor a hierarquia e a direção das dependências, e alguns atributos foram renomeados para maior clareza semântica.

O processo foi concluído após a terceira iteração, pois a estrutura resultante se mostrou capaz de representar todos os conceitos relevantes para o funcionamento colaborativo do

SoIS, alcançando consistência interna e completude conceitual.

Como resultado da metodologia de especificação iterativa, o metamodelo proposto (Figura 4.1) é a contribuição central da etapa de Projeto de Soluções da DSR. Seu desenvolvimento foi dedicado a alcançar o Objetivo Específico 2 (Formalizar o metamodelo proposto), fornecendo a base para o cumprimento do objetivo geral deste trabalho. A proposta visa aprimorar o gerenciamento da interoperabilidade organizacional e mitigar os impactos da dinamicidade de participantes, endereçando a lacuna central identificada no Capítulo 3. Este metamodelo estabelece a sintaxe abstrata da abordagem, definindo os conceitos fundamentais, suas propriedades e relacionamentos para a modelagem de SoIS colaborativos.

O metamodelo proposto estrutura a interoperabilidade organizacional através de um fluxo que separa a definição estratégica da execução operacional. No topo, o **SoIS** é o ambiente onde o **Processo de Negócio** orquestra a colaboração através de **Papéis** (funções abstratas), garantindo que a missão global permaneça estável mesmo com a troca de executores. A colaboração efetiva ocorre quando **Participantes** (organizações reais) são vinculados a esses Papéis, estabelecendo **Links de Interoperabilidade** que podem ser de natureza puramente **Tecnológica** (sistemas) ou **Sociotécnica** (envolvendo pessoas e políticas). Através desses links, as atividades de envio (**Remetente**) e recebimento (**Receptora**) realizam **Interações** para troca de dados e **Comunicações** para o alinhamento de informações. Essa dissociação entre a definição do Papel e a instância do Participante é o que permite ao modelo gerenciar de forma resiliente a entrada e saída dinâmica de organizações, mantendo a continuidade do fluxo de negócio.

A seguir, são detalhados os principais elementos que compõem o metamodelo proposto (Figura 4.1). Na figura, os elementos em amarelo representam os conceitos fundamentais já estabelecidos na literatura, que foram aprimorados ou estendidos. Os elementos em azul representam as contribuições centrais desta dissertação, propostas para endereçar a lacuna da dinâmica de participantes:

- **SoIS:** Representa a classe principal do metamodelo, o Sistema de Sistemas de Informação colaborativo. Cada instância de SoIS possui um nome e um objetivo que define sua missão global. Conforme a relação *é formado por*, um SoIS é formado por múltiplos Processos de Negócio, cada um pertencendo a um Papel específico que contribui para o objetivo do SoIS.
- **Papel:** Descreve a função ou responsabilidade genérica que uma organização (Participante) desempenha dentro do SoIS. Cada Papel possui um nome e um objetivo que define sua finalidade no SoIS. Conforme o relacionamento *pertence*, cada Processo de Negócio está associado a um Papel específico. É importante notar que, no contexto interorganizacional, a modelagem associada ao Papel foca nas atividades públicas (pontos de contato) visíveis e que interagem com outros Papéis, e não nas atividades internas e privadas de cada organização. Um Papel pode ser desempenhado por um ou mais Participantes (relação *é representado*, com cardinalidade 1..\*).
- **Participante:** Representa a instância organizacional concreta que assume um ou

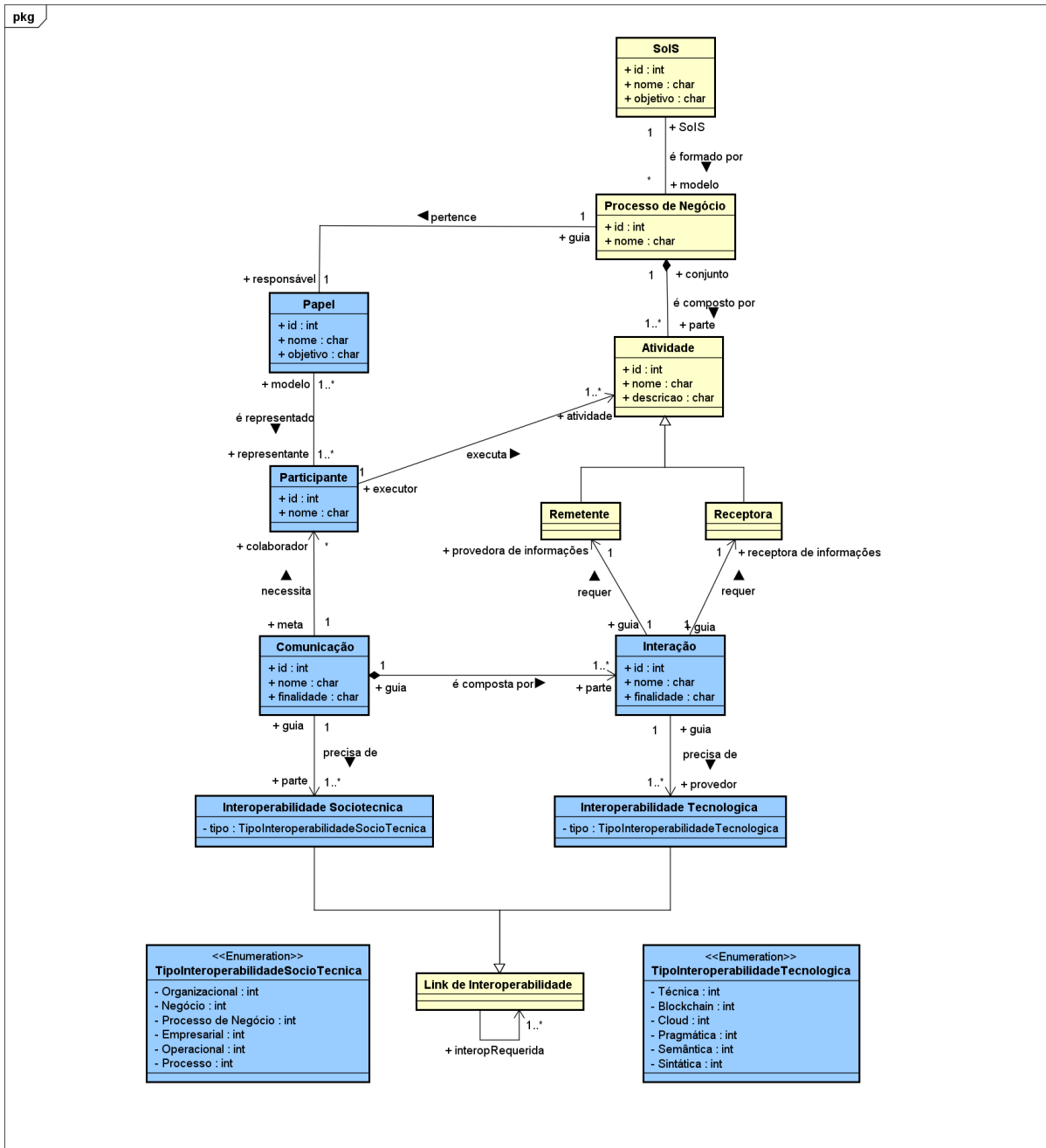


Figura 4.1 Metamodelo SoIS

mais Papéis dentro do SoIS. Essa separação explícita entre Papel (abstrato) e Participante (concreto) foi proposta para tratar do desafio da dinâmica de participantes, identificado por [Neto et al. 2017], sendo importante para o gerenciamento da entrada e saída, pois os Participantes podem mudar, mas os Papéis e seus processos permanecem. Cada Participante possui um nome. A relação (*é representado*) entre Participante e Papel possui cardinalidade 1..\* em ambos os lados, indicando

que um Participante pode desempenhar múltiplos Papéis, e um Papel pode ser desempenhado por múltiplos Participantes.

- **Processo de Negócio:** Elemento que já faz parte da BPMN. Representa um processo pertencente a um Papel específico. Cada Processo de Negócio possui um nome e uma descrição e, conforme o relacionamento *é composto por*, é formado por uma ou mais Atividades. O conjunto dos Processos de Negócio dos diferentes Papéis colabora para atingir o objetivo global do SoIS.
- **Atividade:** É o componente fundamental de um Processo de Negócio e já faz parte da BPMN. Cada Atividade possui um nome e uma descrição. Conforme a relação *executa*, uma Atividade é realizada por um Participante, sendo que um Participante pode executar múltiplas Atividades (cardinalidade 1..\*).
- **Remetente/Receptora:** Para representar a troca de informações entre Papéis, a Atividade é especializada ao se adicionar explicitamente as classes Remetente e Receptora, que já são parte da BPMN. A Remetente é a Atividade que inicia uma Interação (relação *requer*, com cardinalidade 1). A Receptora é a Atividade que recebe essa Interação (relação *requer*, com cardinalidade 1).
- **Link de Interoperabilidade:** Representa a conexão que estabelece os requisitos de interoperabilidade necessários para que ocorram as Interações e Comunicações entre Participantes. Baseado nos trabalhos de [Fernandes, Neto e Santos 2021] e [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022], este conceito foi refinado e especializado em Interoperabilidade Tecnológica e Interoperabilidade Sociotécnica. Uma Interação requer um ou mais Links de Interoperabilidade Tecnológica, enquanto uma Comunicação requer um ou mais Links de Interoperabilidade Sociotécnica. É importante ressaltar que esses links não são isolados: uma vez que uma Comunicação é composta por um conjunto de Interações, a existência de um Link Sociotécnico pressupõe a viabilidade técnica provida pelos Links Tecnológicos subjacentes. Essa estrutura garante que o metamodelo cubra desde a transferência de dados até a coordenação de processos de negócio de alto nível.
- **Interoperabilidade Tecnológica:** Estabelece os requisitos técnicos e funcionais para que a Interação (troca de dados e execução de atividades) ocorra com compatibilidade de *hardware*, *software* e protocolos. Ela possui o atributo `TipoInteroperabilidadeTecnologica`.
  - **TipoInteroperabilidadeTecnologica (Enumeração):** Define os possíveis tipos de interoperabilidade tecnológica requeridos. Baseado em [Santos, Pinheiro e Maciel 2021] e [Maciel et al. 2024], os tipos considerados incluem: Técnica (conectividade e protocolos), Sintática (estrutura e formato dos dados), Semântica (significado preservado), Pragmática (contexto e expectativas da troca), Blockchain (registro distribuído) e Cloud (serviços em nuvem).

- **Interoperabilidade Sociotécnica:** Estabelece os requisitos semânticos e organizacionais para que a Comunicação (alinhamento de objetivos e compreensão de significados) seja efetiva. Possui o atributo `TipoInteroperabilidadeSociotecnica`.
  - **TipoInteroperabilidadeSociotecnica:** Define os possíveis tipos de interoperabilidade sociotécnica. Baseado em [Santos, Pinheiro e Maciel 2021] e [Maciel et al. 2024], os tipos considerados incluem: Organizacional (alinhamento estratégico e de gerenciamento), Empresarial (visão ampla da colaboração entre empresas), Negócio (troca de dados e processos na dimensão empresarial), Processo de Negócio (integração funcional de processos), Operacional (coordenação de tarefas) e Processo (fluxo de trabalho específico).
- **Interação:** Representa a troca de informações e serviços entre Atividades pertencentes a Papéis distintos. Este conceito foi incluído para endereçar os mecanismos técnicos e funcionais da interoperabilidade entre Remetente e Receptora. Diferente de interações em níveis de hardware ou sistemas distribuídos puros, a Interação no contexto deste metamodelo foca na coordenação de processos de negócio. Ela não significa apenas a transferência de *bits*, mas um conjunto estruturado de mensagens que possui uma finalidade dentro da missão do SoIS. Conforme a relação *precisa de*, uma Interação requer um ou mais Links de Interoperabilidade Tecnológica (cardinalidade 1..\*), garantindo a compatibilidade técnica necessária para que o fluxo organizacional ocorra sem interrupções.
- **Comunicação:** Representa o nível sociotécnico da interoperabilidade, onde o foco reside na compreensão mútua das mensagens e no alinhamento de intenções entre as organizações. Uma Comunicação é composta por um conjunto estruturado de Interações. Dessa forma, a interoperabilidade sociotécnica pressupõe a existência da interoperabilidade tecnológica, uma vez que o sucesso da troca de significados (comunicação) depende da eficácia técnica das trocas de dados (interações) que a sustentam. Cada Comunicação possui um nome e uma finalidade e é concebida para (na implementação) utilizar mecanismos de *ledger* compartilhado para permitir a rastreabilidade e a confiança em ambientes descentralizados (preocupação de [Cen, Wang e Li 2017]) como SoIS. Conforme a relação *precisa de*, uma Comunicação requer um ou mais Links de Interoperabilidade Sociotécnica.

A Tabela 4.2 resume a fundamentação de cada elemento do metamodelo, rastreando a sua origem nos estudos identificados na fase de investigação do problema.

A solução visa apoiar a interoperabilidade organizacional ao se basear fortemente na modelagem de Processos de Negócio e na atribuição de Papéis aos Participantes. Isso permite o alinhamento de processos, responsabilidades e expectativas entre as diferentes organizações. Além disso, a representação explícita de Interações e Comunicações, associadas a Links de Interoperabilidade que detalham requisitos tecnológicos e sociotécnicos, tem como objetivo garantir que as trocas de informações e colaborações sejam eficazes e transparentes.

Ao mesmo tempo, a solução busca orientar a entrada e a saída de participantes em um SoIS colaborativo ao separar o Papel (a função abstrata responsável por um Processo de

**Tabela 4.2** Rastreabilidade dos Elementos do Metamodelo

<b>Elemento</b>	<b>Descrição / Justificativa</b>	<b>Fonte / Origem</b>
SoIS	Contexto de Sistemas de Sistemas de Informação que provê o ambiente colaborativo.	[Saleh e Abel 2015]
Processo de Negócio	Sequência de atividades que orquestra a colaboração no SoIS.	[Object Management Group (OMG) 2011]
Atividade (Remetente / Receptora)	Elementos de fluxo (BPMN) que materializam a execução e troca de mensagens.	[Object Management Group (OMG) 2011]
Link de Interoperabilidade	Conexão que permite a colaboração organizacional.	[Fernandes, Neto e Santos 2021]
Interoperabilidade Sociotécnica	Aspectos humanos e organizacionais da conexão.	Derivado de [Fernandes, Neto e Santos 2021]
Interoperabilidade Tecnológica	Aspectos técnicos e de sistemas da conexão.	Derivado de [Fernandes, Neto e Santos 2021]
Tipo de Interoperabilidade Sociotécnica	Categorização específica dos elos sociotécnicos.	Proposto pela autora, baseada em [Maciel et al. 2024]
Tipo de Interoperabilidade Tecnológica	Categorização específica dos elos tecnológicos.	Proposto pela autora, baseada em [Maciel et al. 2024]
Papel	Função abstrata e estável definida no processo, dissociada da organização que a executa.	Proposto pela autora, baseada em [Neto et al. 2017]
Participante	Instância concreta e dinâmica (organização) que assume um Papel em tempo de execução.	Proposto pela autora, baseada em [Neto et al. 2017]
Interação	Troca de dados em nível técnico entre os sistemas componentes do SoIS.	Proposto pela autora, baseada em [Cen, Wang e Li 2017]
Comunicação	Troca de informações com significado e contexto entre as organizações participantes.	Proposto pela autora, baseada em [Cen, Wang e Li 2017]

Negócio) do Participante (a instância organizacional que executa o Papel). A estrutura da colaboração – quais Interações (com seus Links Tecnológicos) e quais Comunicações (com seus Links Sociotécnicos) são necessárias – é definida pelos Processos de Negócio associados aos Papéis. Assim, embora sejam os Participantes que executam as Atividades e estabelecem as Interações e Comunicações, a especificação do que é necessário para colaborar permanece estável e ligada ao Papel. Isso permite que, quando um Participante

entra ou sai, a definição do que é necessário para a colaboração permaneça estável.

## 4.2 ESTRATÉGIA DE SIMULAÇÃO

Uma vez verificada a consistência conceitual do metamodelo por meio da instanciação (Seção 4.1), esta seção detalha como a proposta é materializada tecnicamente para permitir a análise de seu comportamento dinâmico. Esta fase corresponde à etapa de Implementação da Solução da DSR, sendo dedicada ao cumprimento do Objetivo Específico 3 (Demonstrar a viabilidade e a dinâmica da solução). Para tal, desenvolveu-se um ambiente de simulação que viabiliza a observação da entrada e saída de participantes em SoIS colaborativos, fornecendo os dados necessários para as avaliações apresentadas no Capítulo 5.

A estratégia resultante é um ambiente controlado semiautomatizado que gerencia os dados estruturados do metamodelo e simula o fluxo de eventos. As seções a seguir detalham a arquitetura (4.2.1) e a implementação (4.2.2) deste ambiente.

### 4.2.1 Arquitetura

A estratégia de simulação aqui detalhada não visa apenas realizar um teste funcional, mas sim fornecer evidências da viabilidade operacional da solução proposta e servir como o instrumento para a Avaliação da Implementação na DSR. O principal objetivo desta estratégia é demonstrar a eficácia e a aplicabilidade da lógica de gerenciamento dinâmico do metamodelo em tempo de execução.

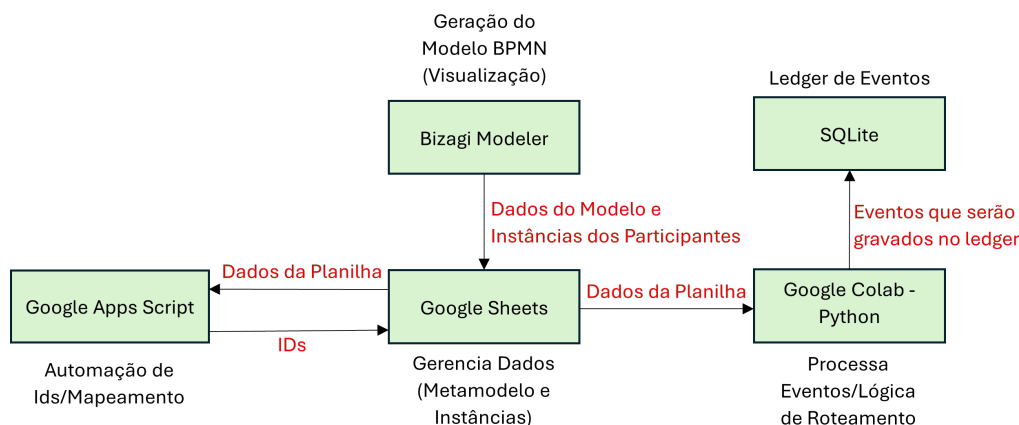
A simulação é construída para demonstrar que um Participante (a organização) pode projetar seu processo interno (o fluxo de *Tasks*) de forma a satisfazer os Links de Interoperabilidade definidos no nível do Papel. Esta abordagem avalia, portanto, se os Participantes que se integram ao SoIS conseguem manter a resiliência e a adaptabilidade do processo global, conforme exigido. Para que esta análise seja possível, é um pré-requisito fundamental que o processo de negócio de cada Papel esteja formalmente modelado e publicado, permitindo que o sistema avalie o cumprimento dos requisitos de interoperabilidade organizacional e, mais importante, que o rerroteamento automático seja feito com base no Papel e não no Participante.

A seleção das ferramentas para a implementação da estratégia de simulação foi guiada pela necessidade de representar visualmente os processos de negócio, gerenciar dados estruturados do metamodelo e simular o fluxo de eventos em cenários dinâmicos. A Figura 4.2 apresenta a arquitetura do ambiente desenvolvido, que é detalhada a seguir:

- **Modelagem BPMN:** Para a modelagem dos processos de negócio e instanciação do metamodelo, foi utilizada a ferramenta Bizagi Modeler<sup>1</sup> (versão 4.0). Trata-se de uma ferramenta gratuita e *standalone*, utilizada neste trabalho exclusivamente para a diagramação dos processos em conformidade com a notação BPMN 2.0. Ressalta-se que a ferramenta foi empregada apenas para fins de representação visual e documentação dos modelos, sem a utilização de recursos de automação ou execução direta de processos (*Business Process Management Suite* - BPMS).

---

<sup>1</sup><https://www.bizagi.com/pt/plataforma/modeler>



**Figura 4.2** Arquitetura do Ambiente de Implementação e Simulação

- Gerenciamento de Dados e Integração:** Para o gerenciamento dos dados estruturados do metamodelo (SoIS, Papéis, Processos de Negócio, Atividades, Participantes, Interações e Comunicações) e para simular a natureza colaborativa e descentralizada dos SoIS, o Google Sheets<sup>2</sup> foi escolhido não apenas por sua capacidade de colaboração *online*, mas principalmente por atuar como um hub de integração de baixo acoplamento dentro do ecossistema Google. Longe de ser uma escolha simplista, o uso de planilhas permitiu a prototipagem rápida da natureza descentralizada dos SoIS, servindo como uma interface de dados acessível que conecta a inserção manual de dados à lógica automatizada. Para garantir o rigor e a integridade dos dados, o Google Apps Script<sup>3</sup> foi empregado como uma camada de automação nativa. O projeto em Javascript, vinculado à planilha, automatiza tarefas críticas como a geração de IDs únicos, a manutenção da integridade referencial entre as abas e a atualização dinâmica de chaves estrangeiras, eliminando erros de entrada manual e garantindo a consistência necessária para a simulação.
- Ledger de Eventos e Processamento:** Para simular a imutabilidade e a rastreabilidade dos eventos, a solução utiliza um banco de dados SQLite<sup>4</sup>, escolhido por oferecer garantias transacionais e simplicidade de persistência em ambientes de nuvem. A lógica do *ledger* e a inteligência de gerenciamento da interoperabilidade são executadas por um *script* Python<sup>5</sup>, que utiliza a biblioteca *gsread* para monitorar as alterações nas planilhas em tempo real. O ambiente de execução escolhido foi o Google Colab<sup>6</sup>, que, em conjunto com o Apps Script e o Sheets, fecha o ciclo de integração da arquitetura. Essa escolha permitiu a execução da lógica complexa de *hashes* criptográficos e o processamento de dados sem a necessidade

<sup>2</sup><https://docs.google.com/spreadsheets/>

<sup>3</sup><https://script.google.com/>

<sup>4</sup><https://sqlite.org/>

<sup>5</sup><https://www.python.org/>

<sup>6</sup><https://colab.google/>

de infraestruturas locais, aproveitando a persistência direta no Google Drive<sup>7</sup> para o armazenamento seguro do banco de dados e dos registros de auditoria.

Dessa forma, a a viabilidade operacional do ambiente reside na integração coesa e no fluxo de dados entre esses componentes, onde cada ferramenta desempenha um papel específico na materialização e simulação da dinâmica colaborativa dos SoIS.

#### 4.2.2 Implementação da Solução

Enquanto o Bizagi Modeler fornece a representação visual, a base de dados que sustenta esse modelo e gerencia os eventos da simulação foi implementada no Google Sheets (para os dados do metamodelo) e em um banco de dados SQLite (para o *ledger* de eventos).

No Google Sheets, cada aba da planilha representa um elemento do metamodelo e contém os dados relacionados. A integridade dos dados e a usabilidade são mantidas por um *script* (disponível em <https://tinyurl.com/4kwz8r6n>) no Google Apps Script. Este *script* preenche automaticamente as colunas identificadoras (IDs) em cada aba, mesmo essas colunas estando ocultas na planilha, como proteção contra edição manual. Além disso, ele gerencia as colunas de chave estrangeira, populando listas suspensas dinâmicas com nomes amigáveis (baseados na aba *\_Referencias\_Validacao*). Quando o usuário seleciona um nome em uma dessas listas, o mesmo *script* traduz o nome para seu ID correspondente (buscando na aba de referências) e o salva em uma coluna oculta. A estrutura de dados nas planilhas Google Sheets é organizada da seguinte forma:

- **SoIS:** Esta aba detalha o SoIS como um todo. Contém as colunas IdSoIS (identificador único gerado automaticamente), NomeSoIS (nome descritivo) e ObjetivoGlobalSoIS (descrição do objetivo geral).
- **Papéis:** Lista os papéis desempenhados no SoIS. Inclui as colunas IdPapel (identificador único, preenchido por *script* e oculto), NomePapel (nome do papel) e ObjetivoPapel (objetivo específico do papel).
- **ProcessosNegocio:** Descreve os processos de negócio. Contém IdProcesso (único, preenchido por *script* e oculto), NomeProcesso e indica o papel responsável através de NomePapelResponsavel (coluna com lista suspensa de Papéis para seleção) e IdPapelResponsavel (ID correspondente, preenchido por *script* e oculto).
- **Atividades:** Especifica os componentes dos processos. Possui as colunas IdAtividade (único, preenchido por *script* e oculto), NomeAtividade, Descricao e associa a atividade ao processo via NomeProcessoAssociado (lista suspensa de Processos) e IdProcessoAssociado (ID preenchido por *script* e oculto). A coluna TipoAtividade (lista suspensa) classifica a atividade como Remetente ou Receptora.
- **Participantes:** Registra as instâncias organizacionais. Contém IdParticipante (único, preenchido por *script* e oculto), NomeParticipante e associa ao papel via

---

<sup>7</sup><https://drive.google.com/>

NomePapelAssociado (lista suspensa de Papéis) e IdPapelAssociado (ID preenchido por *script* e ocultado). Inclui também o Status (Ativo/Inativo via lista suspensa) e as datas DataEntrada e DataSaida (seletores de calendário).

- **Interações:** Representa as trocas de dados entre atividades. Possui IdInteracao (único, preenchido por *script* e oculto), NomeInteracao, FinalidadeInteracao, e identifica as atividades de origem e destino através de NomeAtividadeRemetente (lista suspensa filtrada apenas com Atividades Remetentes), IdAtividadeRemetente (oculto), NomeAtividadeReceptora (lista suspensa filtrada apenas com Atividades Receptoras) e IdAtividadeReceptora (oculto). Define os requisitos tecnológicos na coluna TiposInteroperabilidadeTecnologicaRequerida (seleção múltipla em lista, baseada na enumeração do metamodelo), o Status da interação (Ativo/Inativo) e um controle RegistradaNoLedger (booleano preenchido por *script*).
- **Comunicações:** Agrupa interações para um objetivo de negócio. Contém IdComunicacao (único, preenchido por *script* e oculto), NomeComunicacao, FinalidadeComunicacao. Especifica as interações componentes via NomesInteracoesComponentes (seleção múltipla em lista) e IdInteracoesComponentes (IDs ocultos preenchidos por *script*). Define os requisitos sociotécnicos em TiposInteroperabilidadeSociotecnicaRequerida (seleção múltipla em lista, baseada na enumeração do metamodelo), o Status da comunicação (Ativo/Inativo) e o controle RegistradaNoLedger (booleano preenchido por *script*).

O *script* Python (disponível em <https://tinyurl.com/f8nbkzkv>), executado no Google Colab, é o motor da simulação. Ele monitora continuamente a planilha Google Sheets em busca de alterações (novas linhas ou atualizações de status) nas abas Participantes, Interações e Comunicações.

Para garantir a imutabilidade e a rastreabilidade dos eventos da simulação, foi utilizado um banco de dados SQLite (*ledger*), configurado com duas tabelas principais:

- **ledger\_eventos:** Armazena o histórico completo de todos os eventos que ocorrem durante a simulação do SoIS, permitindo rastreabilidade e auditoria. Sua estrutura detalhada é a seguinte:
  - `id_evento` (INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT): Identificador único para cada evento registrado.
  - `timestamp` (DATETIME, DEFAULT CURRENT\_TIMESTAMP): Data e hora exatas em que o evento foi registrado.
  - `user_id` (TEXT NOT NULL): Identificador do analista/usuário responsável pela ação que gerou o evento.
  - `tipo_evento` (TEXT NOT NULL): Categoria do evento (Ex.: `Interacao_Iniciada`, `Participante_Entrou`, `Atualizacao_Atributo_Participante`, `Comunicacao_Iniciada`, `SoIS_Rerroteamento_Concluido`, `SoIS_Impacto_Critico`, etc.).

- `origem_dado` (TEXT): Indica a fonte da informação que gerou o evento (Ex.: `Planilha_Participantes`, `Simulacao_Fluxo`, `Planilha_Comunicacoes`, etc.).
  - `id_elemento_afetado` (TEXT): ID do elemento do metamodelo que foi afetado pelo evento (Ex.: ID do participante, ID da interação, etc.).
  - `tipo_elemento_afetado` (TEXT): Tipo do elemento do metamodelo afetado (Ex.: `Participante`, `Interacao`, `Comunicacao`, etc.).
  - `detalhes_evento` (TEXT): Um campo JSON que contém informações detalhadas e contextuais sobre o evento (Ex.: `{status_antigo: ATIVO, status_novo: INATIVO}` para um evento de saída de participante).
  - `hash_evento_anterior` (TEXT): O hash SHA256 do evento registrado imediatamente antes, formando uma cadeia que garante a imutabilidade do *ledger*.
  - `hash_evento_atual` (TEXT UNIQUE): O hash SHA256 do próprio registro do evento, assegurando sua unicidade e integridade.
- **`role_routing_state`**: É utilizada para gerenciar o estado do roteamento *sticky* para a seleção de participantes, armazenando qual foi o último Participante atribuído a cada Papel. Isso permite que o *script* Python direcione as interações de forma consistente. Sua estrutura é:
    - `papel_id` (TEXT PRIMARY KEY): O ID do Papel para o qual o estado de roteamento está sendo mantido.
    - `assigned_participant_id` (TEXT): O ID do Participante que foi o último a ser atribuído a esse Papel.
    - `last_updated` (DATETIME DEFAULT CURRENT\_TIMESTAMP): Data e hora da última atualização do estado.

A estratégia de roteamento *sticky* por papel é empregada para simular a continuidade da colaboração. Uma vez que um Participante ativo é escolhido para desempenhar um Papel, ele se torna o preferencial para interações futuras envolvendo aquele Papel, simulando uma relação de trabalho estabelecida. A estratégia *Round-Robin* (RR) é acionada quando um Papel necessita de uma nova atribuição – seja porque é a primeira vez que esse Papel interage, ou porque o Participante previamente atribuído (o *sticky*) se tornou inativo. Nesse caso, o RR seleciona o próximo Participante ativo disponível na sequência definida (neste caso, pela ordem na planilha) e este se torna o novo *sticky* para aquele Papel. Este mecanismo combinado contribui significativamente para a simulação da adaptabilidade e resiliência do SoIS frente à dinamicidade de seus constituintes.

A lógica de simulação do *script* Python trata os seguintes eventos detectados nas planilhas:

- **Entrada de Participante**: Ao detectar um novo participante na aba Participantes com Status Ativo, o *script* registra um evento `Participante_Entrou`.

- **Saída de Participante:** Ao detectar a mudança de Status para Inativo e o preenchimento da DataSaida, o *script* registra um evento `Atualizacao_Atributo_Participante` e um evento `Participante_Saiu`.
- **Registro de Interação e Roteamento:** Ao detectar uma nova `Interacao` (com `RegistradaNoLedger = FALSE`), o *script* aplica a lógica de roteamento Sticky+RR descrita acima. Se o roteamento for bem-sucedido (encontrar participantes ativos para os papéis), um evento `Interacao_Iniciada` é gravado, e o `RegistradaNoLedger` é atualizado para `TRUE`. Se o roteamento falhar (nenhum participante ativo para um papel essencial), um evento `SoIS_Impacto_Critico` é registrado. Se o roteamento for bem-sucedido após a saída de um participante sticky, um evento `SoIS_Rerroteamento_Concluido` é registrado.
- **Registro de Comunicação:** Ao detectar uma nova `Comunicacao` na planilha (com `RegistradaNoLedger = FALSE`), o *script* registra um evento `Comunicacao_Iniciada` e atualiza a coluna `RegistradaNoLedger` para `TRUE`.

O evento de impacto crítico destaca uma limitação inerente aos SoIS colaborativos: a resiliência depende da disponibilidade de substitutos. A solução proposta otimiza o roteamento entre participantes existentes, mas não pode criar novos participantes quando um Papel fica totalmente vago, exigindo intervenção manual.

Esta solução semiautomatizada, ao combinar a flexibilidade da modelagem visual, no Bizagi Modeler, e a facilidade de gerenciamento de dados, no Google Sheets, com a robustez e a capacidade de automação dos *scripts* Python no Google Colab (para o *ledger*) e Javascript no Google Apps Script (para as planilhas), resulta em um ambiente de simulação capaz de gerenciar os dados do metamodelo e executar a lógica da dinâmica.



## VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

Após a especificação da proposta (Capítulo 4), que detalhou o metamodelo (Seção 4.1) e a estratégia de simulação (Seção 4.2), este capítulo abrange as Etapas 3 (Validação do Projeto) e 5 (Avaliação da Implementação) da DSR. Para conferir rigor a esse processo, a análise é estruturada em dois momentos complementares:

- **Validação do Metamodelo (Seção 5.1):** consiste em uma análise estática para atestar a consistência e a expressividade do metamodelo. Nesta fase, o projeto é validado por meio da sua instanciação em três domínios de estudo distintos, demonstrando que a proposta é capaz de representar a realidade dos SoIS.
- **Avaliação da Solução via Simulação (Seção 5.2):** compreende uma análise dinâmica da solução implementada. O foco desta etapa é avaliar a eficácia operacional do ambiente semiautomatizado, verificando a resiliência e a adaptabilidade da lógica de gerenciamento em cenários críticos de entrada e saída de participantes.

### 5.1 VALIDAÇÃO DO METAMODELO

Esta seção corresponde à atividade de Validação do Projeto da metodologia DSR, cujo objetivo é atestar a expressividade e a consistência do metamodelo proposto. O método de validação empregado é a Instanciação, que serve como a Prova de Conceito estática da abordagem. O processo de instanciação foi conduzido pela autora e revisado por sua orientadora, assegurando a fidelidade dos modelos BPMN aos conceitos propostos. A instanciação consistiu em mapear os conceitos do metamodelo em três domínios reais de SoIS Colaborativos, conforme detalhado nas seções seguintes.

A instanciação utiliza o BPMN como sintaxe concreta, cujas regras de mapeamento são formalizadas na Tabela 4.1. É necessário notar que a notação BPMN possui limitações em sua expressividade. Elementos importantes para a solução, como o Participante (a instância organizacional) e os Tipos de Link de Interoperabilidade (ex: Semântico, Técnico, Organizacional etc.), não possuem representação visual direta na sintaxe concreta. Estes atributos, essenciais para o gerenciamento dinâmico, são, portanto, gerenciados

de forma explícita na camada de dados externa (as planilhas de configuração e o *ledger*). Essa gestão externa é a forma como a solução proposta endereça e complementa as lacunas da notação padrão.

A sintaxe abstrata, representada pelo metamodelo SoIS proposto, define as classes e relacionamentos fundamentais que podem ser modelados, estabelecendo o que é permitido na estrutura do sistema. Por sua vez, a sintaxe concreta, exemplificada pela notação BPMN, serve como a linguagem visual que materializa esses conceitos abstratos. Através dela, são criados os modelos de negócio específicos, que funcionam como instâncias concretas do metamodelo.

Para avaliar a instanciação e, conseqüentemente, a expressividade e a consistência do metamodelo, foram definidas e utilizadas métricas quantitativas. A adoção de métricas permite uma avaliação objetiva da aderência do modelo instanciado às regras e conceitos do metamodelo. A Tabela 5.1 apresenta as métricas adotadas nesta validação.

**Tabela 5.1** Métricas para Instanciação do Metamodelo

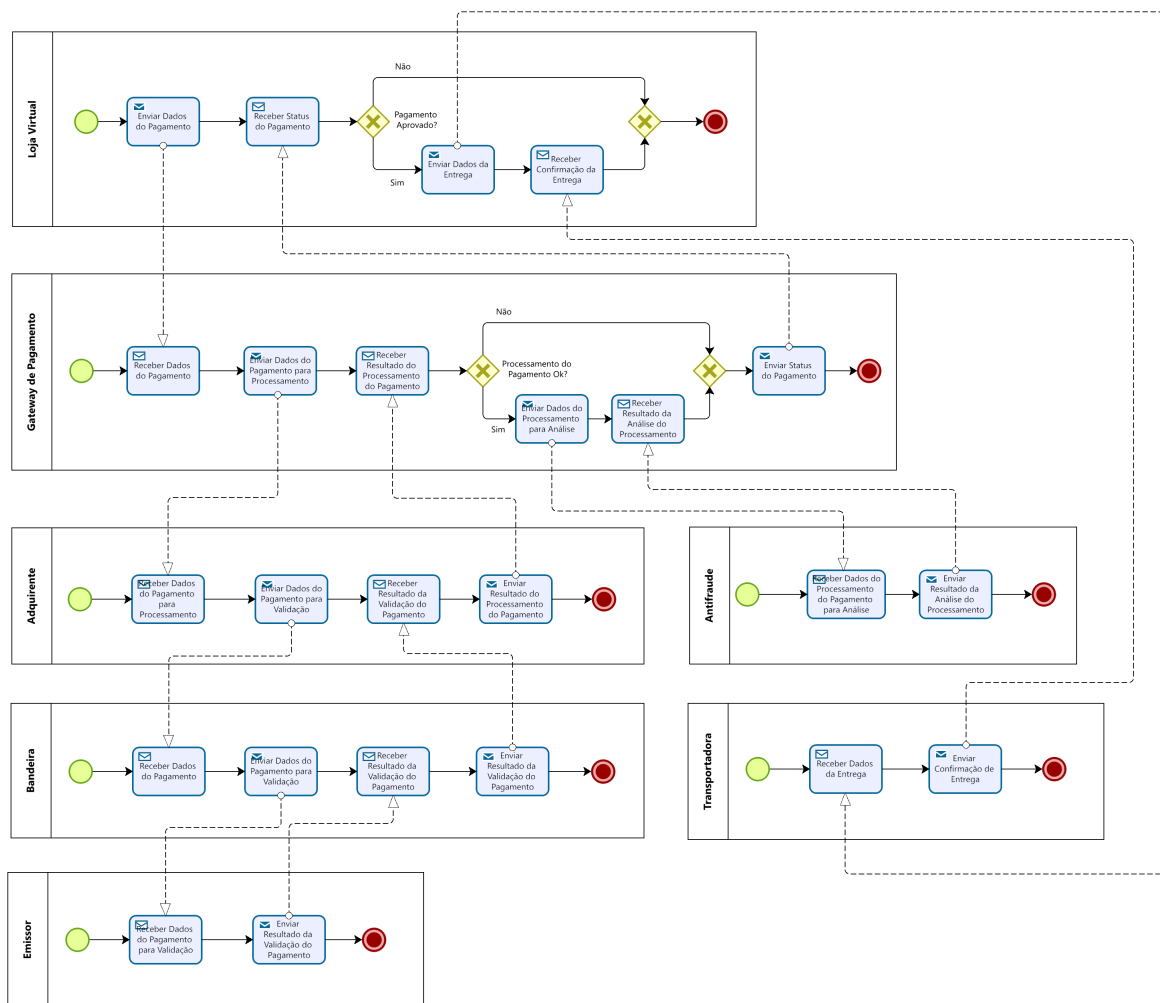
Métrica	O que mede	Como o resultado é medido
Expressividade	A capacidade do metamodelo de representar com precisão todos os conceitos fundamentais do domínio do SoIS Colaborativo.	$\frac{\text{Conceitos Representados}}{\text{Conceitos Requeridos}}$
Aderência Sintática	A capacidade de mapear a Sintaxe Abstrata (metamodelo) para a Sintaxe Concreta (BPMN).	$\frac{\text{Mapeamentos Corretos}}{\text{Mapeamentos Totais}}$

A métrica de Expressividade avalia a proporção de conceitos do domínio representados pelo modelo instanciado em relação ao total de conceitos requeridos pelo metamodelo. A Aderência Sintática mede quantos elementos abstratos do metamodelo foram corretamente mapeados para seus elementos correspondentes em BPMN. Para fins de análise e comparação, ambas as métricas foram normalizadas para um intervalo contínuo de  $[0, 1]$ , onde 1 representa o valor ideal.

### 5.1.1 E-Commerce

A metodologia de validação estática, definida na introdução desta seção, foi aplicada primeiramente ao cenário do *e-commerce*. Este cenário representa um SoIS colaborativo clássico, cujo objetivo global é a "Venda e Entrega de Produtos". Conforme ilustrado no modelo BPMN (Figura 5.1), ele envolve a colaboração de múltiplas organizações independentes (como lojas, gateways de pagamento, transportadoras) para completar um pedido.

A seguir, detalhamos como os elementos do metamodelo (sintaxe abstrata) se materializam neste contexto utilizando a notação BPMN (sintaxe concreta). Esses elementos estão representados no modelo BPMN da Figura 5.2.



**Figura 5.1** Processo de Negócio SoIS - *e-commerce*

- **SoIS:** No cenário do *e-commerce*, o SoIS corresponde ao próprio ecossistema de vendas e entrega, cujo objetivo é "Venda e Entrega de Produtos". Visualmente, no modelo BPMN, o SoIS é representado pelo conjunto de todas as *Pools* que compõem o diagrama, encapsulando a colaboração como um todo.
- **Papel:** No modelo BPMN, os Papéis são visualmente representados pelas *Pools* do diagrama. No cenário do *e-commerce*, os Papéis instanciados são: Loja Virtual, Gateway de Pagamento, Adquirente, Antifraude, Bandeira, Emissor e Transportadora. Cada um desses Papéis possui um objetivo específico neste contexto. Os objetivos de cada Papel são detalhados a seguir:
  - **Loja Virtual:** Disponibilizar produtos aos clientes e processar as vendas. Ela

inicia o processo de compra e interage diretamente com o cliente e com os outros participantes para garantir que os produtos sejam vendidos e, posteriormente, entregues.

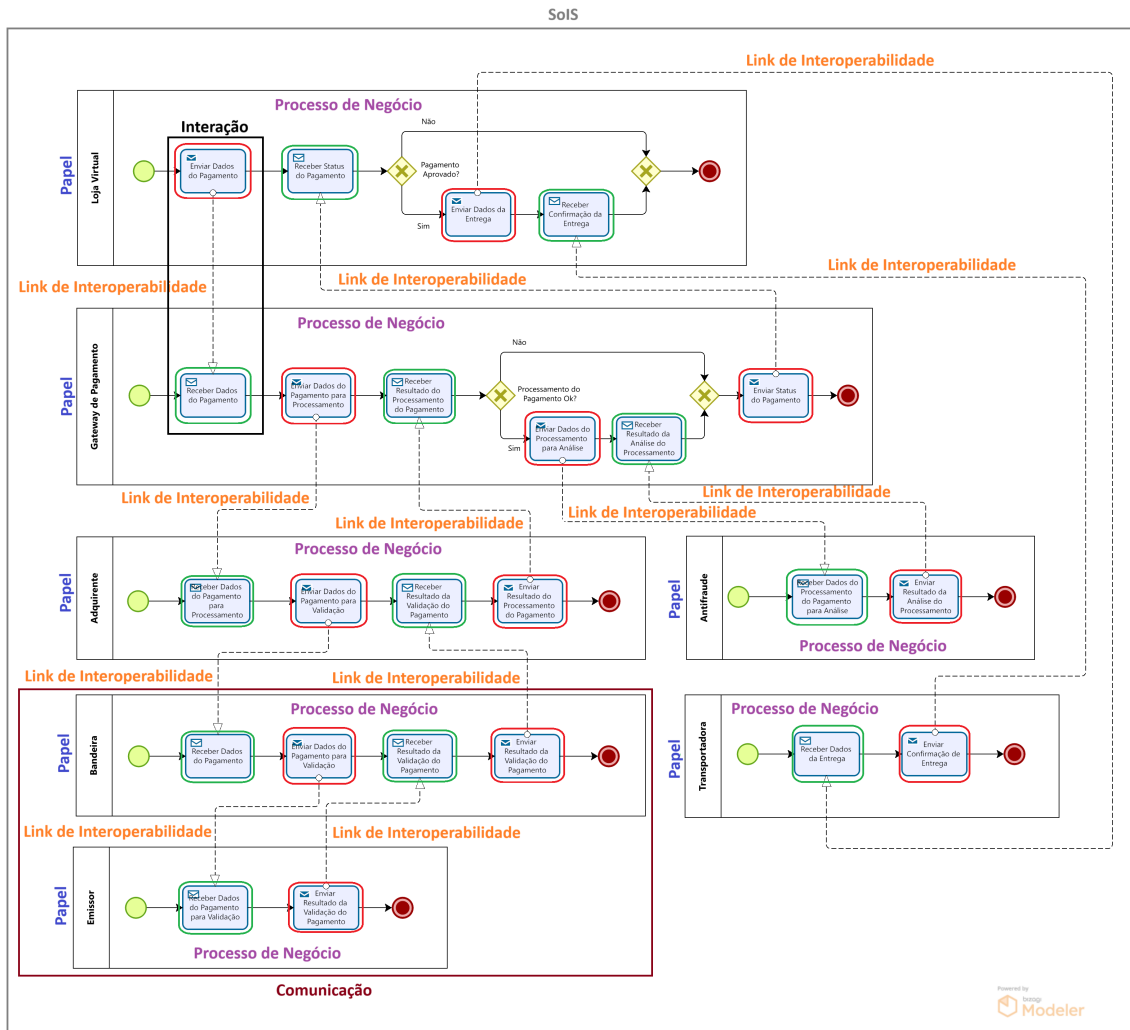
- **Gateway de Pagamento:** Processar as transações financeiras de forma segura e eficiente, atuando como um intermediário entre a loja virtual e as instituições financeiras. Ele recebe os dados do pagamento e os encaminha para validação e autorização.
  - **Adquirente:** Processar e liquidar as transações realizadas com cartões de crédito e débito. Ela faz a ponte entre o Gateway de Pagamento e as Bandeiras, recebendo as informações da transação e buscando a autorização junto ao Emissor.
  - **Antifraude:** Analisar as transações financeiras para identificar e prevenir possíveis fraudes, minimizando riscos para a loja e para os clientes.
  - **Bandeira:** Prover a infraestrutura e as regras para que as transações com cartões de crédito e débito aconteçam. Ela garante a comunicação e a padronização entre Adquirentes e Emissores.
  - **Emissor:** Autorizar ou negar as transações de pagamento com base no limite de crédito ou saldo disponível do cliente, garantindo a segurança e a integridade financeira do portador do cartão.
  - **Transportadora:** Coletar os produtos vendidos pela Loja Virtual e entregá-los ao cliente final, garantindo a efetivação da compra.
- **Processo de Negócio:** No modelo BPMN, cada *Pool* contém o fluxo de Atividades que representa um Processo de Negócio específico. No exemplo do *e-commerce*, temos os processos individuais de cada Papel que, em conjunto, buscam atingir os objetivos de venda e entrega de produtos.
  - **Atividade:** No modelo BPMN, as Atividades são representadas pelas *Tasks* dentro das *Pools*.
    - **Remetente/Receptora:** A natureza de uma Atividade como Remetente ou Receptora é representada no BPMN pela direção dos *Message Flows* conectados a ela. Pode também ser explicitada pelo tipo de *Task* utilizada, como *Send Task* (para Remetente) ou *Receive Task* (para Receptora). Na Figura 5.2, as Atividades Remetentes estão marcadas em vermelho e as Atividades Receptoras estão marcadas em verde.
  - **Participante:** No metamodelo, o Participante é a instância concreta que executa um Papel. Não há um elemento BPMN específico para representar instâncias de Participantes (as *Pools* representam os Papéis abstratos). A gestão dos Participantes, ou seja, a definição de quais organizações concretas assumem quais Papéis e seu estado operacional (ativo/inativo) no SoIS, é tratada em uma camada externa à modelagem BPMN, materializando-se no ambiente de simulação (detalhado na

Seção 5.2). No contexto do *e-commerce*, alguns exemplos de Participantes para cada Papel são:

- **Loja Virtual:** Amazon, Mercado Livre.
  - **Gateway de Pagamento:** PagSeguro, BrasPag.
  - **Adquirente:** Cielo, Rede.
  - **Antifraude:** ClearSale, CyberSource.
  - **Bandeira:** Visa, Mastercard, Elo.
  - **Emissor:** Itaú, Banco do Brasil, Santander, Bradesco, Nubank.
  - **Transportadora:** Correios, Loggi, Total Express.
- **Link de Interoperabilidade:** No modelo BPMN, os Links de Interoperabilidade (tanto Tecnológica quanto Sociotécnica) são representados visualmente pelos *Message Flows* que conectam Atividades entre diferentes *Pools* (Papéis). No entanto, os requisitos específicos de interoperabilidade (os Tipos de Interoperabilidade Tecnológica e Sociotécnica necessários para cada conexão) não são elementos gráficos diretos no BPMN padrão. Eles são atributos semânticos que enriquecem a descrição das Interações e Comunicações modeladas e são gerenciados na camada de dados da solução (detalhada na Seção 5.2). Por exemplo, o *Message Flow* entre a Atividade "Enviar Dados da Entrega"(Loja Virtual) e "Receber Dados da Entrega"(Transportadora) representa um Link de Interoperabilidade que pode requerer tipos como Sintático e Técnico.
  - **Interação:** No modelo BPMN, uma Interação é representada visualmente pela combinação das *Tasks* (Remetente e Receptora em *Pools* diferentes) e o *Message Flow* que as conecta. Por exemplo, a mensagem com os dados do pagamento, enviada pela *Task* "Enviar Dados do Pagamento"(Loja Virtual) para a *Task* "Receber Dados do Pagamento"(Gateway de Pagamento), representa uma Interação.
  - **Comunicação:** No modelo BPMN, a Comunicação não possui um elemento visual único. Ela é representada pelo conjunto de todas as Interações (ou seja, o conjunto de *Message Flows* com as *Tasks* associadas) que ocorrem entre duas *Pools* (Papéis) específicas para atingir um objetivo de negócio. Por exemplo, a Comunicação entre os Papéis Bandeira e Emissor inclui as Interações de envio/recebimento dos dados para validação e de envio/recebimento do resultado da validação.

A avaliação da instanciação no cenário do *e-commerce* resultou nos seguintes valores para as métricas:

- **Expressividade:** Atingiu o valor 0.75 (9/12). Esse resultado foi calculado comparando o número de conceitos do metamodelo representados na instanciação BPMN (9 (nove): SoIS, Processo de Negócio, Atividade, Remetente, Receptora, Papel, Interação, Comunicação, Link de Interoperabilidade geral) com o número total de conceitos definidos no metamodelo (12 (doze): os 9 anteriores mais Participante,



**Figura 5.2** Processo de Negócio SoIS - Loja Online - Elementos Metamodelo

Link Tecnológico especializado e Link Sociotécnico especializado). Esse valor demonstra que o metamodelo é suficientemente expressivo para representar o domínio, embora a sintaxe concreta do BPMN não materialize todos os conceitos abstratos diretamente.

- **Aderência Sintática:** Atingiu o valor 1.0 (9/9) Este resultado indica que todos os conceitos do metamodelo que puderam ser representados visualmente no modelo BPMN do *e-commerce* foram mapeados utilizando exatamente os símbolos e estruturas corretas, conforme as regras de mapeamento definidas nesta seção (ex: Papel como *Pool*, Atividade como *Task*, etc). É importante notar que este valor não significa que o BPMN conseguiu representar todos os conceitos do metamodelo (essa cobertura é medida pela métrica de Expressividade, que resultou em 0.75); ele apenas confirma que, para os conceitos representados, a sintaxe concreta utilizada foi a correta.

### 5.1.2 Plano de Saúde

Seguindo a mesma metodologia de validação estática, o metamodelo foi instanciado em um segundo domínio: um SoIS colaborativo de plano de saúde (Figura 5.3), cujo objetivo global é "Garantir o acesso eficiente e coordenado dos beneficiários a serviços de saúde". Nele, um Beneficiário/Paciente busca atendimento em uma rede de prestadores (Clínicas/Consultórios, Laboratórios/Centros de Imagem). Para que um procedimento seja realizado, o prestador precisa interoperar com o Plano de Saúde para solicitar e obter autorização.

Neste cenário, o mapeamento dos elementos do metamodelo para o BPMN foi o seguinte:

- **SoIS:** O ecossistema de saúde suplementar como um todo, cujo objetivo é "Garantir o acesso eficiente e coordenado dos beneficiários a serviços de saúde". Visualmente, no modelo BPMN, o SoIS é representado pelo conjunto de todas as *Pools* que compõem o diagrama, encapsulando a colaboração como um todo.
- **Papel:** Representados pelas *Pools* do diagrama. Os Papéis instanciados e seus objetivos são:
  - **Beneficiário/Paciente:** Buscar e receber atendimento (consultas, exames) utilizando os benefícios do seu plano.
  - **Clínica/Consultório:** Prestar o serviço de consulta, solicitando a autorização necessária ao Plano de Saúde.
  - **Laboratório/Centro de Imagem:** Realizar exames e procedimentos diagnósticos mediante autorização prévia.
  - **Plano de Saúde:** Atuar como a operadora que valida a elegibilidade e autoriza (ou nega) as solicitações dos prestadores.
- **Processo de Negócio:** O fluxo de Atividades contido dentro de cada *Pool*, como o "Solicitar Atendimento de Saúde"(do Beneficiário) ou o "Processar Autorizações de Saúde"(do Plano de Saúde).
- **Atividade:** Representadas pelas *Tasks* dentro das *Pools*, como "Solicitar Autorização de Consulta"(da Clínica/Consultório).
  - **Remetente/Receptora:** A natureza da Atividade (se envia ou recebe), representada visualmente pelas *Tasks* de Envio (ex: "Solicitar Autorização") e Recebimento (ex: "Receber Solicitação").
- **Participante:** As instâncias organizacionais concretas (não visíveis no BPMN). No contexto do plano de saúde, alguns exemplos de Participantes para cada Papel são:
  - **Beneficiário/Paciente:** Maria Silva, João Santos.

- **Clínica/Consultório:** Clínica Ortopédica da Bahia, Clínica Ame, Consultório Dr. Carlos Andrade.
- **Laboratório/Centro de Imagem:** Labchecap, Delfin Imagem, Sabin Diagnóstico
- **Plano de Saúde:** SulAmérica, Unimed, Bradesco Saúde.
- **Link de Interoperabilidade:** Representados visualmente pelos *Message Flows* que conectam as *Tasks* entre *Pools* diferentes. Por exemplo, a conexão entre as *Tasks* "Solicitar Agendamento de Consulta"(de Beneficiário/Paciente) e "Receber Solicitação de Agendamento"(de Clínica/Consultório).
- **Interação:** A combinação de uma *Send Task*, uma *Receive Task* e o *Message Flow* entre elas, como por exemplo o a interação do "Pedido de Autorização de Exame", que ocorre entre as *Tasks* "Solicitar Agendamento de Exame"(de Beneficiário/Paciente) e "Receber Solicitação de Agendamento de Exame"(de Laboratório/Centro de Imagem).
- **Comunicação:** O conjunto de Interações que cumpre um objetivo de negócio, como a "Autorização de Consulta Médica", que inclui todas as Interações entre Clínica/Consultório e Plano de Saúde.

A avaliação da instanciação no cenário do plano de saúde resultou nos seguintes valores para as métricas:

- **Expressividade:** Atingiu o valor 0.75 (9/12). Esse resultado foi calculado comparando o número de conceitos do metamodelo representados na instanciação BPMN (9 (nove): SoIS, Processo de Negócio, Atividade, Remetente, Receptora, Papel, Interação, Comunicação, Link de Interoperabilidade geral) com o número total de conceitos definidos no metamodelo (12 (doze): os 9 anteriores mais Participante, Link Tecnológico especializado e Link Sociotécnico especializado). Esse valor demonstra que o metamodelo é suficientemente expressivo para representar o domínio, embora a sintaxe concreta do BPMN não materialize todos os conceitos abstratos diretamente.
- **Aderência Sintática:** Atingiu o valor 1.0 (9/9). Este resultado indica que todos os conceitos do metamodelo que puderam ser representados visualmente no modelo BPMN do plano de saúde foram mapeados utilizando exatamente os símbolos e estruturas corretas, conforme as regras de mapeamento definidas nesta seção (ex: Papel como *Pool*, Atividade como *Task*, etc). É importante notar que este valor não significa que o BPMN conseguiu representar todos os conceitos do metamodelo (essa cobertura é medida pela métrica de Expressividade, que resultou em 0.75); ele apenas confirma que, para os conceitos representados, a sintaxe concreta utilizada foi a correta.

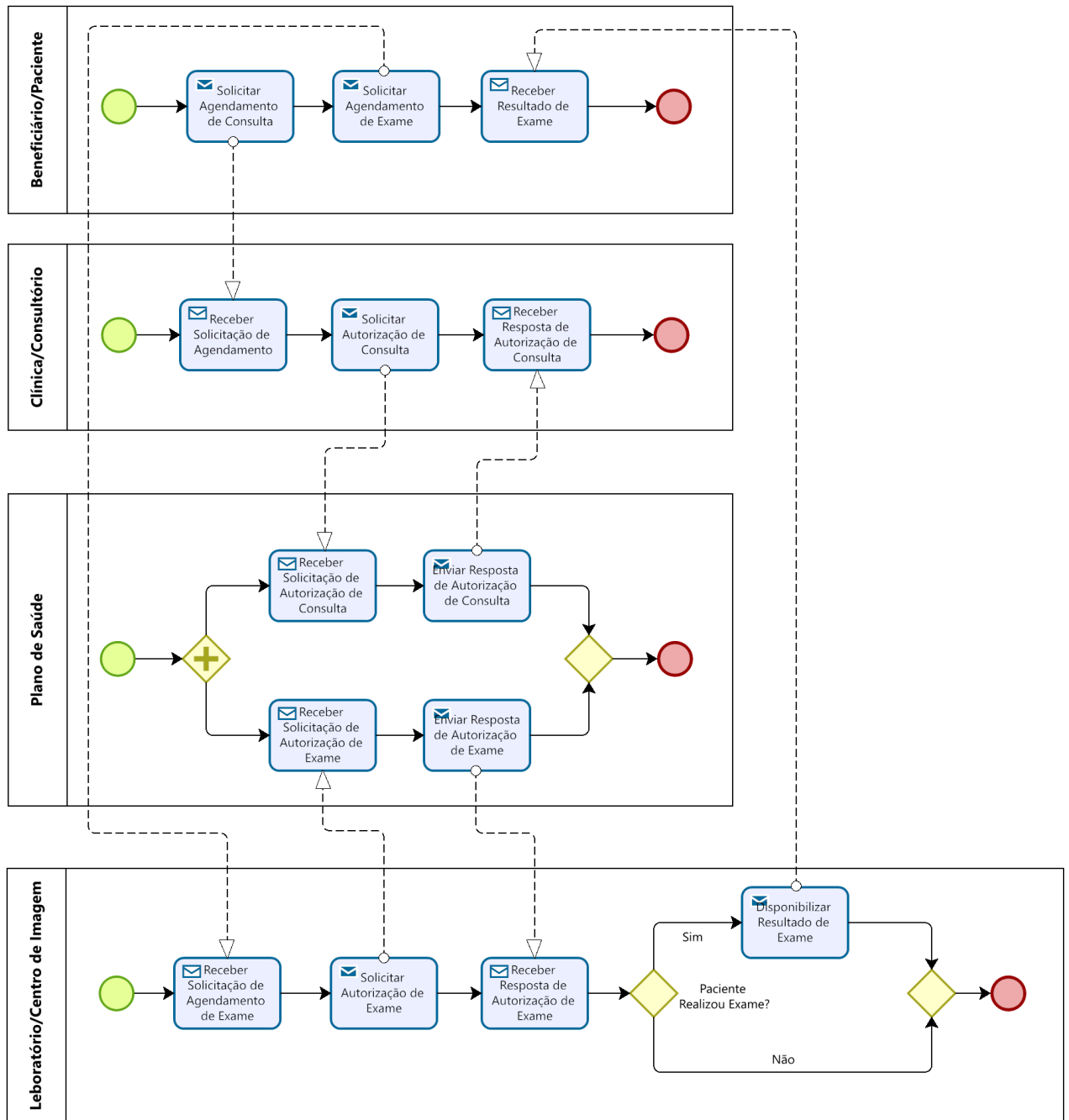


Figura 5.3 Processo de Negócio SoIS - Plano de Saúde

### 5.1.3 Segurança Pública

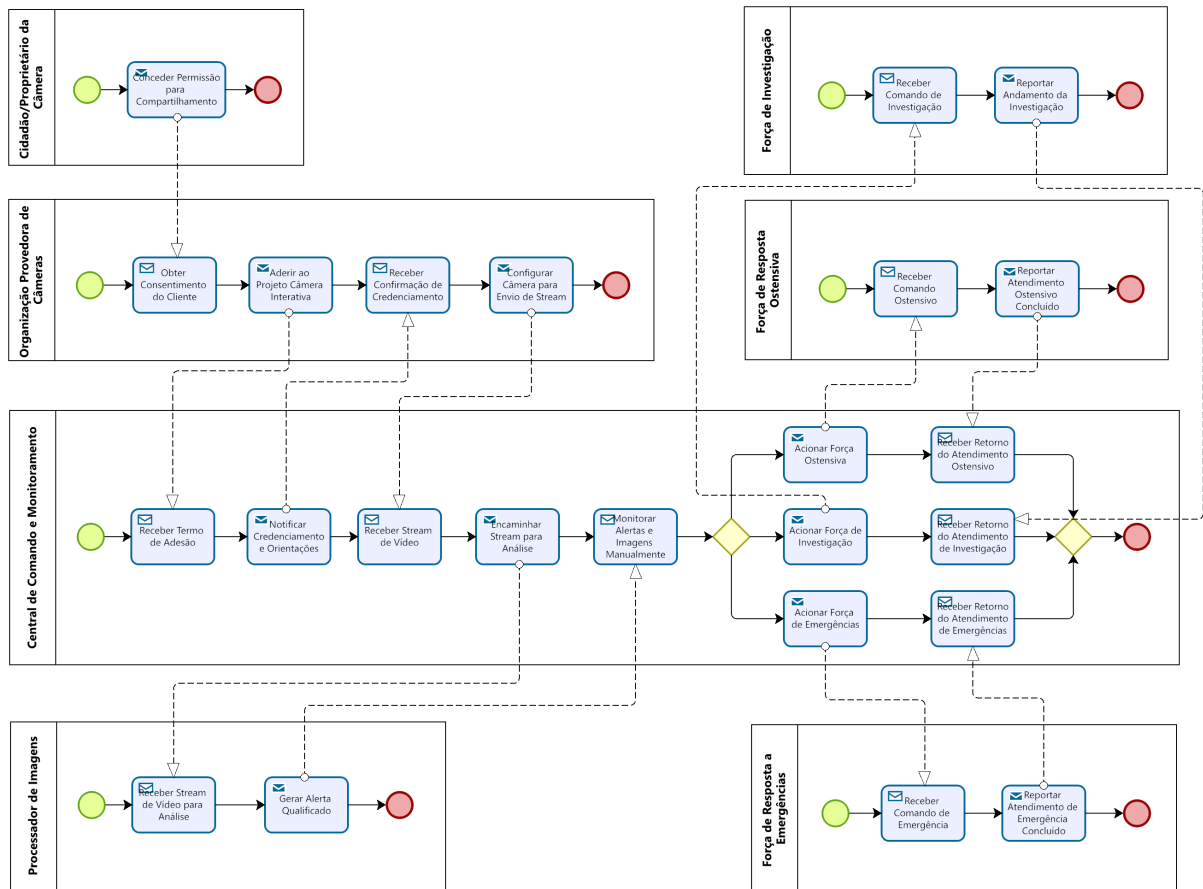
Por fim, a validação estática foi aplicada a um terceiro domínio: um SoIS colaborativo de segurança pública (Figura 5.4), inspirado em iniciativas reais de colaboração no estado da Bahia. É importante notar que, embora a integração direta entre as duas iniciativas a seguir não seja uma realidade implementada, este cenário foi construído como um caso de teste realista e plausível para a avaliação da generalização.

A concepção do cenário baseia-se na integração entre o projeto "Câmera Interativa" [Secretaria da Segurança Pública da Bahia 2022], que busca aumentar, com o apoio da sociedade, a quantidade de pontos de monitoramento de locais públicos, aproveitando-se da disponibilidade de câmeras privadas apontadas para espaços públicos, e o projeto de pesquisa "Cloud Security Interoperable Society (CSIS)" [Figueiredo et al. 2025], que investiga a infraestrutura de interoperabilidade em nuvem para o processamento inteligente de *streams* de vigilância.

Neste cenário, o objetivo global do SoIS é "Ampliar a capacidade de monitoramento e proteção da cidade através do compartilhamento voluntário de imagens de câmeras privadas com a Secretaria de Segurança Pública (SSP)". Nele, organizações privadas (lojas, condomínios, postos de gasolina etc) compartilham voluntariamente seus *streams* de vídeo com a SSP. Para receber um alerta qualificado, a SSP precisa interoperar com o CSIS, que é responsável pela análise das imagens e pelo envio dos alertas. Posteriormente, a SSP aciona a força de segurança apropriada (Polícia Militar, Polícia Civil ou Corpo de Bombeiros).

O mapeamento dos elementos do metamodelo (sintaxe abstrata) para a notação BPMN (sintaxe concreta) neste domínio foi:

- **SoIS:** O ecossistema colaborativo de monitoramento como um todo. Visualmente, no modelo BPMN, o SoIS é representado pelo conjunto de todas as *Pools* que compõem.
- **Papel:** Representados pelas *Pools* do diagrama. Os Papéis instanciados e seus objetivos são:
  - **Cidadão/Proprietário da Câmera:** É o papel que representa a fonte inicial das imagens. Sua função é conceder voluntariamente a permissão de compartilhamento, executando o processo de "Autorizar Compartilhamento de Câmera".
  - **Organização Provedora de Câmeras:** Atua como a intermediária técnica e contratual. Ela gerencia o credenciamento do proprietário junto ao SoIS e é responsável por configurar e fornecer o *stream* de vídeo para a Central. Executa o processo de "Gerenciar Adesão e Fornecimento de Câmeras".
  - **Central de Comando e Monitoramento:** Sua função é receber os *streams* de vídeo, encaminhá-los para análise, receber os alertas qualificados e realizar o despacho (acionamento) para a força de segurança apropriada. Executa o processo de "Monitorar, Analisar e Despachar Ocorrências".



**Figura 5.4** Processo de Negócio SoIS - Segurança Pública

- **Processador de Imagens:** Atua como o parceiro técnico de análise. Sua função é receber os *streams* de vídeo brutos da Central de Comando e aplicar algoritmos de inteligência para gerar alertas qualificados (detectando incidentes), devolvendo-os à Central. Executa o processo de "Processar e Qualificar Alertas de Vídeo".
- **Força de Resposta Ostensiva:** É o papel responsável pela resposta imediata a incidentes em andamento. É acionado pela Central de Comando para intervenções em tempo real (como um crime em progresso detectado pela análise de vídeo) e deve reportar a conclusão do atendimento. Executa o processo de "Atender Acionamento Ostensivo".
- **Força de Investigação:** É o papel responsável pela análise posterior dos fatos. É notificada pela Central de Comando sobre eventos que já ocorreram e que demandam um acompanhamento investigativo (como a identificação de

suspeitos). Executa o processo de "Gerenciar Investigação de Ocorrência".

- **Força de Resposta a Emergências:** É o papel acionado para incidentes que não são de natureza policial, mas que são detectados pelo monitoramento, como incêndios, acidentes de trânsito graves ou desastres. Executa o processo de "Atender Chamado de Emergência".
- **Processo de Negócio:** O fluxo de Atividades contido dentro de cada *Pool*, como o "Monitorar, Analisar e Despachar Ocorrências"(da Central de Comando).
- **Atividade:** Representadas pelas *Tasks* dentro das *Pools*, como "Encaminhar Stream para Análise"ou "Gerar Alerta Qualificado".
  - **Remetente/Receptora:** A natureza da Atividade (se envia ou recebe), representada visualmente pelas *Tasks* de Envio (ex: "Acionar Força Ostensiva"e Recebimento (ex: "Receber Comando Ostensivo").
- **Participante:** As instâncias organizacionais concretas (não visíveis no BPMN). No contexto da segurança pública podemos ter participantes únicos e participantes dinâmicos:
  - **Cidadão/Proprietário da Câmera:** "Condomínio Le Parc", "Posto Shell (Av. Paralela)", "Shopping da Bahia"
  - **Organização Provedora de Câmeras:** "Verisure", "SegurPro", "Intelbras SIM".
  - **Central de Comando e Monitoramento:** SSP/BA.
  - **Processador de Imagens:** CSIS.
  - **Força de Resposta Ostensiva:** Polícia Militar (PM/BA).
  - **Força de Investigação:** Polícia Civil (PC/BA).
  - **Força de Resposta a Emergências:** Corpo de Bombeiros (CBM/BA).
- **Link de Interoperabilidade:** Representados visualmente pelos *Message Flows* que conectam as *Tasks* entre *Pools* diferentes.
- **Interação:** A combinação de uma *Task* Remetente, uma *Task* Receptora e o *Message Flow* entre elas, como o "Envio de Alerta Qualificado".
- **Comunicação:** O conjunto de Interações que cumpre um objetivo de negócio, como o "Ciclo de Resposta Ostensiva"(que inclui a solicitação e a resposta).

A gestão dos Participantes (as instâncias organizacionais concretas) demonstra a natureza híbrida deste SoIS. Os papéis estáveis, neste cenário, são executados por Participantes únicos e fixos: a "SSP/BA"atua como "Central de Comando e Monitoramento"; a "Polícia Militar (PM/BA)"como "Força de Resposta Ostensiva"; a "Polícia Civil (PC/BA)"como "Força de Investigação"; o "Corpo de Bombeiros (PM/BA)"como "Força de Resposta a Emergências"; e o "CSIS"como "Processador de Imagens".

Em contrapartida, os papéis dinâmicos (a fonte da dinâmica de entrada e saída) podem ter muitos participantes, como "Condomínio Le Parc", "Posto Shell (Av. Paralela)" ou "Shopping da Bahia" (para o papel "Cidadão/Proprietário da Câmera") e "Verisure", "SegurPro" ou "Intelbras SIM" (para o papel "Organização Provedora de Câmeras").

A avaliação da instanciação no cenário da segurança pública resultou nos seguintes valores para as métricas:

- **Expressividade:** Atingiu o valor 0.75 (9/12). Pelas mesmas razões dos cenários anteriores, as limitações da sintaxe concreta do BPMN em representar "Participante" (a instância) e os "Tipos de Link" especializados persistem, resultando na mesma proporção de 9/12 conceitos representados.
- **Aderência Sintática:** Atingiu o valor 1.0 (9/12). Todos os conceitos mapeáveis (Papel, Atividade, etc.) foram representados usando a sintaxe BPMN correta (*Pools*, *Tasks*, etc.) no modelo BPMN da segurança pública.

#### 5.1.4 Análise da Expressividade e da Aderência Sintática

A instanciação do metamodelo nos três domínios (*e-commerce*, plano de saúde e segurança pública) conclui a validação estática da proposta. O resultado é a confirmação da generalização do metamodelo, dado que a expressividade e a consistência da proposta foram mantidas em todos os cenários, com as métricas de Expressividade e Aderência Sintática atingindo, respectivamente, 0.75 e 1.0. O valor máximo de Expressividade (1.0) não foi atingido devido a uma limitação intrínseca do BPMN (a sintaxe concreta), que não possui elementos para representar visualmente os conceitos de Participante (a instância organizacional) e os Tipos de Link especializados.

A limitação da expressividade, no entanto, reforça a solução central deste trabalho. O valor de 0.75, consistente nos três domínios, indica que o mapeamento é robusto, mas mostra a necessidade de gerenciar os atributos ausentes (Participante, Tipos de Link) em uma camada de dados externa (as planilhas de configuração e o *ledger*). Essa estratégia de gestão externa é importante, pois é a forma como a solução proposta supera as restrições da notação padrão para manter o foco na dinâmica de runtime do SoIS.

O resultado na validação estática evidencia, portanto, que a estrutura conceitual do metamodelo está apta para modelar os cenários complexos de SoIS. Este resultado serve como o pré-requisito fundamental para a próxima fase: a Validação da Simulação (Seção 5.2), que terá o objetivo de comprovar que os Links de Interoperabilidade e a dinâmica de Participantes são gerenciados com eficácia em tempo de execução, demonstrando a resiliência e a adaptabilidade da solução.

## 5.2 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO VIA SIMULAÇÃO

Esta seção apresenta a avaliação da solução proposta, correspondendo à etapa de Avaliação da Implementação da DSR. Conforme definido na metodologia, o objetivo desta etapa é cumprir o Objetivo Específico 7 (Avaliar a aplicabilidade da solução proposta).

A estratégia de avaliação adotada é classificada como uma Simulação de Eventos Discretos (*Discrete Event Simulation* - DES). De acordo com a definição clássica de [Banks

1998], a simulação é a imitação da operação de um sistema real ao longo do tempo por meio de um modelo. Nesta pesquisa, o sistema imitado é a dinâmica colaborativa de um SoIS, e o modelo é o metamodelo estruturado no Capítulo 4.

A natureza semiautomatizada da abordagem não a desqualifica como simulação, pelo contrário, caracteriza-a como uma simulação com intervenção humana (*human-in-the-loop*). Enquanto os gatilhos externos (como a decisão de uma organização entrar ou sair do SoIS) são representados pela inserção manual de dados, toda a lógica subsequente, como a verificação de links de interoperabilidade, a execução do algoritmo de roteamento e a persistência imutável no *ledger*, ocorre de forma automatizada pelo artefato. Assim, o ambiente cumpre os requisitos de uma simulação ao representar estados discretos do sistema e a evolução do fluxo de colaboração em resposta a eventos dinâmicos.

A necessidade de avaliar o artefato por meio de métodos rigorosos, como a simulação, decorre do próprio modelo conceitual da DSR [March e Smith 1995]. Essa estratégia permite observar o comportamento da solução em condições representativas dos fenômenos investigados (instabilidade da composição do SoIS) sem os custos e riscos logísticos de uma implementação em ambiente de produção real. Os passos seguidos nesta avaliação consistiram em três fases sequenciais: a definição das métricas, o mapeamento das variáveis para o ambiente de execução e, finalmente, a análise dos sub-cenários em cada domínio. Esta avaliação foi estruturada em torno das duas atividades:

- **Avaliar a Dinâmica no Cenário Piloto do *e-commerce*:** Uma análise em profundidade utilizando o cenário do *e-commerce* (detalhado na Seção 5.1.1) para simular a operação normal, a entrada de um novo participante e a saída (com roteamento) de um participante existente. O objetivo foi avaliar detalhadamente a viabilidade, adaptabilidade e resiliência da solução neste contexto controlado.
- **Avaliar a Generalização em Múltiplos Cenários:** Uma análise em amplitude para verificar se a aplicabilidade da lógica de simulação e os benefícios do metamodelo se estendem a outros domínios. Para isso, a solução foi instanciada e simulada em dois cenários adicionais distintos: um cenário de plano de saúde (detalhado na Seção 5.1.2) e um cenário de segurança pública (detalhado na Seção 5.1.3).

Para avaliar objetivamente a eficácia da solução durante as simulações, foram definidas quatro métricas quantitativas, detalhadas na Tabela 5.2. Essas métricas capturam aspectos essenciais relacionados à capacidade da solução de manter a continuidade do processo e a integridade da colaboração em face da dinâmica dos participantes.

A métrica de Viabilidade do Fluxo corresponde à proporção de fluxos de execução planejados que foram concluídos com sucesso no cenário base. A Adaptabilidade à Entrada mede a proporção de novos participantes que foram incorporados sem interromper o objetivo global do SoIS. A Resiliência ao Roteamento avalia a proporção de interações afetadas pela saída de um participante que foram reatribuídas com sucesso. Finalmente, a Transparência e Imutabilidade verifica se todos os eventos registrados no *ledger* mantêm *hashes* criptográficos válidos, assegurando a integridade cronológica. Todas as métricas foram normalizadas para um intervalo contínuo de  $[0, 1]$ , onde 1 representa o valor de referência ideal.

**Tabela 5.2** Métricas para Avaliação da Simulação

Métrica	O que Mede	Como o Resultado é Medido
Viabilidade do Fluxo	A capacidade de completar o objetivo global do SoIS no Cenário Base de Operação Normal.	$\frac{\text{Fluxos Concluídos com Sucesso}}{\text{Fluxos Totais}}$
Adaptabilidade à Entrada	A capacidade do SoIS de incorporar um novo participante sem interrupção	$\frac{\text{Entradas Incorporadas com Sucesso}}{\text{Entradas Tentadas}}$
Resiliência ao Rerroteamento	A capacidade de manter o objetivo global após a saída de um participante crítico (requerendo rerroteamento).	$\frac{\text{Interações Rerroteadas com Sucesso}}{\text{Interações Afetadas}}$
Transparência e Imutabilidade	A capacidade do ambiente de simulação de prover rastreabilidade e um registro auditável das ações.	$\frac{\text{Eventos com Hash Válido}}{\text{Eventos Totais}}$

Para executar a avaliação, o primeiro passo foi configurar o cenário base de cada SoIS. Este processo envolveu a transferência manual dos dados estáticos dos modelos BPMN (como os detalhados na Seção 5.1) para as abas correspondentes das planilhas no Google Sheets.

As informações das *Pools* foram inseridas na aba Papeis. Os Processos de Negócio devem ser inseridos na aba ProcessosNegocio, e cada Atividade deve ser registrada na aba Atividades. Durante esse preenchimento, o *script* do Google Apps Script foi executado para gerar os IDs e associar corretamente as chaves estrangeiras (ex: ligando Atividades aos seus ProcessosNegocio e ProcessosNegocio aos seus Papeis).

Ao final desta etapa de configuração, o ambiente de simulação estava estabelecido com o estado inicial estático do SoIS, pronto para a execução dos cenários dinâmicos. A simulação dinâmica consistiu em adicionar ou atualizar manualmente os dados que representam os elementos dinâmicos (como a inclusão de novos Participantes ou o registro de Interações), servindo como gatilho para o *script* Python, que monitora continuamente o ambiente. A seguir, os resultados da execução desta simulação em cada domínio são apresentados.

### 5.2.1 E-Commerce

Esta seção inicia a validação dinâmica, correspondendo à atividade "Avaliar Dinâmica no Cenário Piloto" da etapa de "Avaliação da Implementação" da DSR. O objetivo é realizar uma análise em profundidade da aplicabilidade da solução no cenário piloto do *e-commerce*.

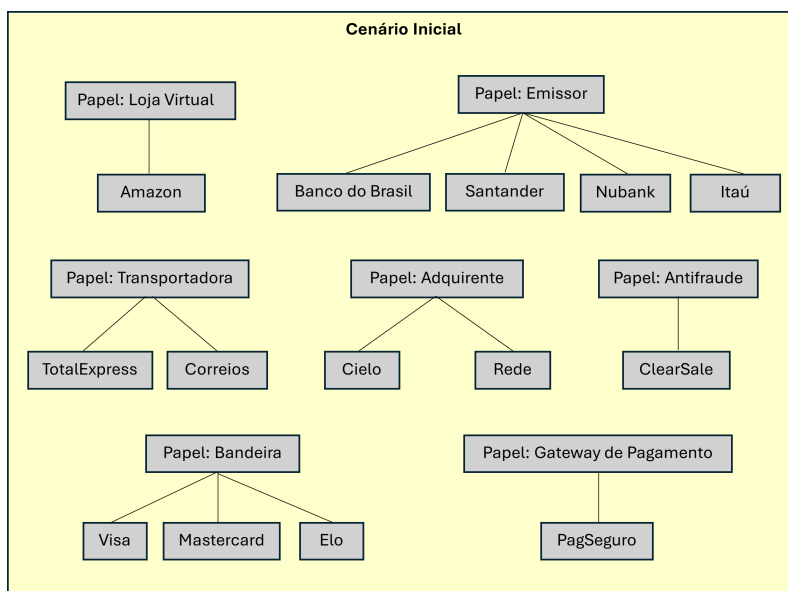
Este cenário, cuja instanciação estática foi detalhada na Seção 5.1.1, representa o SoIS

clássico de *e-commerce*. Para a simulação, os dados estáticos (Papéis, Processos, Atividades) foram configurados na planilha Google Sheets (<https://tinyurl.com/m3w973a7>), seguindo a mesma metodologia descrita na introdução da Seção 5.2.

A análise dos cenários de simulação apresentados a seguir é baseada nos dados gerados e registrados no *ledger* de eventos, conforme a arquitetura de implementação descrita no Capítulo 4. O *log* bruto completo gerado pela simulação, que consiste em uma cadeia de eventos em formato técnico (conforme exemplificado no Apêndice A), garante a rastreabilidade e a imutabilidade, mas pode ser complexo para a leitura e interpretação direta. Portanto, para facilitar a análise e a clareza deste capítulo, os registros do *ledger* foram organizados e são aqui apresentados em um formato de tabela legível. Esta apresentação sumariza os eventos técnicos em descrições de linguagem natural, permitindo uma compreensão mais amigável do fluxo de execução.

### Cenário 1: Operação Normal (Linha de Base) - Viabilidade do Fluxo

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Viabilidade do Fluxo (Tabela 5.2). Conforme o modelo do *e-commerce* (Figura 5.1), baseado no metamodelo proposto (Figura 4.1), o estado inicial do SoIS foi configurado com 14 Participantes Ativos (Figura 5.5). O estado final esperado é o alcance do objetivo global do SoIS, "Venda e Entrega de Produtos". Isso é verificado pela conclusão bem-sucedida da colaboração entre todos os processos de negócio dos Papéis (iniciada pelo processo Gerenciar Pedido de Compra, da Loja Virtual), com todas as interações e comunicações necessárias registradas de forma íntegra no *ledger*.



**Figura 5.5** Participantes Iniciais - SoIS *e-commerce*

- **Execução:** A simulação foi executada seguindo os seguintes passos:

1. **Configuração:** Os 14 participantes (Amazon, PagSeguro, Cielo, etc.) foram cadastrados um a um na aba Participantes do Google Sheets com Status Ativo. O *script* Python, ao detectar as mudanças, registrou 14 eventos Participante\_Entrou no *ledger* (Figura 5.6).

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
1	10:41:29	Participante_Entrou: O participante <b>Amazon</b> (ID: 1) entrou no SoIS.
2	10:41:57	Participante_Entrou: O participante <b>PagSeguro</b> (ID: 2) entrou no SoIS.
3	10:41:57	Participante_Entrou: O participante <b>Cielo</b> (ID: 3) entrou no SoIS.
4	10:42:24	Participante_Entrou: O participante <b>Rede</b> (ID: 4) entrou no SoIS.
5	10:42:52	Participante_Entrou: O participante <b>ClearSale</b> (ID: 5) entrou no SoIS.
6	10:43:20	Participante_Entrou: O participante <b>Visa</b> (ID: 6) entrou no SoIS.
7	10:43:20	Participante_Entrou: O participante <b>Mastercard</b> (ID: 7) entrou no SoIS.
8	10:43:48	Participante_Entrou: O participante <b>Elo</b> (ID: 8) entrou no SoIS.
9	10:44:15	Participante_Entrou: O participante <b>Itaú</b> (ID: 9) entrou no SoIS.
10	10:44:15	Participante_Entrou: O participante <b>Banco do Brasil</b> (ID: 10) entrou no SoIS.
11	10:44:42	Participante_Entrou: O participante <b>Santander</b> (ID: 11) entrou no SoIS.
12	10:45:09	Participante_Entrou: O participante <b>Nubank</b> (ID: 12) entrou no SoIS.
13	10:45:37	Participante_Entrou: O participante <b>Correios</b> (ID: 13) entrou no SoIS.
14	10:45:37	Participante_Entrou: O participante <b>TotalExpress</b> (ID: 14) entrou no SoIS.

**Figura 5.6** Log do *Ledger* com os eventos de Entrada dos Participantes do SoIS do e-commerce

2. **Simulação do Fluxo:** As 12 Interações (de Solicitação de Pagamento a Confirmação de Entrega) e as 7 Comunicações necessárias para o fluxo de sucesso foram inseridas, uma a uma, respectivamente nas abas Interações e Comunicações do Google Sheets com Status Ativo e RegistradaNoLedger = FALSE.
  3. **Processamento:** A cada nova inserção, o *script* Python aplicou a lógica de roteamento (Sticky+RR), selecionou os participantes ativos corretos (ex: Amazon → PagSeguro), registrou os eventos Interacao\_Iniciada (Figura 5.7) e Comunicacao\_Iniciada (Figura 5.8) no *ledger* com seus respectivos *hashes*, e atualizou RegistradaNoLedger para TRUE.
- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Viabilidade do Fluxo atingiu o valor 1.0 porque o fluxo do processo correto foi executado integralmente. A análise do *ledger* (Figuras 5.6, 5.7, 5.8) confirmou que todos os participantes necessários estavam Ativos e todas as 12 interações e 7 comunicações definidas no modelo BPMN (Figura 5.1) foram executadas na sequência correta, com os participantes corretos sendo roteados para cada Papel, alcançando o estado final esperado.

### Cenário 2: Entrada de Novo Participante - Adaptabilidade

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Adaptabilidade à Entrada (Tabela 5.2). O estado inicial é o SoIS operando normalmente (como no final do Cenário 1, com Correios e Total Express ativos no papel Transportadora). O estado final esperado é que o SoIS incorpore um novo participante (Loggi) ao Papel Transportadora, registrando sua entrada no *ledger* e tornando-o elegível para futuras colaborações.
- **Execução:** A simulação foi executada nos seguintes passos:

ID Evento	Timestamp	Descrição da Interação	Links de Interoperabilidade (Tecnológica)
15	10:53:45	Interacao_Iniciada (Solicitação de Pagamento): <b>Amazon</b> (Loja Virtual) enviou dados para <b>PagSeguro</b> (Gateway de Pagamento).	Técnica, Sintática, Semântica
16	10:55:07	Interacao_Iniciada (Encaminhamento p/ Adquirente): <b>PagSeguro</b> (Gateway) enviou dados para <b>Cielo</b> (Adquirente).	Técnica, Sintática
17	10:56:28	Interacao_Iniciada (Roteamento p/ Bandeira): <b>Cielo</b> (Adquirente) enviou dados para <b>Visa</b> (Bandeira).	Técnica, Sintática
18	10:57:23	Interacao_Iniciada (Solicitação ao Emissor): <b>Visa</b> (Bandeira) enviou dados para <b>Banco do Brasil</b> (Emissor).	Técnica, Sintática, Semântica
19	10:58:44	Interacao_Iniciada (Retorno do Emissor): <b>Banco do Brasil</b> (Emissor) enviou resposta para <b>Visa</b> (Bandeira).	Técnica, Sintática, Semântica, Pragmática
20	10:59:40	Interacao_Iniciada (Retorno da Bandeira): <b>Visa</b> (Bandeira) enviou resposta para <b>Cielo</b> (Adquirente).	Técnica, Sintática, Semântica
21	11:01:01	Interacao_Iniciada (Retorno da Adquirente): <b>Cielo</b> (Adquirente) enviou resposta para <b>PagSeguro</b> (Gateway).	Técnica, Sintática, Semântica
22	11:02:22	Interacao_Iniciada (Análise de Risco): <b>PagSeguro</b> (Gateway) enviou dados para <b>ClearSale</b> (Antifraude).	Técnica, Sintática, Semântica
23	11:03:16	Interacao_Iniciada (Retorno da Análise): <b>ClearSale</b> (Antifraude) enviou resposta para <b>PagSeguro</b> (Gateway).	Técnica, Sintática, Semântica, Pragmática
24	11:04:12	Interacao_Iniciada (Notificação de Status): <b>PagSeguro</b> (Gateway) enviou status final para <b>Amazon</b> (Loja Virtual).	Técnica, Sintática, Semântica
25	11:05:07	Interacao_Iniciada (Solicitação de Entrega): <b>Amazon</b> (Loja Virtual) enviou dados para <b>Correios</b> (Transportadora).	Técnica, Sintática, Semântica
26	11:06:31	Interacao_Iniciada (Confirmação de Entrega): <b>Correios</b> (Transportadora) enviou confirmação para <b>Amazon</b> (Loja Virtual).	Técnica, Sintática, Blockchain

Figura 5.7 Log do *Ledger* com os eventos de Interação do SoIS do e-commerce

ID Evento	Timestamp	Descrição da Comunicação	Links de Interoperabilidade (Sociotécnica)
27	11:09:22	Comunicacao_Iniciada: <b>Solicitação e Retorno de Pagamento</b> (entre Loja e Gateway) foi registrada.	Processo
28	11:10:41	Comunicacao_Iniciada: <b>Autorização de Pagamento com Adquirente</b> (entre Gateway e Adquirente) foi registrada (Estado 1).	Processo de Negócio
29	11:12:02	Comunicacao_Iniciada: <b>Autorização de Pagamento com Adquirente</b> foi atualizada (Estado 2: completa).	Processo de Negócio
30	11:12:32	Comunicacao_Iniciada: <b>Encaminhamento de Transação à Bandeira</b> (entre Adquirente e Bandeira) foi registrada.	Processo
31	11:13:27	Comunicacao_Iniciada: <b>Solicitação e Resposta de Autorização</b> (entre Bandeira e Emissor) foi registrada.	Organizacional
32	11:13:55	Comunicacao_Iniciada: <b>Análise de Risco da Transação</b> (entre Gateway e Antifraude) foi registrada.	Processo
33	11:14:48	Comunicacao_Iniciada: <b>Confirmação de Entrega e Logística</b> (entre Loja e Transportadora) foi registrada.	Processo de Negócio, Organizacional

Figura 5.8 Log do *Ledger* com os eventos de Comunicação do SoIS do e-commerce

1. **Simulação da Entrada:** Um novo participante (Loggi, ID: 15) foi cadastrado manualmente na planilha Participantes com Status Ativo, associado ao Papel Transportadora.
2. **Registro no Ledger:** O *script* Python detectou a nova linha e registrou um evento Participante\_Entrou no *ledger* (Figura 5.9).

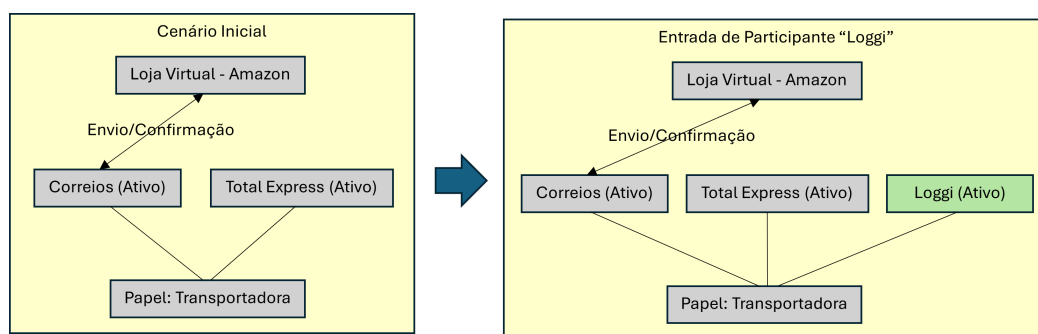
ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
34	14:45:25	Participante_Entrou: O participante <b>Loggi</b> (ID: 15) entrou no SoIS.

Figura 5.9 Log do *Ledger* com o evento de Entrada de um novo Participante no SoIS do e-commerce

3. **Consulta (Transparência):** Neste ponto, o novo participante (Loggi) utiliza a transparência da solução para se preparar. Ele pode consultar o histórico

do *ledger* (Figuras 5.7 e 5.8) para entender o fluxo do processo e identificar as Interações, Comunicações e os Links de Interoperabilidade (tecnológicos e sociotécnicos) associados ao seu Papel, entendendo assim os requisitos de colaboração.

- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Adaptabilidade à Entrada atingiu o valor 1.0 porque o SoIS incorporou o novo participante sem interrupção. O *ledger* (Figura 5.9) validou o registro, e o participante Loggi tornou-se Ativo e elegível no Papel Transportadora para seleção pela lógica de roteamento (RR) em futuras interações (conforme ilustrado na Figura 5.10), alcançando o estado final.



**Figura 5.10** Dinâmica de Entrada de Participante - SoIS *e-commerce*

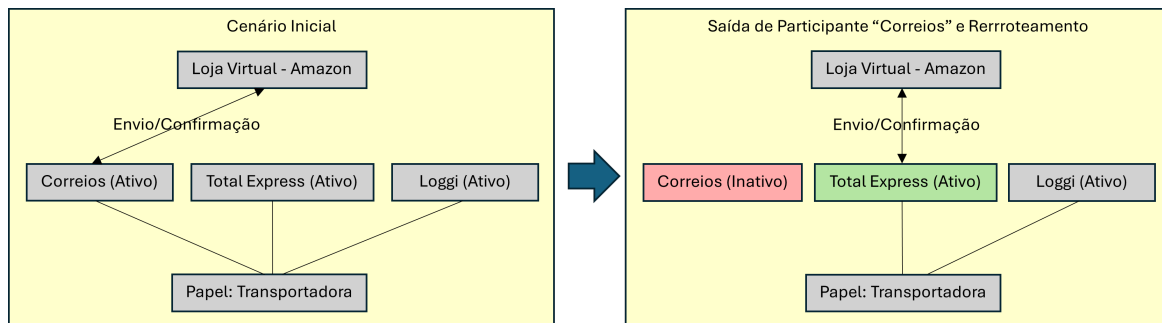
### Cenário 3: Saída de Participante e Rerroteamento Automático - Resiliência ao Rerroteamento

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Resiliência ao Rerroteamento (Tabela 5.2). O estado inicial é o SoIS operando normalmente (como no Cenário 2, com Correios, Total Express e Loggi ativos no papel Transportadora). O estado final esperado é que, mesmo após a saída de um participante (Correios), o processo continue a ser executado, com o *ledger* registrando o rerroteamento para um participante substituto (Total Express).
- **Execução:** A simulação foi executada nos seguintes passos:
  1. **Simulação da Falha:** O Status do participante Correios (ID: 13) foi alterado manualmente na planilha Participantes de Ativo para Inativo.
  2. **Registro no Ledger:** O *script* Python detectou a mudança e registrou os eventos *Atualizacao\_Atributo\_Participante* (ATIVO → INATIVO) e *Participante\_Saiu* (Figura 5.11).
  3. **Processamento do Rerroteamento:** Ao detectar a saída de um participante *sticky*, o *script* acionou a lógica RR, consultou a tabela *role\_routing\_state*, identificou Total Express como o próximo participante ativo para o Papel Transportadora, e registrou o evento *SoIS\_Rerroteamento\_Concluido* (Figura 5.11).

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
35	15:10:49	Atualizacao_Atributo_Participante: Status do participante <b>Correios</b> (ID: 13) foi alterado de "ATIVO" para "INATIVO".
36	15:10:49	Participante_Saiu: O participante <b>Correios</b> (ID: 13) saiu do SoIS.
37	15:10:49	SoIS_Rerroteamento_Concluido: Papel 'Transportadora' (ID: 7) reatribuido para o próximo participante ativo, <b>TotalExpress</b> .

**Figura 5.11** Log do *Ledger* com os eventos de Saída de um Participante e Rerroteamento do Papel no SoIS do e-commerce

- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Resiliência ao Rerroteamento atingiu o valor 1.0 porque o fluxo do processo foi mantido sem interrupção. O *ledger* (Figura 5.11) provou que a saída foi detectada e que o Papel Transportadora foi reatribuído automaticamente ao participante Total Express (como pode ser visto na Figura 5.12), permitindo que novas interações fossem concluídas e alcançando o estado final.

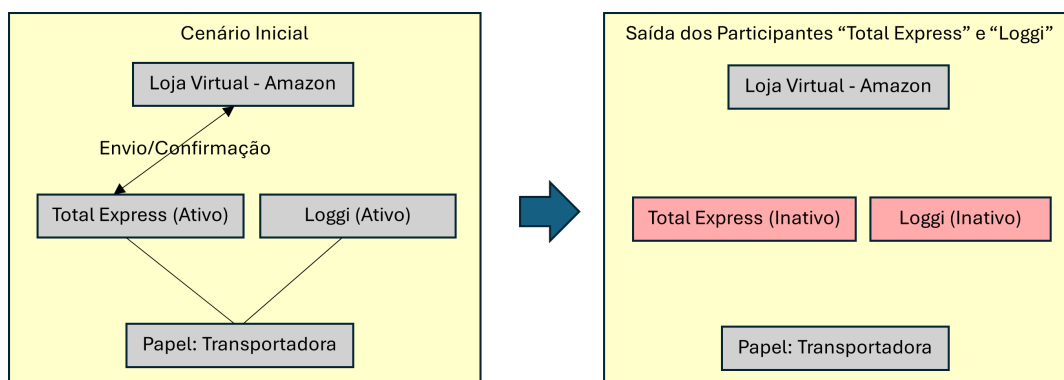


**Figura 5.12** Dinâmica de Saída e Rerroteamento de Participante - SoIS *e-commerce*

Esse rerroteamento automático é dependente da premissa de que existem outros participantes ativos (como Total Express ou Loggi) disponíveis para assumir o papel. Esta resiliência, portanto, possui um limite, que é atingido no cenário em que o último participante de um papel essencial se torna inativo, rompendo a interoperabilidade.

A Figura 5.13 ilustra um cenário de impacto crítico. Na fase "Antes da Saída", a Loja Virtual interage normalmente com o participante Total Express e tem o participante Loggi disponível para interação, ambos desempenhando o papel de Transportadora. Na fase "Após a Saída", todos os participantes associados ao papel de Transportadora tornam-se inativos. Conseqüentemente, o elo de interoperabilidade necessário para a entrega é rompido, e a Loja Virtual não consegue mais realizar a interação necessária. Este cenário resulta na impossibilidade de alcançar o objetivo global do SoIS de "Venda e Entrega de Produtos", demonstrando uma falha crítica na continuidade do serviço.

A simulação foi estendida para demonstrar essa resiliência em cascata e o eventual ponto de falha do sistema. Após o sistema rerrotear com sucesso de Correios para Total Express, foi simulada a saída de Total Express. O sistema novamente demonstrou resiliência, detectando a falha e rerroteando o papel Transportadora para o último participante disponível, Loggi. Em seguida, foi simulada a saída do participante Loggi. Neste



**Figura 5.13** Rompimento da Interoperabilidade e Impacto Crítico por Saída Total de Participantes - SoIS *e-commerce*

ponto, o papel Transportadora ficou sem nenhum participante ativo (Correios, TotalExpress e Loggi estavam todos inativos). O sistema tentou executar o roteamento, não encontrou substitutos e, corretamente, registrou um evento de "SoIS\_Impacto\_Critico", validando o cenário de falha total. O *log* desses eventos pode ser visto na Figura 5.14.

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
38	15:15:00	Atualizacao_Atributo_Participante: Status do participante <b>TotalExpress</b> (ID: 14) foi alterado de "ATIVO" para "INATIVO".
39	15:15:00	Participante_Saiu: O participante <b>TotalExpress</b> (ID: 14) saiu do SoIS.
40	15:15:00	SoIS_Rroteamento_Concluido: Papel 'Transportadora' (ID: 7) reatribuido para o próximo participante ativo, <b>Loggi</b> .
41	15:16:00	Atualizacao_Atributo_Participante: Status do participante <b>Loggi</b> (ID: 15) foi alterado de "ATIVO" para "INATIVO".
42	15:16:00	Participante_Saiu: O participante <b>Loggi</b> (ID: 15) saiu do SoIS.
43	15:16:00	SoIS_Impacto_Critico: O Papel 'Transportadora' (ID: 7) <b>não possui mais participantes ativos</b> . O roteamento falhou.

**Figura 5.14** Log do *Ledger* com os eventos que levaram ao Impacto Crítico no SoIS do e-commerce

Em um SoIS colaborativo real, a ausência total de provedores para um serviço crítico exigiria intervenção manual, a busca por novos parceiros externos ou a redefinição dos objetivos do SoIS. A autonomia dos constituintes, neste caso, não é suficiente para mitigar o impacto. Este cenário destaca uma limitação inerente aos SoIS colaborativos sem orquestração central: a resiliência a falhas completas em papéis críticos depende da disponibilidade prévia de substitutos ou da capacidade do ambiente de atrair novos participantes rapidamente. A abordagem proposta, embora otimize o roteamento entre participantes existentes, não pode criar novos participantes ou funcionalidades quando não há opções.

Em todos os cenários, a análise do *ledger\_eventos* (Apêndice A) confirmou que todos os eventos foram registados cronologicamente e que a cadeia de *hashes* (*hash\_evento\_* - anterior e *hash\_evento\_atual*) estava íntegra para toda a sequência. Isso validou a capacidade do ambiente de fornecer um registo auditável e imutável das ações. Dessa forma, a métrica de Transparência e Imutabilidade atingiu o valor 1.0.

A simulação no cenário do *e-commerce* demonstrou com sucesso a viabilidade, adaptabilidade e resiliência da solução proposta neste contexto. Todas as métricas de avaliação atingiram o valor ideal (1.0), indicando que o ambiente implementado, baseado no meta-modelo proposto, foi capaz de gerenciar a dinâmica de entrada e saída de participantes, mantendo a continuidade do processo através do roteamento automático, e fornecendo um registo transparente e imutável dos eventos.

### 5.2.2 Plano de Saúde

Dando continuidade à validação da simulação, o segundo domínio utilizado é o de Plano de Saúde. A execução deste cenário corresponde à atividade "Avaliar a Generalização em Múltiplos Cenários", que compõe a etapa de "Avaliação da Implementação" da DSR. O objetivo aqui é verificar se a lógica de simulação (entrada, saída e roteamento) se estende a outros domínios de SoIS colaborativos.

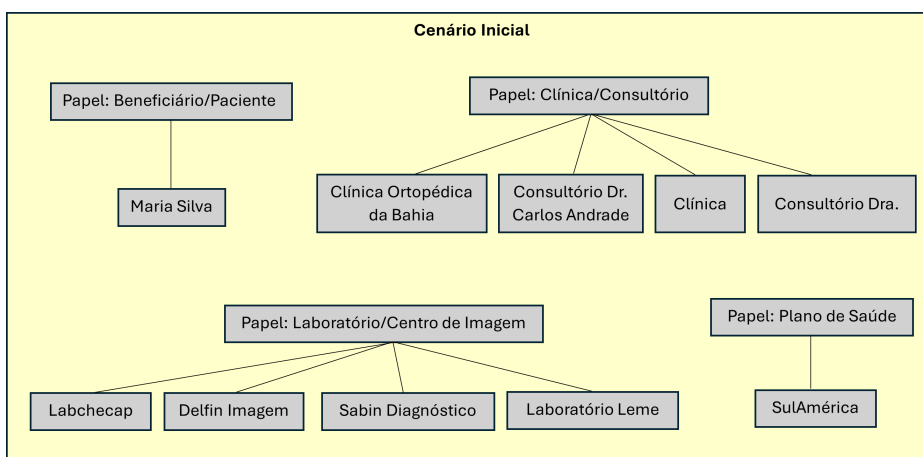
Este cenário, cuja instanciação estática foi detalhada na Seção 5.1.2, representa um SoIS colaborativo no domínio da saúde suplementar. Para a simulação, os dados estáticos (Papéis, Processos, Atividades) foram configurados na planilha Google Sheets (disponível em <https://tinyurl.com/2htvsyhz>), seguindo a mesma metodologia descrita na introdução da Seção 5.2.

A análise dos cenários de simulação do Plano de Saúde, apresentada a seguir, também é baseada nos dados gerados e registrados no *ledger* de eventos. O *log* bruto completo desta simulação, que exemplifica os eventos específicos deste domínio, está disponível no Apêndice B. Assim como no cenário anterior, para facilitar a leitura e a clareza, os registros do *ledger* são aqui apresentados em um formato de tabela legível, traduzindo os eventos técnicos em descrições de linguagem natural.

Para avaliar a aplicabilidade da lógica de simulação, os seguintes sub-cenários foram executados:

#### Cenário 1: Operação Normal (Linha de Base) - Viabilidade do Fluxo

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Viabilidade do Fluxo (Tabela 5.2). Conforme o modelo de Plano de Saúde (Figura 5.3), baseado no metamodelo (Figura 4.1), o estado inicial do SoIS é configurado com todos os 10 Participantes (ex: "Maria Silva", "Clínica Ortopédica da Bahia", "SulAmérica", "Labchecap") 'Ativos' (Figura 5.15). O estado final esperado é a conclusão bem-sucedida da colaboração para "Garantir o acesso eficiente e coordenado dos beneficiários a serviços de saúde", com todas as interações e comunicações registradas de forma íntegra no *ledger*.
- **Execução:** A simulação foi executada seguindo os seguintes passos:
  1. **Configuração:** Os 10 Participantes iniciais foram cadastrados um a um na aba Participantes do Google Sheets com status "Ativo". O *script* Python registrou um evento Participante\_Entrou no *ledger* (Figura 5.16).
  2. **Simulação do Fluxo:** As 7 Interações (de "Solicitação de Agendamento de Consulta" a "Disponibilização de Resultado de Exame") e as 4 Comunicações



**Figura 5.15** Participantes Iniciais - SoIS Plano de Saúde

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
1	14:19:24	Participante_Entrou: O participante <b>Maria Silva</b> (ID: 1) entrou no SoIS (Papel: Beneficiário/Paciente).
2	14:19:59	Participante_Entrou: O participante <b>Clínica Ortopédica da Bahia</b> (ID: 2) entrou no SoIS (Papel: Clínica/Consultório).
3	14:20:32	Participante_Entrou: O participante <b>Consultório Dr. Carlos Andrade</b> (ID: 3) entrou no SoIS (Papel: Clínica/Consultório).
4	14:21:06	Participante_Entrou: O participante <b>Clínica Ame</b> (ID: 4) entrou no SoIS (Papel: Clínica/Consultório).
5	14:21:41	Participante_Entrou: O participante <b>Consultório Dra. Eliane Flores</b> (ID: 5) entrou no SoIS (Papel: Clínica/Consultório).
6	14:21:41	Participante_Entrou: O participante <b>SulAmérica</b> (ID: 6) entrou no SoIS (Papel: Plano de Saúde).
7	14:22:15	Participante_Entrou: O participante <b>Labchecap</b> (ID: 7) entrou no SoIS (Papel: Laboratório/Centro de Imagem).
8	14:22:48	Participante_Entrou: O participante <b>Delfin Imagem</b> (ID: 8) entrou no SoIS (Papel: Laboratório/Centro de Imagem).
9	14:22:48	Participante_Entrou: O participante <b>Sabin Diagnóstico</b> (ID: 9) entrou no SoIS (Papel: Laboratório/Centro de Imagem).
10	14:23:20	Participante_Entrou: O participante <b>Laboratório Leme</b> (ID: 10) entrou no SoIS (Papel: Laboratório/Centro de Imagem).

**Figura 5.16** Log do *Ledger* com os eventos de Entrada dos Participantes do SoIS do Plano de Saúde

necessárias para o fluxo foram inseridas, uma a uma, respectivamente nas abas Interações e Comunicações do Google Sheets com status "Ativo" e RegistradaNoLedger = FALSE.

3. **Processamento:** A cada nova inserção, o script Python aplicou a lógica de roteamento (Sticky+RR), selecionou os participantes corretos (ex: Maria Silva → Clínica Ortopédica da Bahia), registrou os eventos Interacao\_Iniciada (Figura 5.17) e Comunicacao\_Iniciada (Figura 5.18) no *ledger* com seus *hashes*, e atualizou RegistradaNoLedger para TRUE.

- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Viabilidade do Fluxo atingiu 1.0 porque o fluxo de processo correto foi executado integralmente.

ID Evento	Timestamp	Descrição da Interação	Links de Interoperabilidade (Tecnológica)
11	14:26:06	Interacao_Iniciada (Solicitação de Agendamento de Consulta): <b>Maria Silva</b> (Beneficiário/Paciente) enviou dados para <b>Clínica Ortopédica da Bahia</b> (Clínica/Consultório).	Técnica, Sintática
12	14:27:39	Interacao_Iniciada (Pedido de Autorização de Consulta): <b>Clínica Ortopédica da Bahia</b> (Clínica/Consultório) enviou dados para <b>SulAmérica</b> (Plano de Saúde).	Técnica, Sintática, Semântica
13	14:28:41	Interacao_Iniciada (Retorno de Autorização de Consulta): <b>SulAmérica</b> (Plano de Saúde) enviou resposta para <b>Clínica Ortopédica da Bahia</b> (Clínica/Consultório).	Técnica, Sintática, Semântica
14	14:29:11	Interacao_Iniciada (Solicitação de Agendamento de Exame): <b>Maria Silva</b> (Beneficiário/Paciente) enviou dados para <b>Laboratório Leme</b> (Laboratório/Centro de Imagem).	Técnica, Sintática
15	14:30:14	Interacao_Iniciada (Pedido de Autorização de Exame): <b>Laboratório Leme</b> (Laboratório/Centro de Imagem) enviou dados para <b>SulAmérica</b> (Plano de Saúde).	Técnica, Sintática, Semântica
16	14:31:15	Interacao_Iniciada (Retorno de Autorização de Exame): <b>SulAmérica</b> (Plano de Saúde) enviou resposta para <b>Laboratório Leme</b> (Laboratório/Centro de Imagem).	Técnica, Sintática, Semântica
17	14:37:48	Interacao_Iniciada (Disponibilização de Resultado de Exame): <b>Laboratório Leme</b> (Laboratório/Centro de Imagem) enviou resultado para <b>Maria Silva</b> (Beneficiário/Paciente).	Técnica, Sintática

Figura 5.17 Log do *Ledger* com os eventos de Interação do SoIS do Plano de Saúde

ID Evento	Timestamp	Descrição da Comunicação	Links de Interoperabilidade (Sociotécnica)
18	14:40:26	Comunicacao_Iniciada: <b>Agendamento de Consulta</b> (entre Beneficiário e Clínica) foi registrada.	Processo
19	14:42:22	Comunicacao_Iniciada: <b>Autorização de Consulta Médica</b> (entre Clínica e Plano de Saúde) foi registrada.	Processo de Negócio, Organizacional
20	14:43:19	Comunicacao_Iniciada: <b>Agendamento e Resultado de Exame</b> (entre Beneficiário e Laboratório) foi registrada.	Processo
21	14:44:16	Comunicacao_Iniciada: <b>Autorização de Exame/Procedimento</b> (entre Laboratório e Plano de Saúde) foi registrada.	Processo de Negócio, Organizacional

Figura 5.18 Log do *Ledger* com os eventos de Comunicação do SoIS do Plano de Saúde

A análise do ledger (Figuras 5.16, 5.17, 5.18) confirmou que todos os participantes necessários estavam 'Ativos' e todas as 7 interações e 4 comunicações definidas no modelo BPMN (Figura 5.3) foram executadas na sequência correta, alcançando o estado final esperado.

## Cenário 2: Entrada de Novo Participante - Adaptabilidade

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Adaptabilidade à Entrada (Tabela 5.2). Conforme o modelo (Figura 5.3), o estado inicial é o SoIS operando normalmente (como no Cenário 1). O estado final esperado é que o SoIS incorpore um novo participante ("Clínica de Olhos Freitas") ao Papel "Clínica/Consultório", registrando sua entrada no *ledger* e tornando-o elegível para futuras colaborações.
- **Execução:** A simulação foi executada nos seguintes passos:
  1. **Simulação da Entrada:** Um novo participante ("Clínica de Olhos Freitas",

ID: 11) foi cadastrado na planilha Participantes com Status "Ativo", associado ao Papel "Clínica/Consultório".

2. **Registro no Ledger:** O *script* Python detectou a nova linha e registrou o evento Participante\_Entrou no ledger (Figura 5.19).

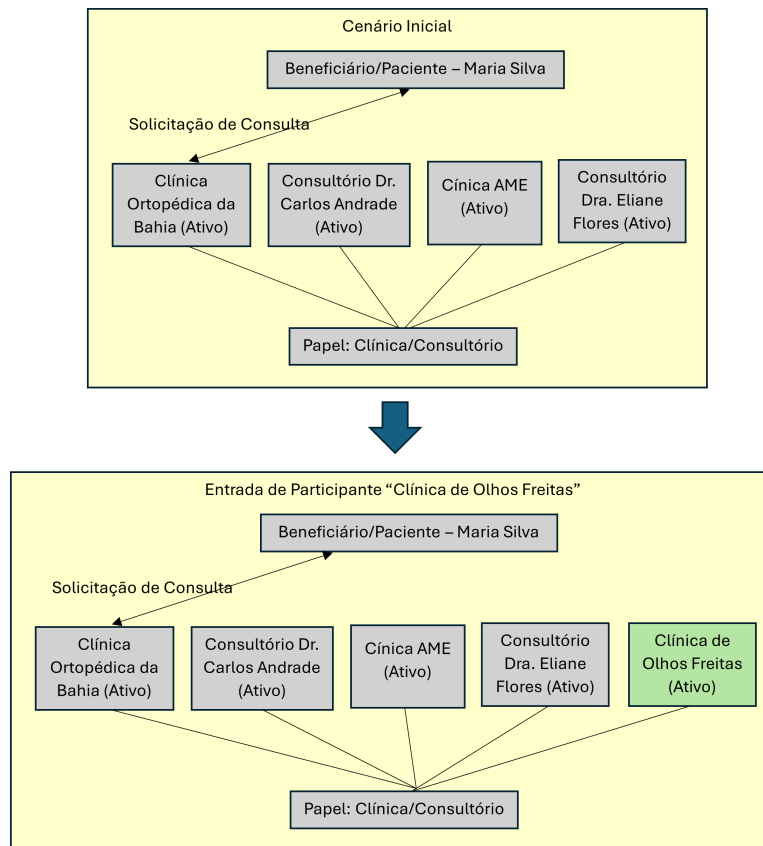
ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
22	16:25:35	Participante_Entrou: O participante <b>Clínica de Olhos Freitas</b> (ID: 11) entrou no SoIS (Papel: Clínica/Consultório).

**Figura 5.19** Log do *Ledger* com o evento de Entrada de um novo Participante no SoIS do Plano de Saúde

3. **Consulta (Transparência):** O novo participante ("Clínica de Olhos Freitas") pode, neste ponto, consultar o *ledger* (Figuras 5.17 e 5.18) para entender o histórico do processo e identificar os *Links* de Interoperabilidade (tecnológicos e sociotécnicos) associados ao seu Papel.
- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Adaptabilidade à Entrada atingiu 1.0 porque o SoIS incorporou o novo participante sem interrupção. O *ledger* (Figura 5.19) validou o registro, e o participante "Clínica de Olhos Freitas" tornou-se "Ativo" e elegível para seleção pela lógica de roteamento (RR) em futuras interações (conforme ilustrado na Figura 5.20), alcançando o estado final.

### Cenário 3: Saída de Participante - Resiliência ao Rerroteamento

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Resiliência ao Rerroteamento (Tabela 5.2). Conforme o modelo (Figura 5.3), o estado inicial é o SoIS operando normalmente (com múltiplas clínicas ativas). O estado final esperado é que, mesmo após a saída de um participante ("Clínica Ortopédica da Bahia"), o processo de autorização continue a ser executado tecnicamente, com o *ledger* registrando o rerroteamento para um participante substituto (ex: "Consultório Dr. Carlos Andrade").
- **Execução:** O passo a passo da simulação foi:
  1. **Simulação da Falha:** O Status do participante "Clínica Ortopédica da Bahia" (ID: 2) foi alterado na aba Participantes de "Ativo" para "Inativo".
  2. **Registro no Ledger:** O *script* Python detectou a mudança e registrou os eventos *Atualizacao\_Atributo\_Participante* (ATIVO → INATIVO) e *Participante\_Saiu* (Figura 5.21).
  3. **Processamento do Rerroteamento:** Ao detectar a saída do participante sticky, o *script* acionou a lógica RR, identificou "Consultório Dr. Carlos Andrade" como o próximo participante ativo para o Papel "Clínica/Consultório", e registrou o evento *SoIS\_Rerroteamento\_Concluido* (Figura 5.21).
- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso técnico e a métrica de Resiliência ao Rerroteamento atingiu 1.0 porque o fluxo do processo foi mantido sem



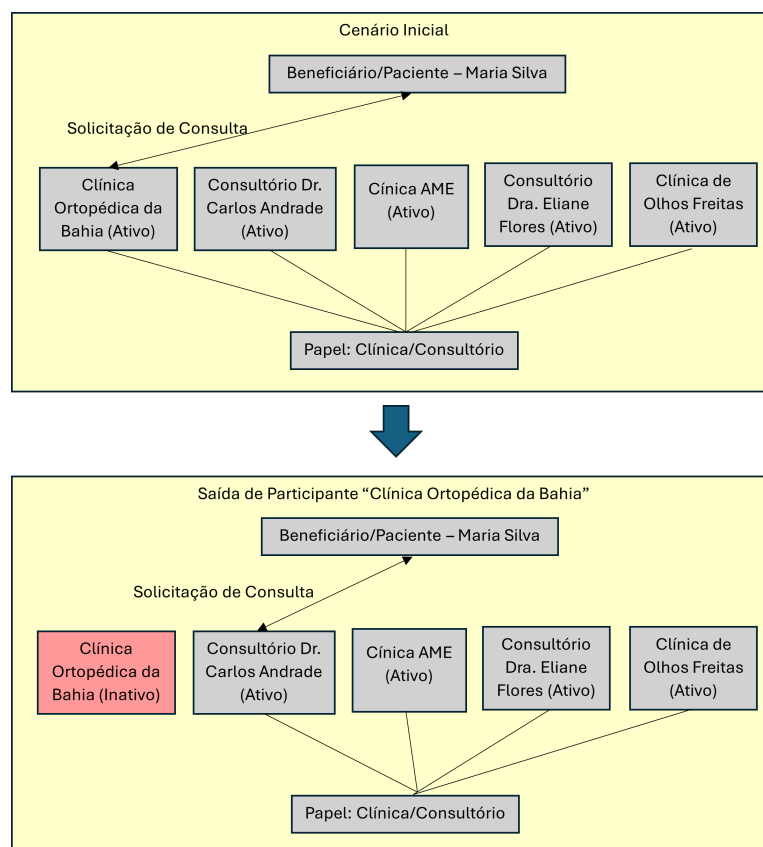
**Figura 5.20** Dinâmica de Entrada de Participante - SoIS Plano de Saúde

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
23	16:46:45	Atualizacao_Atributo_Participante: Status do participante <b>Clínica Ortopédica da Bahia</b> (ID: 2) foi alterado de "ATIVO" para "INATIVO".
24	16:46:45	Participante_Saiu: O participante <b>Clínica Ortopédica da Bahia</b> (ID: 2) saiu do SoIS.
25	16:46:45	SoIS_Rerroteamento_Concluido: Papel 'Clínica/Consultório' (ID: 2) reatribuído para o próximo participante ativo, <b>Consultório Dr. Carlos Andrade</b> .

**Figura 5.21** Log do *Ledger* com os eventos de Saída de um Participante e Rerroteamento do Papel no SoIS do Plano de Saúde

interrupção no nível do Papel. O *ledger* (Figura 5.21) provou que a saída foi detectada e que o Papel "Clínica/Consultório" foi reatribuído automaticamente ao "Consultório Dr. Carlos Andrade" (como pode ser visto na Figura 5.22), alcançando o estado final. Contudo, como será discutido no parágrafo seguinte, esta continuidade técnica não representa uma continuidade efetiva do processo.

Assim como no cenário do *e-commerce*, a resiliência demonstrada no Cenário 3 (rerroteamento) possui um limite. O cenário de impacto crítico ocorreria de forma análoga caso todos os participantes de um papel, como 'Laboratório/Centro de Imagem', ficassem inativos. A demonstração desta falha total não foi repetida, pois o objetivo da proposta é gerenciar o rerroteamento quando há substitutos, e não tratar a ausência completa de



**Figura 5.22** Dinâmica de Saída e Rerroteamento de Participante - SoIS Plano de Saúde

provedores.

Contudo, o domínio de plano de saúde evidencia uma complexidade adicional. Realizar uma colaboração é diferente de estabelecer um *link* de interoperabilidade. O que a simulação demonstrou foi a capacidade da solução de estabelecer um *Link* de Interoperabilidade no nível do Papel (rerroteando de 'Clínica A' para 'Clínica B'). No entanto, a colaboração (o ato de agendar a consulta) falharia qualitativamente, pois o sistema não pôde diferenciar "Especialidades" (ex: rerrotear de um cardiologista para um ortopedista). Esta não é uma falha da métrica (que mediu o *link*), mas a confirmação de que, embora o *link* tenha sido estabelecido, a colaboração subsequente fracassaria. Uma evolução da proposta seria refinar o metamodelo, adicionando um atributo de 'Especialidade' ou 'Capacidade' ao Papel ou Participante. Conseqüentemente, a lógica de roteamento (Sticky+RR) também precisaria ser aprimorada para validar não apenas o Papel, mas também esta 'Especialidade' antes de selecionar um substituto.

Portanto, a avaliação deste cenário confirma que o metamodelo é expressivo o suficiente para modelar domínios complexos como o de Plano de Saúde. A lógica de simulação (roteamento Sticky+RR e registro no ledger) provou ser diretamente aplicável para gerenciar a dinâmica de credenciamento (entrada) e descredenciamento (saída) de prestadores no nível do Papel. A discussão sobre a granularidade (como especialidades) não invalida este resultado, mas sim enriquece a proposta, apontando um caminho claro para

trabalhos futuros no refinamento da lógica de roteamento.

### 5.2.3 Segurança Pública

Concluindo a validação da simulação, o terceiro e último domínio utilizado é o de Segurança Pública. Assim como o cenário anterior, a execução deste corresponde à atividade "Avaliar a Generalização em Múltiplos Cenários", parte da etapa de "Avaliação da Implementação" da DSR. O objetivo é confirmar a aplicabilidade da lógica de simulação (entrada, saída e roteamento) em um SoIS com características distintas, como a colaboração entre entidades públicas e privadas.

Este cenário, cuja instanciação estática foi detalhada na Seção 5.1.3, representa um SoIS colaborativo de segurança pública inspirado em iniciativas reais. Para a simulação, os dados estáticos (Papéis, Processos, Atividades) foram configurados na planilha Google Sheets (disponível em <https://tinyurl.com/yc443jz6>), seguindo a mesma metodologia descrita na introdução da Seção 5.2.

É importante notar que este cenário difere fundamentalmente do *e-commerce* e do plano de saúde no que tange à resiliência. Conforme já discutido no cenário do plano de saúde sobre "especialidades", os participantes provedores aqui também não são diretamente intercambiáveis: uma câmera (Participante no Papel "Cidadão/Proprietário") monitorando a Rua A não substitui uma câmera monitorando a Rua B. Como será visto na avaliação, a saída de um participante (Rua A) e o rerroteamento (que a simulação executou) para outro (Rua B) demonstra que o Link de Interoperabilidade para o Papel 'Cidadão/Proprietário' foi mantido. Contudo, a colaboração (o monitoramento da Rua A) falhou qualitativamente. O sistema não consegue (e não era seu objetivo) garantir a colaboração, apenas o *link*. A resiliência, neste caso, é medida pela transparência do *ledger* em registrar quando essa perda de cobertura ocorreu.

Além disso, este cenário expõe uma dependência de serviço entre Participantes que, embora mantenham sua independência gerencial e operacional, estão ligados por relações contratuais. Se um Participante do Papel "Organização Provedora de Câmeras" (ex: "Verisure") decide sair do SoIS, todos os Participantes do Papel "Cidadão/Proprietário da Câmera" que utilizam sua plataforma técnica saem juntos.

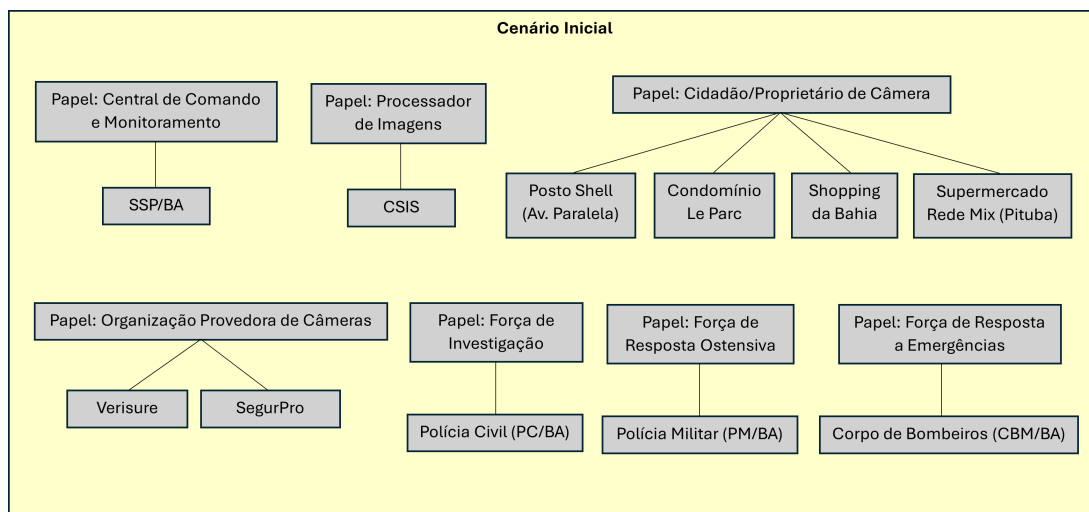
A análise dos cenários de simulação da Segurança Pública, apresentada a seguir, também é baseada nos dados gerados e registrados no *ledger* de eventos. O *log* bruto completo desta simulação, que exemplifica os eventos específicos deste domínio, está disponível no Apêndice C. Assim como nos cenários anteriores, para facilitar a leitura e a clareza, os registros do *ledger* são aqui apresentados em um formato de tabela legível.

Para avaliar a aplicabilidade da lógica de simulação, os seguintes sub-cenários foram executados:

#### **Cenário 1: Operação Normal (Linha de Base) - Viabilidade do Fluxo**

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Viabilidade do Fluxo (Tabela 5.2). Conforme o modelo de Segurança Pública (Figura 5.4), baseado no metamodelo (Figura 4.1), o estado inicial do SoIS é configurado com todos os 11 Participantes (SSP/BA, PC/BA, PM/BA, CSIS, Verisure, Posto Shell, etc.) 'Ativos' (Figura 5.23). O estado final esperado é o alcance do objetivo global do SoIS, "e proteção da cidade

através do compartilhamento voluntário de imagens de câmeras privadas com a Secretaria de Segurança Pública (SSP)", verificado pela conclusão bem-sucedida da colaboração de ponta-a-ponta (Adesão → Análise → Despacho), com todas as interações e comunicações registradas de forma íntegra no *ledger*.



**Figura 5.23** Participantes Iniciais - SoIS Segurança Pública

- **Execução:** A simulação foi executada seguindo os seguintes passos:
  1. **Configuração:** Os 11 Participantes (SSP/BA, PM/BA, CSIS, Verisure, etc.) foram cadastrados na aba Participantes da planilha com status "Ativo". O script, ao detectar esta mudança, registrou 11 eventos Participante\_Entrou no *ledger* (Figura 5.24).
  2. **Simulação do Fluxo:** As 12 Interações (de "Autorização de Compartilhamento" a "Retorno de Atendimento de Emergência") e as 6 Comunicações necessárias para o fluxo foram inseridas, uma a uma, nas respectivas abas Interações e Comunicações do Google Sheets com RegistradaNoLedger = FALSE.
  3. **Processamento:** A cada nova inserção, o script Python aplicou a lógica de roteamento (Sticky+RR), selecionou os participantes corretos (ex: SSP/BA → CSIS), registrou os eventos Interaçao\_Iniciada (Figura 5.25) e Comunicacao\_Iniciada (Figura 5.26) no ledger com seus hashes, e atualizou RegistradaNoLedger para TRUE.
- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Viabilidade do Fluxo atingiu o valor 1.0 porque o fluxo de processo correto foi executado integralmente. A análise do ledger (Figuras 5.24, 5.25, 5.26) confirmou que todos os participantes necessários estavam 'Ativos' e todas as 12 Interações e 6 Comunicações definidas no modelo BPMN (Figura 5.4) foram executadas na sequência correta, alcançando o estado final esperado.

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
1	01:23:52	Participante_Entrou: O participante <b>SSP/BA</b> (ID: 1) entrou no SoIS (Papel: <b>Central de Comando e Monitoramento</b> ).
2	01:24:43	Participante_Entrou: O participante <b>Polícia Civil (PC/BA)</b> (ID: 2) entrou no SoIS (Papel: <b>Força de Investigação</b> ).
3	01:25:09	Participante_Entrou: O participante <b>Polícia Militar (PM/BA)</b> (ID: 3) entrou no SoIS (Papel: <b>Força de Resposta Ostensiva</b> ).
4	01:25:34	Participante_Entrou: O participante <b>Corpo de Bombeiros (CBM/BA)</b> (ID: 4) entrou no SoIS (Papel: <b>Força de Resposta a Emergências</b> ).
5	01:26:00	Participante_Entrou: O participante <b>CSIS</b> (ID: 5) entrou no SoIS (Papel: <b>Processador de Imagens</b> ).
6	01:26:25	Participante_Entrou: O participante <b>Verisure</b> (ID: 6) entrou no SoIS (Papel: <b>Organização Provedora de Câmeras</b> ).
7	01:26:25	Participante_Entrou: O participante <b>SegurPro</b> (ID: 7) entrou no SoIS (Papel: <b>Organização Provedora de Câmeras</b> ).
8	01:26:51	Participante_Entrou: O participante <b>Posto Shell (Av. Paralela)</b> (ID: 8) entrou no SoIS (Papel: <b>Cidadão/Proprietário da Câmera</b> ).
9	01:27:16	Participante_Entrou: O participante <b>Condomínio Le Parc</b> (ID: 9) entrou no SoIS (Papel: <b>Cidadão/Proprietário da Câmera</b> ).
10	01:27:41	Participante_Entrou: O participante <b>Shopping da Bahia</b> (ID: 10) entrou no SoIS (Papel: <b>Cidadão/Proprietário da Câmera</b> ).
11	01:28:07	Participante_Entrou: O participante <b>Supermercado RedeMix (Pituba)</b> (ID: 11) entrou no SoIS (Papel: <b>Cidadão/Proprietário da Câmera</b> ).

**Figura 5.24** Log do *Ledger* com os eventos de Entrada dos Participantes do SoIS da Segurança Pública

ID Evento	Timestamp	Descrição da Interação	Links de Interoperabilidade (Tecnológica)
12	01:36:37	Interacao_Iniciada (Autorização de Compartilhamento): <b>Shopping da Bahia</b> (Cidadão/Proprietário) enviou dados para <b>Verisure</b> (Org. Provedora).	Técnica, Sintática
13	01:37:53	Interacao_Iniciada (Solicitação de Adesão ao SoIS): <b>Verisure</b> (Org. Provedora) enviou dados para <b>SSP/BA</b> (Central de Comando).	Técnica, Sintática
14	01:38:44	Interacao_Iniciada (Confirmação de Credenciamento): <b>SSP/BA</b> (Central de Comando) enviou resposta para <b>Verisure</b> (Org. Provedora).	Técnica, Sintática, Semântica
15	01:39:36	Interacao_Iniciada (Envio de Stream de Vídeo): <b>Verisure</b> (Org. Provedora) enviou stream para <b>SSP/BA</b> (Central de Comando).	Técnica, Sintática
16	01:40:27	Interacao_Iniciada (Repasse de Stream para Análise): <b>SSP/BA</b> (Central de Comando) enviou stream para <b>CSIS</b> (Processador de Imagens).	Técnica, Sintática, Cloud
17	01:41:18	Interacao_Iniciada (Envio de Alerta Qualificado): <b>CSIS</b> (Processador de Imagens) enviou alerta para <b>SSP/BA</b> (Central de Comando).	Técnica, Sintática, Semântica, Pragmática
18	01:42:34	Interacao_Iniciada (Despacho de Atendimento Ostensivo): <b>SSP/BA</b> (Central de Comando) enviou despacho para <b>Polícia Militar (PM/BA)</b> (Força Ostensiva).	Técnica, Sintática, Semântica
19	01:43:26	Interacao_Iniciada (Retorno de Atendimento Ostensivo): <b>Polícia Militar (PM/BA)</b> (Força Ostensiva) enviou resposta para <b>SSP/BA</b> (Central de Comando).	Técnica, Sintática, Semântica
20	01:44:17	Interacao_Iniciada (Notificação para Investigação): <b>SSP/BA</b> (Central de Comando) enviou despacho para <b>Polícia Civil (PC/BA)</b> (Força de Investigação).	Técnica, Sintática, Semântica
21	01:45:09	Interacao_Iniciada (Retorno de Status da Investigação): <b>Polícia Civil (PC/BA)</b> (Força de Investigação) enviou resposta para <b>SSP/BA</b> (Central de Comando).	Técnica, Sintática, Semântica
22	01:46:24	Interacao_Iniciada (Despacho de Atendimento de Emergência): <b>SSP/BA</b> (Central de Comando) enviou despacho para <b>Corpo de Bombeiros (CBM/BA)</b> (Força de Emergência).	Técnica, Sintática, Semântica
23	01:47:16	Interacao_Iniciada (Retorno de Atendimento de Emergência): <b>Corpo de Bombeiros (CBM/BA)</b> (Força de Emergência) enviou resposta para <b>SSP/BA</b> (Central de Comando).	Técnica, Sintática, Semântica

**Figura 5.25** Log do *Ledger* com os eventos de Interação do SoIS da Segurança Pública

## Cenário 2: Entrada de Novo Participante - Adaptabilidade

- **Objetivo:** Verificar a métrica de Adaptabilidade à Entrada (Tabela 5.2). Conforme

ID Evento	Timestamp	Descrição da Comunicação	Links de Interoperabilidade (Sociotécnica)
24	01:53:22	Comunicacao_Iniciada: <b>Consentimento de Compartilhamento</b> (entre Cidadão e Org. Provedora) foi registrada.	Processo, Organizacional
25	01:57:32	Comunicacao_Iniciada: <b>Gestão de Fornecimento de Câmera</b> (entre Org. Provedora e Central de Comando) foi registrada.	Organizacional, Processo de Negócio, Operacional
26	02:03:00	Comunicacao_Iniciada: <b>Análise e Qualificação de Alerta</b> (entre Central de Comando e Processador de Imagens) foi registrada.	Processo de Negócio, Operacional
27	02:04:17	Comunicacao_Iniciada: <b>Ciclo de Resposta Ostensiva</b> (entre Central de Comando e Força Ostensiva) foi registrada.	Processo de Negócio, Operacional
28	02:05:39	Comunicacao_Iniciada: <b>Ciclo de Investigação</b> (entre Central de Comando e Força de Investigação) foi registrada.	Processo de Negócio
29	02:06:30	Comunicacao_Iniciada: <b>Ciclo de Resposta a Emergências</b> (entre Central de Comando e Força de Emergência) foi registrada.	Processo de Negócio, Operacional

**Figura 5.26** Log do *Ledger* com os eventos de Comunicação do SoIS da Segurança Pública

o modelo (Figura 5.4), o estado inicial é o SoIS operando normalmente (como no Cenário 1). O estado final esperado é que o SoIS incorpore um novo participante ("Posto de Gasolina B") ao Papel "Cidadão/Proprietário da Câmera", registrando sua entrada e ampliando a capacidade de monitoramento do sistema.

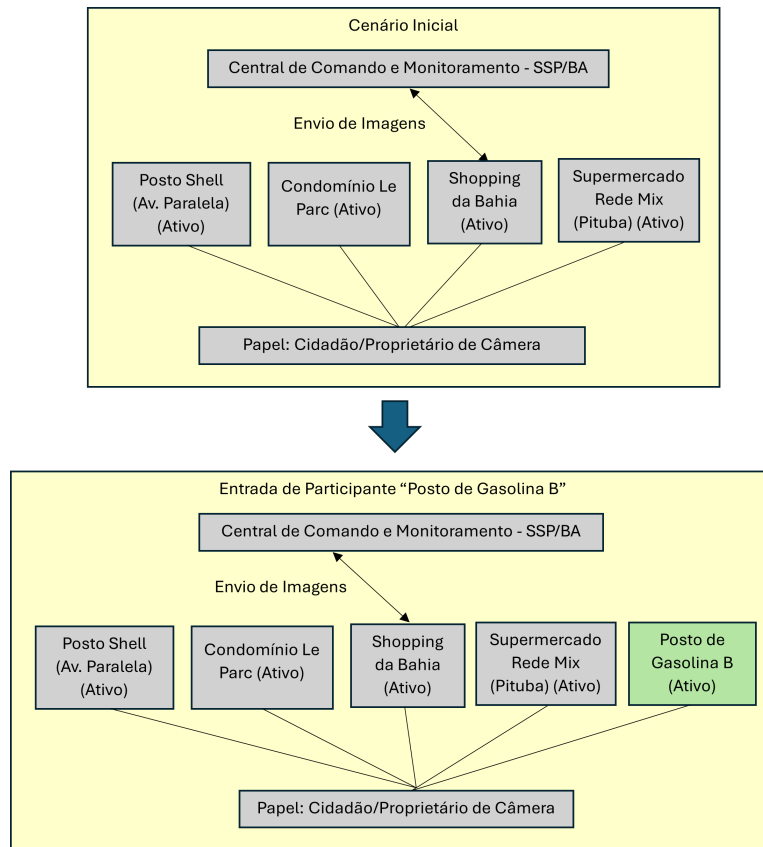
- **Execução:** A simulação foi executada nos seguintes passos:
  1. **Simulação da Entrada:** Um novo participante ("Posto de Gasolina B", ID: 12) foi cadastrado na aba Participantes com Status "Ativo", associado ao Papel "Cidadão/Proprietário da Câmera".
  2. **Registro no Ledger:** O script Python detectou a nova linha e registrou o evento Participante\_Entrou no ledger (Figura 5.27).

ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
30	02:12:21	Participante_Entrou: O participante <b>Posto de Gasolina B</b> (ID: 12) entrou no SoIS (Papel: Cidadão/Proprietário da Câmera).

**Figura 5.27** Log do *Ledger* com o evento de Entrada de um novo Participante no SoIS da Segurança Pública

3. **Consulta (Transparência):** O novo participante ("Posto de Gasolina B") pode, neste ponto, consultar o ledger (Figuras 5.25 e 5.26) para entender o histórico do processo e identificar os Links de Interoperabilidade associados ao seu Papel.
- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso e a métrica de Adaptabilidade à Entrada atingiu o valor 1.0 porque o SoIS incorporou o novo participante sem interrupção. O ledger (Figura 5.27) validou o registro, e o participante "Posto

de Gasolina B" tornou-se "Ativo" (conforme ilustrado na Figura 5.28), ampliando a cobertura de monitoramento do sistema e alcançando o estado final.



**Figura 5.28** Dinâmica de Entrada de Participante - SoIS Segurança Pública

### Cenário 3: Saída de Participante - Resiliência Parcial e Transparência

- **Objetivo:** Avaliar o comportamento do SoIS (conforme modelo da Figura 5.25) diante da saída de participantes de um Papel "Muitos-para-Um". O estado inicial é o SoIS operando normalmente (com múltiplos "Cidadãos/Proprietários" ativos). O estado final esperado é que o SoIS registre a saída desses participantes no ledger e que a simulação demonstre a diferença qualitativa entre este cenário e o de e-commerce (onde o roteamento é mandatório).
- **Execução:** O passo a passo da simulação foi:
  1. **Simulação da Falha 1:** O Status do participante "Posto Shell (Av. Paralela)" (ID: 8) foi alterado na planilha Participantes para "Inativo".
  2. **Registro no Ledger 1:** O script Python detectou a mudança e registrou os eventos `Atualizacao_Atributo_Participante` e `Participante_Saiu` (Eventos 31, 32 na Figura 5.29).

3. **Simulação da Falha 2:** O Status do participante "Shopping da Bahia"(ID: 10) foi alterado para "Inativo".
4. **Registro e Rerroteamento (Simulação):** O script registrou `Atualizacao_Atributo_Participante` e `Participante_Saiu` (Eventos 33, 34 na Figura 5.29). Como a simulação foi projetada com uma lógica genérica, ela tecnicamente acionou o rerroteamento (Evento 35), expondo uma limitação da simulação que é discutida no resultado.

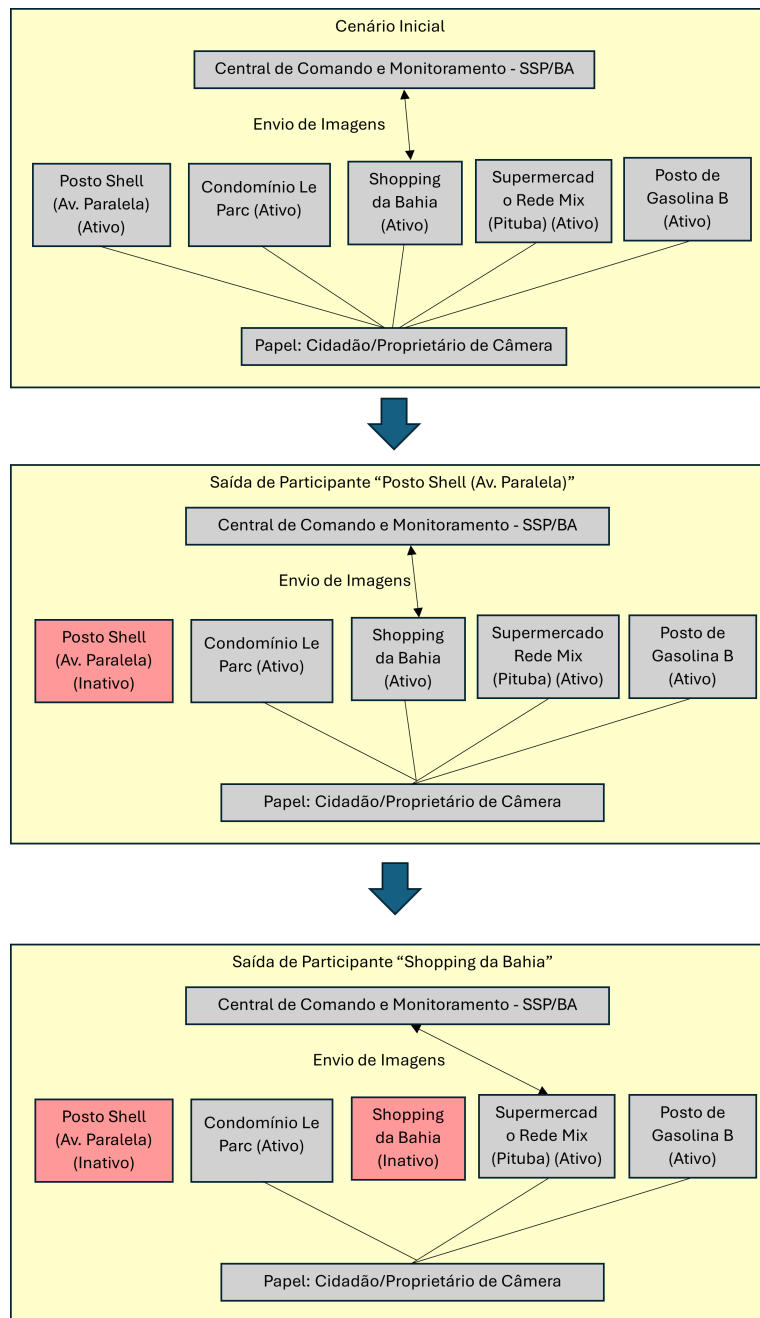
ID Evento	Timestamp	Descrição do Evento
31	02:16:03	<code>Atualizacao_Atributo_Participante</code> : Status do participante <b>Posto Shell (Av. Paralela)</b> (ID: 8) foi alterado de "ATIVO" para "INATIVO".
32	02:16:03	<code>Participante_Saiu</code> : O participante <b>Posto Shell (Av. Paralela)</b> (ID: 8) saiu do SoIS.
33	02:20:10	<code>Atualizacao_Atributo_Participante</code> : Status do participante <b>Shopping da Bahia</b> (ID: 10) foi alterado de "ATIVO" para "INATIVO".
34	02:20:10	<code>Participante_Saiu</code> : O participante <b>Shopping da Bahia</b> (ID: 10) saiu do SoIS.
35	02:20:10	<code>SoIS_Rerroteamento_Concluido</code> : Papel 'Cidadão/Proprietário' (ID: 1) reatribuído para o próximo participante ativo, <b>Supermercado RedeMix (Pituba)</b> .

**Figura 5.29** Log do *Ledger* com os eventos de Saída de um Participante e Rerroteamento do Papel no SoIS da Segurança Pública

- **Resultado:** A simulação foi considerada um sucesso em validar o aspecto mais importante deste domínio: a Transparência e Imutabilidade (métrica 1.0). O ledger (Figura 5.29) registrou corretamente quando os Participantes ("Posto Shell" e "Shopping da Bahia") ficaram offline, fornecendo a trilha de auditoria essencial para o estado final. A análise da Resiliência (Evento 35) expõe a nuance deste domínio, conforme discutido na Seção 6.3.2: realizar uma colaboração é diferente de estabelecer um link de interoperabilidade. A simulação mostrou que o link tecnológico para o Papel 'Cidadão/Proprietário' foi mantido (rerroteando para "Supermercado RedeMix"), como pode ser visto na Figura 5.30. Contudo, a colaboração (o monitoramento do local específico) falhou qualitativamente. Em uma implementação real, o rerroteamento não seria acionado; o sistema simplesmente sofreria uma diminuição da capacidade de monitoramento, e o valor da solução estaria em registrar essa perda no ledger.

O cenário de impacto crítico ocorreria, por exemplo, se o Participante "CSIS" (o único no Papel "Processador de Imagem") ficasse inativo. Nesse caso, a SSP não teria para onde encaminhar os *streams* para processamento, e o recebimento dos "alertas qualificados" falharia, resultando em um evento `SoIS_Impacto_Critico`.

A avaliação deste cenário de Segurança Pública, portanto, também confirma a generalização da proposta. O metamodelo mostrou-se expressivo para modelar um domínio híbrido (com papéis fixos e dinâmicos) e com um fluxo "Muitos-para-Um". Embora a lógica de resiliência (rerroteamento Sticky+RR) tenha se mostrado menos aplicável neste contexto, a simulação destacou um benefício diferente e igualmente importante da solução: a Transparência e Imutabilidade do *ledger*. A capacidade de auditar a entrada e



**Figura 5.30** Dinâmica de Saída e Roteamento de Participante - SoIS Segurança Pública

saída de provedores de imagem (registrando quando uma câmera ficou *offline*) provou ser um resultado fundamental para o gerenciamento deste tipo de SoIS. Isso demonstra que a solução é robusta e aplicável para gerenciar a dinâmica de participantes em diferentes contextos, mesmo que os benefícios principais (resiliência vs. transparência) variem conforme o domínio.

### 5.3 DISCUSSÃO E AMEAÇAS À VALIDADE

A avaliação realizada na seção 5.2 demonstrou a aplicabilidade da solução proposta. O ambiente de simulação semiautomatizado, baseado no metamodelo, foi capaz de representar e executar cenários colaborativos dinâmicos em três domínios distintos (e-commerce, Plano de Saúde e Segurança Pública). As métricas de Viabilidade do Fluxo e Adaptabilidade à Entrada atingiram os valores ideais (1.0) em todos os cenários testados, indicando a eficácia técnica do artefato para iniciar processos e incorporar novos participantes em tempo de execução.

É importante notar que os valores ideais (1.0) obtidos nestas métricas não sugerem que a solução seja imune a falhas em um ambiente de produção real. Em vez disso, esses resultados indicam a correção lógica e a viabilidade técnica do metamodelo em um ambiente controlado, isento de latências de rede críticas, falhas de hardware ou inconsistências imprevistas de dados. Na DSR, este tipo de avaliação serve para demonstrar que o artefato é capaz de realizar o que se propõe sob condições experimentais. Portanto, o sucesso técnico medido deve ser interpretado como a avaliação da eficácia da estrutura de gerenciamento e da consistência algorítmica da solução, e não como uma garantia de eficiência operacional absoluta no mundo real.

Contudo, a análise qualitativa (discutida nas seções 5.2.2 e 5.2.3) demonstrou que o roteamento baseado exclusivamente no Papel, embora tecnicamente bem-sucedido, não garante a continuidade efetiva da colaboração em todos os contextos. Realizar uma colaboração exige mais do que estabelecer um *link* de interoperabilidade. A métrica de Resiliência (1.0) avaliou que o *link* foi restabelecido (o Papel foi reatribuído a uma nova instância ativa). No entanto, a colaboração falhou qualitativamente em cenários específicos, como na saúde (incapacidade de diferenciar especialidades médicas) e na segurança pública (falta de contexto de localização para as câmeras).

Portanto, os resultados indicam que a solução cumpre seu objetivo de gerenciar a dinâmica no nível do Papel (o "quem deve fazer"), mas que a resiliência efetiva depende de um refinamento da lógica de roteamento para incluir atributos contextuais do Participante (o "quem está fazendo"), como "Especialidade" ou "Localização", conforme apontado como trabalho futuro.

Estes resultados confirmam que a abordagem proposta endereça a lacuna central identificada no Capítulo 3. Enquanto trabalhos como [Fernandes, Neto e Santos 2021] e [Oliveira, Vasconcelos e Santos 2022] forneceram a base para o projeto estático, a presente avaliação avança ao demonstrar uma implementação em tempo de execução. A solução responde à limitação identificada por [Neto et al. 2017] sobre a dificuldade do BPMN em gerenciar a entrada e saída de organizações participantes em tempo de execução. Embora o BPMN utilize *Pools* ou *Lanes* para representar atores, essa representação é tipicamente estática e definida no projeto. A limitação mencionada refere-se à ausência de um mecanismo nativo no padrão BPMN para realizar a vinculação dinâmica de múltiplas instâncias concretas (Participantes) a um elemento abstrato (Papel) de forma reconfigurável. A separação Papel/Participante proposta nesta dissertação provou ser uma solução viável para esse problema, permitindo que a colaboração continue mesmo quando a entidade concreta que executa o papel é substituída, como visto no Cenário 3

(Saída e Rerroteamento).

Apesar dos resultados positivos, a pesquisa apresenta limitações e ameaças à validade que devem ser consideradas, tanto na fase de concepção do metamodelo quanto na sua avaliação experimental.

**Ameaças à Validação do Metamodelo (Concepção):** A primeira ameaça refere-se ao viés do pesquisador na seleção dos elementos do metamodelo e na condução da instanciação (Seção 5.1). Como a própria autora realizou o mapeamento da literatura e a aplicação dos conceitos nos domínios, há o risco de que as instâncias tenham sido construídas para confirmar a expressividade da proposta. Para mitigar esse risco, o processo foi revisado pela orientadora e fundamentado no rastreamento explícito da literatura (Tabela 4.2). Contudo, a ausência de uma rodada de validação com um grupo de especialistas independentes é uma limitação que afeta a validade de construto da concepção, sendo esta validação externa recomendada para trabalhos futuros da pesquisa.

**Ameaças à Avaliação da Simulação (Execução):** No que tange à simulação (Seção 5.2), existe uma ameaça à validade interna, uma vez que o ambiente semiautomatizado foi operado pela pesquisadora. O disparo manual de eventos pode ter favorecido os caminhos de execução esperados. Além disso, as métricas quantitativas focam na capacidade técnica do artefato (completar fluxos, rerrotear), mas não capturam a complexidade sociotécnica completa ou a usabilidade por gestores reais. A dificuldade de consulta direta ao *ledger* SQL, citada na Seção 4.2, ilustra essa limitação de usabilidade.

Finalmente, a validade externa (generalização) é limitada pelo uso de simulações em vez de estudos de caso em ambientes de produção. Fatores como custos de adesão, política e latência de rede não foram testados. Embora três domínios tenham sido utilizados, a escala reduzida de participantes e interações não permite garantir que a solução manteria o mesmo desempenho em SoIS reais com alta concorrência. Além disso, a avaliação concentrou-se em fluxos operacionais. Em níveis estratégicos ou de apoio à decisão, onde a interoperabilidade envolve o alinhamento de metas e indicadores, o metamodelo pode exigir extensões não cobertas nesta dissertação.

Adicionalmente, deve-se considerar a tipologia dos sistemas representados nos cenários. A avaliação concentrou-se predominantemente em fluxos operacionais, característicos de Sistemas de Processamento de Transações (SPT), onde a dinamicidade de entrada e saída gera impactos imediatos na execução do processo. Embora a estrutura de Papéis e Atividades do metamodelo seja independente de domínio (podendo ser aplicada a Marketing, RH ou Financeiro), a solução não foi testada em sistemas de outros níveis hierárquicos, como os de apoio à decisão (SAD) ou informações gerenciais e executivas (SIG/SIE). Nestes níveis, a interoperabilidade sociotécnica assume uma complexidade distinta, voltada ao alinhamento de indicadores e metas estratégicas, o que representa uma oportunidade para investigações futuras sobre a adaptabilidade do metamodelo em camadas não-operacionais.

## CONCLUSÃO

Esta dissertação foi norteada pela seguinte pergunta de pesquisa: **De que forma processos de negócio podem estruturar e orientar a interoperabilidade organizacional relacionada à entrada e saída de participantes em SoIS colaborativos?**. Para responder a esta questão, propôs-se uma abordagem fundamentada na separação entre a definição lógica e a execução operacional dos processos.

A principal contribuição deste trabalho foi a especificação de um metamodelo para SoIS colaborativos. A concepção deste artefato, fundamentada na metodologia DSR, endereçou a lacuna central da pesquisa ao propor uma separação explícita entre Papel (a função abstrata e estável) e Participante (a instância organizacional concreta e dinâmica que executa o Papel). Esta estrutura permitiu gerenciar a interoperabilidade organizacional em ambientes mutáveis, garantindo que a saída de uma organização não interrompa a definição do processo global.

A aplicabilidade da solução foi demonstrada em duas etapas complementares. Primeiro, a validação do projeto atestou a expressividade do metamodelo ao instanciá-lo em três domínios distintos: *e-commerce*, Plano de Saúde e Segurança Pública. Em seguida, a avaliação da implementação foi realizada através de um ambiente de simulação semi-automatizado. Os resultados quantitativos demonstraram que a solução é tecnicamente eficaz:

- **Adaptabilidade e Resiliência:** As métricas atingiram valores ideais (1,0), comprovando que o ambiente é capaz de incorporar novos participantes e realizar o roteamento automático de tarefas com base no Papel.
- **Transparência via Ledger:** A utilização de um *ledger* compartilhado provou ser essencial para a integridade dos SoIS. No cenário de Segurança Pública, onde os participantes não são facilmente substituíveis, a trilha de auditoria imutável foi identificada como o benefício primário, permitindo rastrear perdas de capacidade operacional.

Entretanto, a análise qualitativa revelou que a resiliência técnica (estabelecer o *link*) não garante por si só a continuidade da colaboração efetiva. Observou-se que a lógica de roteamento genérico falha ao não considerar atributos contextuais, como a "Especialidade" no domínio da saúde ou a "Localização" na segurança pública. Além disso, a avaliação concentrou-se no nível operacional (SPT), deixando lacunas sobre como o metamodelo se comportaria em níveis gerenciais ou estratégicos (SIG/SAD), onde a interoperabilidade envolve alinhamento de metas e indicadores.

A principal limitação técnica da pesquisa reside na infraestrutura de simulação. Embora o uso do ecossistema Google (Sheets, Apps Script e Colab) tenha sido uma decisão estratégica para prover um hub de integração de baixo acoplamento e prototipagem rápida, a solução ainda depende de inserções manuais de dados, o que limita testes em larga escala com milhares de participantes simultâneos.

Com base nos resultados e nas limitações identificadas, sugerem-se os seguintes trabalhos futuros:

- **Roteamento Baseado em Contexto:** Evoluir a lógica de roteamento para incluir atributos granulares (ex: especialidade médica, geolocalização), permitindo que o sistema diferencie participantes além da função do Papel.
- **Evolução para Níveis Gerenciais e Estratégicos:** Investigar a adaptabilidade do metamodelo para suportar a interoperabilidade em sistemas de apoio à decisão (SAD), focando no alinhamento dinâmico de indicadores e metas entre as organizações.
- **Automação da Camada de Dados:** Desenvolver um *parser* para extração automática de dados de arquivos BPMN/XML, eliminando a dependência de preenchimento manual de planilhas e permitindo simulações de maior escala.
- **Verificação Dinâmica de Capacidades:** Criar mecanismos para que novos participantes anunciem suas capacidades técnicas e semânticas, permitindo que o sistema valide automaticamente se atendem aos requisitos de interoperabilidade do Papel antes de autorizar a entrada.

Desta forma, conclui-se que a solução proposta responde satisfatoriamente à pergunta de pesquisa. A separação Papel/Participante provou ser uma abordagem prática para gerenciar a dinâmica de entrada e saída, provendo resiliência onde há substituição e transparência onde há perda de capacidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOUACHRIA, M.; AOUACHE, M.; OUDJOURDI, I. Base frame of algerian e-health system: How to ensure consistency of data exchanged with laboratory management system using bpm and ihe profiles? In: *2021 International Conference on Information Systems and Advanced Technologies (ICISAT)*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–7.
- ASUNCION, C. H.; IACOB, M. E.; SINDEREN, M. J. van. Towards a flexible service integration through separation of business rules. In: *Proceedings of the 14th IEEE International EDOC Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2010)*. Vitória, Brazil: IEEE, 2010. p. 184–193.
- BANKS, J. (Ed.). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. New York, NY, USA: Wiley-Interscience, 1998. Includes chapter “Principles of Simulation” by Jerry Banks. ISBN 9780471134039.
- BRASIL, A. *Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio - Corpo Comum de Conhecimento (BPM CBOK)*. 3ª edição. ed. São Paulo, Brasil: Association of Business Process Management Professionals (ABPMP), 2013. Disponível em: <<https://www.abpmp-br.org/educacao/bpm-cbok/>>.
- BRUMBULLI, M.; GAUDIN, E. An attempt to convert bpmn models to sdl. In: . New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (SAM '20), p. 45–53. ISBN 9781450381406. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3419804.3420265>>.
- CAGNIN, M. I.; NAKAGAWA, E. Y. Towards dynamic processes-of-business processes: a new understanding. *Business Process Management Journal*, v. 27, n. 5, p. 1545–1568, 05 2021. ISSN 1463-7154. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/BPMJ-08-2020-0349>>.
- CAVALCANTE, E. et al. Thinking smart cities as systems-of-systems: A perspective study. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop on Smart*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2016. (SmartCities '16). ISBN 9781450346672. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3009912.3009918>>.
- CEN, Y.; WANG, H.; LI, X. Improving business process interoperability by shared ledgers. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Informatics, Environment, Energy and Applications*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (IEEA '17), p. 89–93. ISBN 9781450352307. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3070617.3070631>>.
- CORDEIRO, F.; VASCONCELOS, A. P. V. de; SANTOS, R. P. dos. Accountability evaluation in systems-of-information systems based on systems thinking. In: SBC. *Anais*

*Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. [S.l.], 2022. p. 127–129.

DAHMAN, J. S.; BALDWIN, K. J. Understanding the current state of us defense systems of systems and the implications for systems engineering. In: *2008 2nd Annual IEEE Systems Conference*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–7.

European Commission. *New European Interoperability Framework – Promoting seamless services and data flows for European public administrations*. 2017. European Union. European Commission, Directorate-General for Informatics. Disponível em: <<https://www.frankrobben.be/wp-content/uploads/2017/06/European-Interoperability-Framework.pdf>>.

FALCONE, A. et al. Engineering systems by combining bpmn and hla-based distributed simulation. In: *2017 IEEE International Systems Engineering Symposium (ISSE)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–6.

FERNANDES, J. et al. How can interoperability approaches impact on systems-of-information systems characteristics? In: *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Information Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (SBSI '20). ISBN 9781450388733. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3411564.3411621>>.

FERNANDES, J.; NETO, V. V. G.; SANTOS, R. P. d. An approach based on conceptual modeling to understand factors that influence interoperability in systems-of-information systems. In: *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Software Quality*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. (SBQS '21). ISBN 9781450395533. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3493244.3493275>>.

FIGUEIREDO, R. D. C. et al. Towards a sois model for university surveillance. In: *2025 IEEE/ACM 13th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and Software Ecosystems (SESoS)*. [S.l.: s.n.], 2025. p. 25–32.

FIRDAUSY, D. R. et al. Towards a reference enterprise architecture to enforce digital sovereignty in international data spaces. In: *2022 IEEE 24th Conference on Business Informatics (CBI)*. [S.l.: s.n.], 2022. v. 01, p. 117–125.

FURTADO, C. et al. 0012/2009 - arquitetura orientada a serviço - conceituação. *RelaTe-DIA*, v. 3, n. 1, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.unirio.br/monografiasppgi/article/view/266>>.

GARRO, A. et al. A model-driven method to enable the distributed simulation of bpmn models. In: *2018 IEEE 27th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 121–126.

HATZIVASILIS, G. et al. The interoperability of things: Interoperable solutions as an enabler for iot and web 3.0. In: *2018 IEEE 23rd International Workshop on Computer*

*Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–7.

HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, v. 19, n. 2, p. 87–92, 2007. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/sjis/vol19/iss2/4>>.

HSU, J. C.; BUTTERFIELD, M. Modeling emergent behavior for systems-of-systems. In: INCOSE. *Proceedings of the 17th Annual INCOSE International Symposium*. [S.l.], 2007.

INOCÊNCIO, T. et al. Emergent behavior in system-of-systems: A systematic mapping study. In: *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. ISSN 2833-0633. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbes/article/view/9251>>.

JAMSHIDI, M. (Ed.). *Systems of Systems Engineering: Principles and Applications*. Boca Raton: CRC Press, 2008. ISBN 9781420065886.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. v. 2, 01 2007.

KUBANKOV, A. N.; KOZLOV, S. V. Innovative ways to ensure the interoperability of a complete group of processes in the lifecycle of an integrated management system based on their synchronization. In: *2020 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–5.

LANE, J. A.; EPSTEIN, D. J. What is a system of systems and why should i care. In: . [s.n.], 2013. Disponível em: <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:61771797>>.

MACIEL, R. S. P. et al. Full interoperability: Challenges and opportunities for future information systems. In: COMPUTAÇÃO, S. . B. de (Ed.). *GranDSI-BR: Grandes Desafios da Pesquisa em Sistemas de Informação no Brasil para o período de 2016 a 2026*. [S.l.]: SBC, 2017. p. 107–116. Chapter 9.

MACIEL, R. S. P. et al. Systems interoperability types: A tertiary study. *ACM Comput. Surv.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 56, n. 10, jun. 2024. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3659098>>.

MAGALHÃES, A. P.; MACIEL, R. S. P.; ANDRADE, A. Towards a metamodel design methodology: Experiences from a model transformation metamodel design. In: *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE)*. USA: Knowledge Systems Institute Graduate School, 2015. p. 625–630.

MAIER, M. W. Architecting principles for systems-of-systems. *Systems Engineering*, v. 1, n. 4, p. 267–284, 1998. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291520-6858%281998%291%3A4%3C267%3A%3AAID-SYS3%3E3.0.CO%3B2-D>>.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems*, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MARGARITI, V. et al. Assessment of organizational interoperability in e-government: a new model and tool for assessing organizational interoperability maturity of a public service in practice. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (ICEGOV '20), p. 298–308. ISBN 9781450376747. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3428502.3428544>>.

MECONI, L. D. A. *BOA - Business Process Oriented Architecture: Uma Proposta para Publicação, Busca/Descoberta e Composição de Processos de Negócio em SoS*. 2021.

MENDES, A. et al. Mandala: An agent-based platform to support interoperability in systems-of-systems. In: *2018 IEEE/ACM 6th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems (SESoS)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 21–28.

NAKAGAWA, E. Y. et al. The state of the art and future perspectives in systems of systems software architectures. In: . New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013. (SESoS '13), p. 13–20. ISBN 9781450320481. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2489850.2489853>>.

NETO, V. G.; SANTOS, R. dos; ARAUJO, R. Sistemas de sistemas de informação e ecossistemas de software: Conceitos e aplicações. In: *Tópicos em Sistemas de Informação: Minicursos SBSI 2017*. Lavras, MG: SBC, 2017. cap. 2, p. 22–41. ISBN 78-85-7669-379-6. 5 a 8 de junho de 2017.

NETO, V. V. G. et al. On the interplay of business process modeling and missions in systems-of-information systems. In: *2017 IEEE/ACM Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems (JSOS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 72–73.

NIELSEN, C. B. et al. Systems of systems engineering: Basic concepts, model-based techniques, and research directions. *ACM Comput. Surv.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 48, n. 2, sep 2015. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2794381>>.

Object Management Group (OMG). *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*. [S.l.], 2011. Especificação normativa da BPMN 2.0. Disponível em: <<https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>>.

OLIVEIRA, L. d. S.; VASCONCELOS, A. P. V. de; SANTOS, R. P. dos. Um método para geração de modelo arquitetural de sistemas-de-sistemas de informação a partir da análise de modelos de processos de negócio. In: SBC. *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. [S.l.], 2022.

PROENCIA, E. et al. Organizational interoperability: A systematic mapping study. In: *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2025. p. 280–289. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/34344>>.

RIBEIRO, E. L. F. et al. A conceptual framework for pragmatic interoperability. In: *Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Information Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (SBSI '19). ISBN 9781450372374. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3330204.3330246>>.

RUBAN, K.; GAVRILOVA, I.; NOVIKOVA, T. Development of interoperability problem-oriented model for university e-learning system (by the case of nosov magnitogorsk state technical university). In: *2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–5.

SALEH, M.; ABEL, M.-H. Information systems: Towards a system of information systems. In: . [S.l.: s.n.], 2015. p. 193–200.

SANTOS, J. M.; NETO, V. V. G.; NAKAGAWA, E. Y. Business process modeling in systems of systems. In: SBC. *Anais do II Workshop em Modelagem e Simulação de Sistemas Intensivos em Software*. [S.l.], 2020. p. 26–35.

SANTOS, K. S. S.; PINHEIRO, L. B. L.; MACIEL, R. S. P. Interoperability types classifications: A tertiary study. In: *Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Information Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. (SBSI '21). ISBN 9781450384919. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3466933.3466952>>.

Secretaria da Segurança Pública da Bahia. *Câmera Interativa*. 2022. Acesso em: 09 set. 2024. Disponível em: <<https://ssp.ba.gov.br/camera-interativa-2/>>.

SHEHZAD, H. M. F. et al. The role of interoperability dimensions in building information modelling. *Computers in Industry*, v. 129, p. 103444, 2021. ISSN 0166-3615. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361521000518>>.

SHRIVASTAVA, U. et al. Do data security measures, privacy regulations, and communication standards impact the interoperability of patient health information? a cross-country investigation. *International Journal of Medical Informatics*, v. 148, p. 104401, 2021. ISSN 1386-5056. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505621000277>>.

SIMANTA, S. et al. Engineering lessons for systems of systems learned from service-oriented systems. In: *2010 IEEE International Systems Conference*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 634–639.

WIERINGA, R. Design science as nested problem solving. In: . [S.l.: s.n.], 2009.

ŽARKO, I. P. et al. Collaboration mechanisms for iot platform federations fostering organizational interoperability. In: *2018 Global Internet of Things Summit (GIoT)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–6.

## REGISTROS NO LEDGER DO MODELO DO E-COMMERCE

```
1 {'id_evento': 1, 'timestamp': '2025-11-03 10:41:29', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '1', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Amazon"}', 'hash_evento_anterior': None, 'hash_evento_atual': 'dd601289e0a1aea73e0db41f1ec84d60d52734246e244b878d5357643e11682f'}
2 {'id_evento': 2, 'timestamp': '2025-11-03 10:41:57', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '2', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "PagSeguro"}', 'hash_evento_anterior': 'dd601289e0a1aea73e0db41f1ec84d60d52734246e244b878d5357643e11682f', 'hash_evento_atual': '28581c8165632d215acaf3401e13f6067ec63b9ad12aaac5be4bd165cb080641'}
3 {'id_evento': 3, 'timestamp': '2025-11-03 10:41:57', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '3', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Cielo"}', 'hash_evento_anterior': '28581c8165632d215acaf3401e13f6067ec63b9ad12aaac5be4bd165cb080641', 'hash_evento_atual': '86962b14ab4c551501d30fb2797d9d648a3ca2066fc5125033b417ad9298bfbf'}
4 {'id_evento': 4, 'timestamp': '2025-11-03 10:42:24', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '4', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Rede"}', 'hash_evento_anterior': '86962
```

```
b14ab4c551501d30fb2797d9d648a3ca2066fc5125033b417ad9298bfbf', '
hash_evento_atual': '
d75495de614ba1beeece3fa6dda5c2a7b20890f7ed6dab4dfe3d5c50216ef219'
}
5 {'id_evento': 5, 'timestamp': '2025-11-03 10:42:52', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "ClearSale"}', '
hash_evento_anterior': '
d75495de614ba1beeece3fa6dda5c2a7b20890f7ed6dab4dfe3d5c50216ef219'
, 'hash_evento_atual': '934
e30c50e42014af8d58a20165774f27d6e750e01d99f185bf138628cdfb93c'}
6 {'id_evento': 6, 'timestamp': '2025-11-03 10:43:20', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '6', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Visa"}', 'hash_evento_anterior':
'934
e30c50e42014af8d58a20165774f27d6e750e01d99f185bf138628cdfb93c', '
hash_evento_atual': '41
ef984aec45ed0d5f1cc8253d34392113510920a19bde10220502f3c7895016'}
7 {'id_evento': 7, 'timestamp': '2025-11-03 10:43:20', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '7', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Mastercard"}', '
hash_evento_anterior': '41
ef984aec45ed0d5f1cc8253d34392113510920a19bde10220502f3c7895016',
'hash_evento_atual': '361
a01af2802cc897623bf8a515b443bdbe4b4a565bb56560ed21f95163efe14'}
8 {'id_evento': 8, 'timestamp': '2025-11-03 10:43:48', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '8', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Elo"}', 'hash_evento_anterior':
'361a01af2802cc897623bf8a515b443bdbe4b4a565bb56560ed21f95163efe14
', 'hash_evento_atual': '1
ab3370eabc4f8df22325100793ba47be7aab3d2a703689ceae4f80f66cba1c1'}
9 {'id_evento': 9, 'timestamp': '2025-11-03 10:44:15', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '9', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Itaú"}', 'hash_evento_anterior':
'1
ab3370eabc4f8df22325100793ba47be7aab3d2a703689ceae4f80f66cba1c1',
'hash_evento_atual': '35
ee3467ff440231529cdfb6bf489cc66a19851e0b300fcb36258fc1c993980'}
10 {'id_evento': 10, 'timestamp': '2025-11-03 10:44:15', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '

```

```
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '10', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Banco do Brasil"}', '
hash_evento_anterior': '35
ee3467ff440231529cdffb6bf489cc66a19851e0b300fcb36258fc1c993980',
'hash_evento_atual': '977
ed3ccf71e6defb46c39e6961ea09eceb1b7e526659b35bc7d18da0d082272'}
11 {'id_evento': 11, 'timestamp': '2025-11-03 10:44:42', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '11', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Santander"}', '
hash_evento_anterior': '977
ed3ccf71e6defb46c39e6961ea09eceb1b7e526659b35bc7d18da0d082272', '
hash_evento_atual': '1
fd6c7ea970a3370541a01f3e8e29b4f4d673830168dbd8b4a969901a2247ec6'}
12 {'id_evento': 12, 'timestamp': '2025-11-03 10:45:09', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '12', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Nubank"}', 'hash_evento_anterior
': '1
fd6c7ea970a3370541a01f3e8e29b4f4d673830168dbd8b4a969901a2247ec6',
'hash_evento_atual': '339
d82835678f49472f67039df34479ab456e3017734e2dcd9297653e84215ae'}
13 {'id_evento': 13, 'timestamp': '2025-11-03 10:45:37', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '13', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Correios"}', '
hash_evento_anterior': '339
d82835678f49472f67039df34479ab456e3017734e2dcd9297653e84215ae', '
hash_evento_atual': '99
c7e2037a2b50e00ea00942a3fef14446b182c4f7720f277a2e72734b6ceb46'}
14 {'id_evento': 14, 'timestamp': '2025-11-03 10:45:37', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '14', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "TotalExpress"}', '
hash_evento_anterior': '99
c7e2037a2b50e00ea00942a3fef14446b182c4f7720f277a2e72734b6ceb46',
'hash_evento_atual': '5
d75e9704a158a9d5b16a89067e2c6adffb763186cce6e17d9506b6582f4e208'}
15 {'id_evento': 15, 'timestamp': '2025-11-03 10:53:45', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '1', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Solicitação de Processamento de Pagamento", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Dados do Pagamento", "
remetente_papel_nome": "Loja Virtual", "
```

```

remetente_participante_nome": "Amazon", "
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome
": "Receber Dados do Pagamento", "receptora_papel_nome": "Gateway
de Pagamento", "receptora_participante_nome": "PagSeguro", "
receptora_participante_id_chosen": "2", "conteudo": "Enviar os
dados iniciais do pedido e do cliente da Loja Virtual para o
Gateway de Pagamento iniciar a transação.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '5
d75e9704a158a9d5b16a89067e2c6adffb763186cce6e17d9506b6582f4e208',
'hash_evento_atual': '
abf74d95f86ad2a7b7c26558aab90be544e0a3aab29e465648ede4cd9208ad41'
}
16 {'id_evento': 16, 'timestamp': '2025-11-03 10:55:07', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Encaminhamento para Adquirente", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Dados do Pagamento para
Processamento", "remetente_papel_nome": "Gateway de Pagamento", "
remetente_participante_nome": "PagSeguro", "
remetente_participante_id_chosen": "2", "receptora_atividade_nome
": "Receber Dados do Pagamento para Processamento", "
receptora_papel_nome": "Adquirente", "receptora_participante_nome
": "Cielo", "receptora_participante_id_chosen": "3", "conteudo":
"Repassar os dados da transação do Gateway para a Adquirente
responsável processar e liquidar o pagamento.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
abf74d95f86ad2a7b7c26558aab90be544e0a3aab29e465648ede4cd9208ad41'
, 'hash_evento_atual': '22
febd0df1ca84fff3c609dade43bd83bd3f7a2526f062e557e11074c05253bd'}
17 {'id_evento': 17, 'timestamp': '2025-11-03 10:56:28', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '3', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Roteamento para Bandeira", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Dados do Pagamento para Valida
ção", "remetente_papel_nome": "Adquirente", "
remetente_participante_nome": "Cielo", "
remetente_participante_id_chosen": "3", "receptora_atividade_nome
": "Receber Dados do Pagamento para Validação", "
receptora_papel_nome": "Bandeira", "receptora_participante_nome":
"Visa", "receptora_participante_id_chosen": "6", "conteudo": "
Enviar os dados da transação da Adquirente para a Bandeira do
cartão para validação e roteamento ao banco Emissor.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '22
febd0df1ca84fff3c609dade43bd83bd3f7a2526f062e557e11074c05253bd',
'hash_evento_atual': '200

```

```
18 fde8c42eb44d99a90e84dc433611e64b3d2626ce2b3422c14548f7871ffd7'}
{'id_evento': 18, 'timestamp': '2025-11-03 10:57:23', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '4', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Solicitação de Autorização ao Emissor", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Dados do Pagamento para Valida
ção Final", "remetente_papel_nome": "Bandeira", "
remetente_participante_nome": "Visa", "
remetente_participante_id_chosen": "6", "receptora_atividade_nome
": "Receber Dados do Pagamento para Validação Final", "
receptora_papel_nome": "Emissor", "receptora_participante_nome":
"Banco do Brasil", "receptora_participante_id_chosen": "10", "
conteudo": "Encaminhar a solicitação de pagamento da Bandeira ao
Banco Emissor para a decisão final de autorização (crédito/saldo)
.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática,
Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
200fde8c42eb44d99a90e84dc433611e64b3d2626ce2b3422c14548f7871ffd7'
, 'hash_evento_atual': '34058
fabab61838bf57bf8f0d0807d1e4a0818b41f2b23aced80b438a75299f9'}
19 {'id_evento': 19, 'timestamp': '2025-11-03 10:58:44', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Retorno da Autorização do Emissor", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Resultado da Validação Final
do Pagamento", "remetente_papel_nome": "Emissor", "
remetente_participante_nome": "Banco do Brasil", "
remetente_participante_id_chosen": "10", "
receptora_atividade_nome": "Receber Resultado da Validação Final
do Pagamento", "receptora_papel_nome": "Bandeira", "
receptora_participante_nome": "Visa", "
receptora_participante_id_chosen": "6", "conteudo": "Comunicar a
resposta final (aprovado/negado) do Banco Emissor de volta para a
Bandeira.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica,
Sintática, Semântica, Pragmática", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '34058
fabab61838bf57bf8f0d0807d1e4a0818b41f2b23aced80b438a75299f9', '
hash_evento_atual': '771
ea11a66396337a0d0ecf5868b855495aaea53065ff57cff15e25ca6157e24'}
20 {'id_evento': 20, 'timestamp': '2025-11-03 10:59:40', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '6', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Retorno da Validação da Bandeira", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Resultado da Validação do
Pagamento", "remetente_papel_nome": "Bandeira", "
remetente_participante_nome": "Visa", "
remetente_participante_id_chosen": "6", "receptora_atividade_nome
": "Receber Resultado da Validação do Pagamento", "

```

```

receptora_papel_nome": "Adquirente", "receptora_participante_nome
": "Cielo", "receptora_participante_id_chosen": "3", "conteudo":
"Repassar o resultado da autorização (recebido do Emissor) da
Bandeira de volta para a Adquirente.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '771
ea11a66396337a0d0ecf5868b855495aaea53065ff57cff15e25ca6157e24', '
hash_evento_atual': '22
b5a6f16f9d50726631732543b0881adb9cefdc04381d0efd6f2f8adb0bcd6'}
21 {'id_evento': 21, 'timestamp': '2025-11-03 11:01:01', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '7', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Retorno do Processamento da Adquirente", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Resultado do Processamento do
Pagamento", "remetente_papel_nome": "Adquirente", "
remetente_participante_nome": "Cielo", "
remetente_participante_id_chosen": "3", "receptora_atividade_nome
": "Receber Resultado do Processamento do Pagamento", "
receptora_papel_nome": "Gateway de Pagamento", "
receptora_participante_nome": "PagSeguro", "
receptora_participante_id_chosen": "2", "conteudo": "Informar o
status final do processamento (aprovado/negado) da Adquirente
para o Gateway de Pagamento.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '22
b5a6f16f9d50726631732543b0881adb9cefdc04381d0efd6f2f8adb0bcd6',
'hash_evento_atual': '51
d50d1b4498937ebadb22fc1ec7ebc82f54ecd36cef8f578147da0d4e91bb14'}
22 {'id_evento': 22, 'timestamp': '2025-11-03 11:02:22', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '8', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Solicitação de Análise de Risco", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Dados do Processamento para An
álise", "remetente_papel_nome": "Gateway de Pagamento", "
remetente_participante_nome": "PagSeguro", "
remetente_participante_id_chosen": "2", "receptora_atividade_nome
": "Receber Dados do Processamento do Pagamento para Análise", "
receptora_papel_nome": "Antifraude", "receptora_participante_nome
": "ClearSale", "receptora_participante_id_chosen": "5", "
conteudo": "Enviar os dados da transação do Gateway para o
sistema Antifraude avaliar o risco de fraude.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '51
d50d1b4498937ebadb22fc1ec7ebc82f54ecd36cef8f578147da0d4e91bb14',
'hash_evento_atual': '47
f5d6b827cb240d68fc4b24e1a5196f1fb6bb3f7043268468587d4ea7a583a9'}
23 {'id_evento': 23, 'timestamp': '2025-11-03 11:03:16', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '

```

```

Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '9', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Retorno da Análise de Risco", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Resultado da Análise do
Processamento", "remetente_papel_nome": "Antifraude", "
remetente_participante_nome": "ClearSale", "
remetente_participante_id_chosen": "5", "receptora_atividade_nome
": "Receber Resultado da Análise do Processamento", "
receptora_papel_nome": "Gateway de Pagamento", "
receptora_participante_nome": "PagSeguro", "
receptora_participante_id_chosen": "2", "conteudo": "Devolver o
parecer (aprovado/negado/em análise) do sistema Antifraude para o
Gateway de Pagamento.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica":
"Técnica, Sintática, Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '47
f5d6b827cb240d68fc4b24e1a5196f1fb6bb3f7043268468587d4ea7a583a9',
'hash_evento_atual': '851
d9ce010f2df3ea8fac33ecb58f7f66f38e9f4bf35a7e48d1076ad0388d389'}
24 {'id_evento': 24, 'timestamp': '2025-11-03 11:04:12', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '10', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Notificação de Status do Pagamento", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Status do Pagamento", "
remetente_papel_nome": "Gateway de Pagamento", "
remetente_participante_nome": "PagSeguro", "
remetente_participante_id_chosen": "2", "receptora_atividade_nome
": "Receber Status do Pagamento", "receptora_papel_nome": "Loja
Virtual", "receptora_participante_nome": "Amazon", "
receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Informar à
Loja Virtual o resultado consolidado da transação (aprovado/
negado) para que ela prossiga com o pedido.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '851
d9ce010f2df3ea8fac33ecb58f7f66f38e9f4bf35a7e48d1076ad0388d389', '
hash_evento_atual': '
c0fc6e46bb4ddb899cdd9e99a1d11c09e9f8487b5c54e579ef84ee2bb4519340'
}
25 {'id_evento': 25, 'timestamp': '2025-11-03 11:05:07', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '11', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Solicitação de Coleta e Entrega", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Dados da Entrega", "
remetente_papel_nome": "Loja Virtual", "
remetente_participante_nome": "Amazon", "
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome
": "Receber Dados da Entrega", "receptora_papel_nome": "
Transportadora", "receptora_participante_nome": "Correios", "
receptora_participante_id_chosen": "13", "conteudo": "Enviar os

```

```
detalhes do pedido e do destinatário da Loja Virtual para a
Transportadora realizar a coleta e a entrega do produto.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
c0fc6e46bb4ddb899cdd9e99a1d11c09e9f8487b5c54e579ef84ee2bb4519340'
, 'hash_evento_atual': '
ab3c5e2cac6d8a116dc301fc8f40603626fb28b1748694082fdd599482f19a7d'
}
26 {'id_evento': 26, 'timestamp': '2025-11-03 11:06:31', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '12', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Confirmação de Conclusão da Entrega", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Confirmação de Entrega", "
remetente_papel_nome": "Transportadora", "
remetente_participante_nome": "Correios", "
remetente_participante_id_chosen": "13", "
receptora_atividade_nome": "Receber Confirmação da Entrega", "
receptora_papel_nome": "Loja Virtual", "
receptora_participante_nome": "Amazon", "
receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Informar à
Loja Virtual que o produto foi efetivamente entregue ao cliente
final, fechando o ciclo do pedido.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática,
Blockchain", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
ab3c5e2cac6d8a116dc301fc8f40603626fb28b1748694082fdd599482f19a7d'
, 'hash_evento_atual': '
ef658860e61b9086c16a4bdf448e038fc5585c0f71ebf87ca5ef72c20af80ae2'
}
27 {'id_evento': 27, 'timestamp': '2025-11-03 11:09:22', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '1', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Solicitação e Retorno de Pagamento", "
finalidade_comunicacao": "Trocar informações do pedido (dados
financeiros) e o resultado final da transação entre a Loja e o
Gateway.", "interacoes_componentes_nomes": ["Solicitação de
Processamento de Pagamento", "Notificação de Status do Pagamento
"], "interacoes_componentes_ids": ["1", "10"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo", "status_atual
": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
ef658860e61b9086c16a4bdf448e038fc5585c0f71ebf87ca5ef72c20af80ae2'
, 'hash_evento_atual': '
fa1ee506948a77d62d4d018fa666b2fed650bf9c60eeb5690a7086a39facf49d'
}
28 {'id_evento': 28, 'timestamp': '2025-11-03 11:10:41', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Autorização de Pagamento com Adquirente", "
```

```
finalidade_comunicacao": "Solicitar e receber a aprova\u00e7\u00e3o
financeira da transa\u00e7\u00e3o, usando o Gateway como intermedi\u00e1rio para
a Adquirente.", "interacoes_componentes_nomes": ["Encaminhamento
para Adquirente"], "interacoes_componentes_ids": ["2"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Neg\u00f3cio", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
fa1ee506948a77d62d4d018fa666b2fed650bf9c60eeb5690a7086a39facf49d'
, 'hash_evento_atual': '
df93aad2c61849d7ae840cac20289e7b243c58085462687d752963993bc071b9'
}
29 {'id_evento': 29, 'timestamp': '2025-11-03 11:12:02', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Autoriza\u00e7\u00e3o de Pagamento com Adquirente", "
finalidade_comunicacao": "Solicitar e receber a aprova\u00e7\u00e3o
financeira da transa\u00e7\u00e3o, usando o Gateway como intermedi\u00e1rio para
a Adquirente.", "interacoes_componentes_nomes": ["Encaminhamento
para Adquirente", "Retorno do Processamento da Adquirente"], "
interacoes_componentes_ids": ["2", "7"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Neg\u00f3cio", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
df93aad2c61849d7ae840cac20289e7b243c58085462687d752963993bc071b9'
, 'hash_evento_atual': '76
cff0e3fea2615aa49d78a8ff1923595de3c6e58289a9d551a77a786639db36'}
30 {'id_evento': 30, 'timestamp': '2025-11-03 11:12:32', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '3', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Encaminhamento de Transa\u00e7\u00e3o \u00e0 Bandeira", "
finalidade_comunicacao": "Trocar informa\u00e7\u00f5es padronizadas para
encaminhar a autoriza\u00e7\u00e3o \u00e0 bandeira do cart\u00e3o e receber seu
retorno.", "interacoes_componentes_nomes": ["Roteamento para
Bandeira", "Retorno da Valida\u00e7\u00e3o da Bandeira"], "
interacoes_componentes_ids": ["3", "6"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo", "status_atual
": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '76
cff0e3fea2615aa49d78a8ff1923595de3c6e58289a9d551a77a786639db36',
'hash_evento_atual': '
c568727323abba9de5453d05704d514ace6632ceb899dbc7f4a7dbe15b52a23d'
}
31 {'id_evento': 31, 'timestamp': '2025-11-03 11:13:27', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '4', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Solicita\u00e7\u00e3o e Resposta de Autoriza\u00e7\u00e3o", "
finalidade_comunicacao": "Repassar a solicita\u00e7\u00e3o de autoriza\u00e7\u00e3o
ao banco Emissor e receber a resposta final (baseada em limite/
saldo).", "interacoes_componentes_nomes": ["Solicita\u00e7\u00e3o de
Autoriza\u00e7\u00e3o ao Emissor", "Retorno da Autoriza\u00e7\u00e3o do Emissor"], "
```

```
interacoes_componentes_ids": ["4", "5"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Organizacional", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
c568727323abba9de5453d05704d514ace6632ceb899dbc7f4a7dbe15b52a23d'
, 'hash_evento_atual': '3
ec2feb066d3913c9456a8a82f89d40d66b458e9ff2754af94be083e8a887be1'}
32 {'id_evento': 32, 'timestamp': '2025-11-03 11:13:55', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Análise de Risco da Transação", "
finalidade_comunicacao": "Solicitar e receber a avaliação de
risco (fraude) da transação antes de sua efetivação.", "
interacoes_componentes_nomes": ["Solicitação de Análise de Risco
", "Retorno da Análise de Risco"], "interacoes_componentes_ids":
["8", "9"], "tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo",
"status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '3
ec2feb066d3913c9456a8a82f89d40d66b458e9ff2754af94be083e8a887be1',
'hash_evento_atual': '8960462
fabdb6a3dc0140248d84b8b1c9aa8cee791e5c17999e56a05433bab52'}
33 {'id_evento': 33, 'timestamp': '2025-11-03 11:14:48', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '6', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Confirmação de Entrega e Logística", "
finalidade_comunicacao": "Compartilhar dados para o envio do
produto (logística) e receber a confirmação de que o cliente
recebeu a encomenda.", "interacoes_componentes_nomes": ["Solicita
ção de Coleta e Entrega", "Confirmação de Conclusão da Entrega"],
"interacoes_componentes_ids": ["11", "12"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Negócio,
Organizacional", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior
': '8960462
fabdb6a3dc0140248d84b8b1c9aa8cee791e5c17999e56a05433bab52', '
hash_evento_atual': '
d70566e0a244b95fb177cc6e00b1984b0f59810ee0118fbc0e80d7cb5f75831c'
}
34 {'id_evento': 34, 'timestamp': '2025-11-03 14:45:25', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '15', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Loggi"}', 'hash_evento_anterior'
: '
d70566e0a244b95fb177cc6e00b1984b0f59810ee0118fbc0e80d7cb5f75831c'
, 'hash_evento_atual': '94
caf6233d35d10d25f2d29f927e925f90053f67eff00ff6f6cba3248f355898'}
35 {'id_evento': 35, 'timestamp': '2025-11-03 15:10:49', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Atualizacao_Atributo_Participante', '
origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '
13', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
```

```
'{"status_antigo": "ATIVO", "status_atual": "INATIVO", "nome": "
Correios"}', 'hash_evento_anterior': '94
caf6233d35d10d25f2d29f927e925f90053f67eff00ff6f6cba3248f355898',
'hash_evento_atual': '45605872
f716bf763448c512938836ec3f7f0969a7e4070ea800da2edd072866'}
36 {'id_evento': 36, 'timestamp': '2025-11-03 15:10:49', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Saiu', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '13', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Participante Correios saiu do SoIS.', 'hash_evento_anterior': '
45605872f716bf763448c512938836ec3f7f0969a7e4070ea800da2edd072866'
, 'hash_evento_atual': '
e6a35cbab59d518f6a33737b430512e97e7bcea6c1201a4304d5ad92dc5df577'
}
37 {'id_evento': 37, 'timestamp': '2025-11-03 15:10:49', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'SoIS_Rerroteamento_Concluido', '
origem_dado': 'Simulacao_Rerroteamento', 'id_elemento_afetado': '
13', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
'Saída de Correios. Papel (ID: 7) reatribuído a TotalExpress (pró
ximo no RR).', 'hash_evento_anterior': '
e6a35cbab59d518f6a33737b430512e97e7bcea6c1201a4304d5ad92dc5df577'
, 'hash_evento_atual': '
e7d2d04b2a70a7e7f387ef49152b6c6f41297cf937e10aeb3992120282e00dcd'
}
38 {'id_evento': 38, 'timestamp': '2025-11-04 01:31:06', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Atualizacao_Atributo_Participante', '
origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '
14', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
'{"status_antigo": "ATIVO", "status_atual": "INATIVO", "nome": "
TotalExpress"}', 'hash_evento_anterior': '
e7d2d04b2a70a7e7f387ef49152b6c6f41297cf937e10aeb3992120282e00dcd'
, 'hash_evento_atual': '6
d7eb4ff75efd6f8469ba27106133502d821bfedd307056674b2e43daf6dd73c'}
39 {'id_evento': 39, 'timestamp': '2025-11-04 01:31:06', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Saiu', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '14', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Participante TotalExpress saiu do SoIS.', 'hash_evento_anterior':
'6
d7eb4ff75efd6f8469ba27106133502d821bfedd307056674b2e43daf6dd73c',
'hash_evento_atual': '77
f4694a37fef242c99da9b8de7b1d0e90a5c0afe37979070c92552d07504845'}
40 {'id_evento': 40, 'timestamp': '2025-11-04 01:31:07', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'SoIS_Rerroteamento_Concluido', '
origem_dado': 'Simulacao_Rerroteamento', 'id_elemento_afetado': '
14', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
'Saída de TotalExpress. Papel (ID: 7) reatribuído a Loggi (pró
ximo no RR).', 'hash_evento_anterior': '77
f4694a37fef242c99da9b8de7b1d0e90a5c0afe37979070c92552d07504845',
'hash_evento_atual': '}
```

```
f05c5b62dfbadcdccd8e6b95bb0c43f3f69ba46f3a1f5eb4b1903b1b6603b1a7 '
}
41 {'id_evento': 41, 'timestamp': '2025-11-04 01:31:44', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Atualizacao_Atributo_Participante', '
origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '
15', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
'{"status_antigo": "ATIVO", "status_atual": "INATIVO", "nome": "
Loggi"}', 'hash_evento_anterior': '
f05c5b62dfbadcdccd8e6b95bb0c43f3f69ba46f3a1f5eb4b1903b1b6603b1a7 '
, 'hash_evento_atual': '
a761b0dab1825b85be570dcae504c5de4937f192432e1294ca5811d52cf85325 '
}
42 {'id_evento': 42, 'timestamp': '2025-11-04 01:31:44', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Saiu', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '15', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Participante Loggi saiu do SoIS.', 'hash_evento_anterior': '
a761b0dab1825b85be570dcae504c5de4937f192432e1294ca5811d52cf85325 '
, 'hash_evento_atual': '
ed75cddf27b2f2fc3a29ac95ad0710fe119473ef908accddfebe264225da4596 '
}
43 {'id_evento': 43, 'timestamp': '2025-11-04 01:31:44', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'SoIS_Impacto_Critico', 'origem_dado': '
Simulacao_Rerroteamento', 'id_elemento_afetado': '15', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': 'Saída
de Loggi. NENHUM SUBSTITUTO ATIVO ENCONTRADO para seu papel (ID:
7).', 'hash_evento_anterior': '
ed75cddf27b2f2fc3a29ac95ad0710fe119473ef908accddfebe264225da4596 '
, 'hash_evento_atual': '4
bddeafd887f2be94ec189886e44ee34d44406b777fd05f38d0791ee751cae25 '}
```

## REGISTROS NO LEDGER DO MODELO DO PLANO DE SAÚDE

```
1 {'id_evento': 1, 'timestamp': '2025-11-05 14:19:24', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '1', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Maria Silva"}', 'hash_evento_anterior': None, 'hash_evento_atual': 'f6f150dbd4555884d0d700450a99add74b086bf2445a75b5e8b571d5c66b05a3'}
2 {'id_evento': 2, 'timestamp': '2025-11-05 14:19:59', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '2', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Clínica Ortopédica da Bahia"}', 'hash_evento_anterior': 'f6f150dbd4555884d0d700450a99add74b086bf2445a75b5e8b571d5c66b05a3', 'hash_evento_atual': '782d904b0299fdb3b02d6b7f0a22f35c61a7cfe21a623b10ae3c8910452ebe81'}
3 {'id_evento': 3, 'timestamp': '2025-11-05 14:20:32', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '3', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Consultório Dr. Carlos Andrade"}', 'hash_evento_anterior': '782d904b0299fdb3b02d6b7f0a22f35c61a7cfe21a623b10ae3c8910452ebe81', 'hash_evento_atual': '2d0ad12fe247ccd6d2f6e3a5005a04e179391df2f5604b41a8dac7e0dfaa60e0'}
4 {'id_evento': 4, 'timestamp': '2025-11-05 14:21:06', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '4', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Clínica Ame"}', 'hash_evento_anterior': '2
```

```
d0ad12fe247ccd6d2f6e3a5005a04e179391df2f5604b41a8dac7e0dfaa60e0',
  'hash_evento_atual': '713
d5af6836d15d242831886eb17f9d8c3624098e6041dcbec1241afe2e01f38'}
5 {'id_evento': 5, 'timestamp': '2025-11-05 14:21:41', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Consultório Dra. Eliane Flores"}'
, 'hash_evento_anterior': '713
d5af6836d15d242831886eb17f9d8c3624098e6041dcbec1241afe2e01f38', '
hash_evento_atual': '
f02bf21ab1a9d22b0066ac10ba07b6ba078f5c42d52373c5a06240f70d7df24d'
}
6 {'id_evento': 6, 'timestamp': '2025-11-05 14:21:41', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '6', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "SulAmérica"}', '
hash_evento_anterior': '
f02bf21ab1a9d22b0066ac10ba07b6ba078f5c42d52373c5a06240f70d7df24d'
, 'hash_evento_atual': '
c938001037db69614cf43aa7557c439cd98194d0703eea263b0c52d680d670dc'
}
7 {'id_evento': 7, 'timestamp': '2025-11-05 14:22:15', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '7', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Labchecap"}', '
hash_evento_anterior': '
c938001037db69614cf43aa7557c439cd98194d0703eea263b0c52d680d670dc'
, 'hash_evento_atual': '
d2475dec6f8d2f3a69a14dcdf7051b02474f70ac352bf8f90c720b3461d8950c'
}
8 {'id_evento': 8, 'timestamp': '2025-11-05 14:22:48', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '8', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Delfin Imagem"}', '
hash_evento_anterior': '
d2475dec6f8d2f3a69a14dcdf7051b02474f70ac352bf8f90c720b3461d8950c'
, 'hash_evento_atual': '3
bcb9dd3f93e45865c0cf42c592a6f447315f52dfd277fd05de80e894eec08ea'}
9 {'id_evento': 9, 'timestamp': '2025-11-05 14:22:48', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '9', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Sabin Diagnóstico"}', '
hash_evento_anterior': '3
bcb9dd3f93e45865c0cf42c592a6f447315f52dfd277fd05de80e894eec08ea',
  'hash_evento_atual': '3
```

```
b6c84c1271b4dc7748681bf9effa8196b2e1af5c8ab9a39e0ba21108f0ce4bce '
}
10 {'id_evento': 10, 'timestamp': '2025-11-05 14:23:20', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '10', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Laboratório Leme"}', '
hash_evento_anterior': '
b6c84c1271b4dc7748681bf9effa8196b2e1af5c8ab9a39e0ba21108f0ce4bce '
, 'hash_evento_atual': '
a8d62bb8b4de687b20f8658baebdc62eb69ce9fa15d9e4a3a153c141908ee9e1 '
}
11 {'id_evento': 11, 'timestamp': '2025-11-05 14:26:06', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '1', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Solicitação de Agendamento de Consulta", "
remetente_atividade_nome": "Solicitar Agendamento de Consulta", "
remetente_papel_nome": "Beneficiário/Paciente", "
remetente_participante_nome": "Maria Silva", "
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome
": "Receber Solicitação de Agendamento", "receptora_papel_nome":
"Clínica/Consultório", "receptora_participante_nome": "Clínica
Ortopédica da Bahia", "receptora_participante_id_chosen": "2", "
conteudo": "Enviar dados do beneficiário para a Clínica para
marcar uma consulta médica.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
a8d62bb8b4de687b20f8658baebdc62eb69ce9fa15d9e4a3a153c141908ee9e1 '
, 'hash_evento_atual': '96
c73e666da776ec30f28d8f17850954e8e7aa650d1844c34933aa96da7c120f'}
12 {'id_evento': 12, 'timestamp': '2025-11-05 14:27:39', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Pedido de Autorização de Consulta", "
remetente_atividade_nome": "Solicitar Autorização de Consulta", "
remetente_papel_nome": "Clínica/Consultório", "
remetente_participante_nome": "Clínica Ortopédica da Bahia", "
remetente_participante_id_chosen": "2", "receptora_atividade_nome
": "Receber Solicitação de Autorização de Consulta", "
receptora_papel_nome": "Plano de Saúde", "
receptora_participante_nome": "SulAmérica", "
receptora_participante_id_chosen": "6", "conteudo": "Enviar dados
do beneficiário e da consulta da Clínica para o Plano de Saúde
para validação de cobertura.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '96
c73e666da776ec30f28d8f17850954e8e7aa650d1844c34933aa96da7c120f',
'hash_evento_atual': '467
```

```
13 e4f5071a8123be6766c831cbf1b329a7e51c21a5aab88e124421e24cc3384'}
{'id_evento': 13, 'timestamp': '2025-11-05 14:28:41', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '3', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Retorno de Autorização de Consulta", "
remetente_atividade_nome": "Enviar Resposta de Autorização de
Consulta", "remetente_papel_nome": "Plano de Saúde", "
remetente_participante_nome": "SulAmérica", "
remetente_participante_id_chosen": "6", "receptora_atividade_nome
": "Receber Resposta de Autorização de Consulta", "
receptora_papel_nome": "Clínica/Consultório", "
receptora_participante_nome": "Clínica Ortopédica da Bahia", "
receptora_participante_id_chosen": "2", "conteudo": "Comunicar a
resposta (aprovado/negado) do Plano de Saúde de volta para a Clí
nica.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintá
tica, Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '467
e4f5071a8123be6766c831cbf1b329a7e51c21a5aab88e124421e24cc3384', '
hash_evento_atual': '649289
cfd49aaf51bdec28a81902cc5077abbfd6ec46f6f0140184647f3a3f40'}
14 {'id_evento': 14, 'timestamp': '2025-11-05 14:29:11', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '4', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Solicitação de Agendamento de Exame", "
remetente_atividade_nome": "Solicitar Agendamento de Exame", "
remetente_papel_nome": "Beneficiário/Paciente", "
remetente_participante_nome": "Maria Silva", "
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome
": "Receber Solicitação de Agendamento de Exame", "
receptora_papel_nome": "Laboratório/Centro de Imagem", "
receptora_participante_nome": "Laboratório Leme", "
receptora_participante_id_chosen": "10", "conteudo": "Enviar
dados do beneficiário para o Laboratório para marcar um exame ou
procedimento.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica,
Sintática", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
649289cfd49aaf51bdec28a81902cc5077abbfd6ec46f6f0140184647f3a3f40'
, 'hash_evento_atual': '
bf06d759f4e38a37e7587f26e0f68ab21aaeff5ddcc9a35a2b2a79ae82edf945'
}
15 {'id_evento': 15, 'timestamp': '2025-11-05 14:30:14', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Pedido de Autorização de Exame", "
remetente_atividade_nome": "Solicitar Autorização de Exame", "
remetente_papel_nome": "Laboratório/Centro de Imagem", "
remetente_participante_nome": "Laboratório Leme", "
remetente_participante_id_chosen": "10", "

```

```

receptora_atividade_nome": "Receber Solicitação de Autorização de
  Exame", "receptora_papel_nome": "Plano de Saúde", "
receptora_participante_nome": "SulAmérica", "
receptora_participante_id_chosen": "6", "conteudo": "Enviar dados
  do beneficiário e do exame do Laboratório para o Plano de Saúde
  para validação de cobertura.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
bf06d759f4e38a37e7587f26e0f68ab21aaeff5ddcc9a35a2b2a79ae82edf945'
, 'hash_evento_atual': '90
cd70114e10a384ec372f1373aaf7f019037a69c7e508288e75b976dfff69b9'}
16 {'id_evento': 16, 'timestamp': '2025-11-05 14:31:15', 'user_id':
  'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
  Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '6', '
  tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
  interacao_nome": "Retorno de Autorização de Exame", "
  remetente_atividade_nome": "Enviar Resposta de Autorização de
  Exame", "remetente_papel_nome": "Plano de Saúde", "
  remetente_participante_nome": "SulAmérica", "
  remetente_participante_id_chosen": "6", "receptora_atividade_nome
  ": "Receber Resposta de Autorização de Exame", "
  receptora_papel_nome": "Laboratório/Centro de Imagem", "
  receptora_participante_nome": "Laboratório Leme", "
  receptora_participante_id_chosen": "10", "conteudo": "Comunicar a
  resposta (aprovado/negado) do Plano de Saúde de volta para o
  Laboratório.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica,
  Sintática, Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', '
  hash_evento_anterior': '90
  cd70114e10a384ec372f1373aaf7f019037a69c7e508288e75b976dfff69b9',
  'hash_evento_atual': '4
  ed3cc2db42a7c7f2f01e1f92e723b7d6ba4f51e8bf27118e6696aa4075a0cb3'}
17 {'id_evento': 17, 'timestamp': '2025-11-05 14:37:48', 'user_id':
  'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
  Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '7', '
  tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
  interacao_nome": "Disponibilização de Resultado de Exame", "
  remetente_atividade_nome": "Disponibilizar Resultado de Exame", "
  remetente_papel_nome": "Laboratório/Centro de Imagem", "
  remetente_participante_nome": "Laboratório Leme", "
  remetente_participante_id_chosen": "10", "
  receptora_atividade_nome": "Receber Resultado de Exame", "
  receptora_papel_nome": "Beneficiário/Paciente", "
  receptora_participante_nome": "Maria Silva", "
  receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Enviar ou
  disponibilizar o laudo/resultado do exame do Laboratório para o
  Beneficiário/Paciente.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica":
  "Técnica, Sintática", "status_atual": "ATIVO"}', '
  hash_evento_anterior': '4
  ed3cc2db42a7c7f2f01e1f92e723b7d6ba4f51e8bf27118e6696aa4075a0cb3',
  'hash_evento_atual': '

```

```
ddba70ce63736d1edb629beff949f96e90a4602f2be9ad71d5d7bf0f93559e5a'  
}  
18 {'id_evento': 18, 'timestamp': '2025-11-05 14:40:26', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '1', '  
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"  
comunicacao_nome": "Agendamento de Consulta", "  
finalidade_comunicacao": "Coordenar a marcação de uma consulta mé  
dica entre o Beneficiário e a Clínica.", "  
interacoes_componentes_nomes": ["Solicitação de Agendamento de  
Consulta"], "interacoes_componentes_ids": ["1"], "  
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo", "status_atual  
": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '  
ddba70ce63736d1edb629beff949f96e90a4602f2be9ad71d5d7bf0f93559e5a'  
, 'hash_evento_atual': '  
fd3a432ace2bfe76da881ceea7d73f6cec97c7dc13b3e8aae65fa64e429ab73b'  
}  
19 {'id_evento': 19, 'timestamp': '2025-11-05 14:42:22', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '  
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"  
comunicacao_nome": "Autorização de Consulta Médica", "  
finalidade_comunicacao": "Gerenciar o ciclo de validação de  
cobertura da consulta, entre a Clínica e o Plano de Saúde.", "  
interacoes_componentes_nomes": ["Pedido de Autorização de  
Consulta", "Retorno de Autorização de Consulta"], "  
interacoes_componentes_ids": ["2", "3"], "  
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Negócio,  
Organizacional", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior'  
' : '  
fd3a432ace2bfe76da881ceea7d73f6cec97c7dc13b3e8aae65fa64e429ab73b'  
, 'hash_evento_atual': '  
cb6441546c2027758169e8cdc51ab2c216b20a81f756fa04ddb3bc3180e43c2c'  
}  
20 {'id_evento': 20, 'timestamp': '2025-11-05 14:43:19', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '3', '  
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"  
comunicacao_nome": "Agendamento e Resultado de Exame", "  
finalidade_comunicacao": "Coordenar a marcação de um exame e a  
entrega do resultado final ao Beneficiário.", "  
interacoes_componentes_nomes": ["Solicitação de Agendamento de  
Exame", "Disponibilização de Resultado de Exame"], "  
interacoes_componentes_ids": ["4", "7"], "  
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo", "status_atual  
": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '  
cb6441546c2027758169e8cdc51ab2c216b20a81f756fa04ddb3bc3180e43c2c'  
, 'hash_evento_atual': '  
cd8e1479d5aed6517697148601fb2a82cf57f5e4bc56abd13e611735a5f060bf'  
}
```

```
21 {'id_evento': 21, 'timestamp': '2025-11-05 14:44:16', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '4', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Autorização de Exame/Procedimento", "
finalidade_comunicacao": "Gerenciar o ciclo de validação de
cobertura do exame, entre o Laboratório e o Plano de Saúde.", "
interacoes_componentes_nomes": ["Pedido de Autorização de Exame",
"Retorno de Autorização de Exame"], "interacoes_componentes_ids
": ["5", "6"], "tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo
de Negócio, Organizacional", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '
cd8e1479d5aed6517697148601fb2a82cf57f5e4bc56abd13e611735a5f060bf '
, 'hash_evento_atual': '
a8e23da54cbbe2b15973f430ef0bfb08ee93720327dc91a24a9ac53740fb4f0f '
}
22 {'id_evento': 22, 'timestamp': '2025-11-05 16:25:35', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '11', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Clínica de Olhos Freitas"}', '
hash_evento_anterior': '
a8e23da54cbbe2b15973f430ef0bfb08ee93720327dc91a24a9ac53740fb4f0f '
, 'hash_evento_atual': '
c82de4933d4d017c7847a3af3dbbbb21dd11cb5e8b58655c02300411947597c5 '
}
23 {'id_evento': 23, 'timestamp': '2025-11-05 16:46:45', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Atualizacao_Atributo_Participante', '
origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '2
', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
{"status_antigo": "ATIVO", "status_atual": "INATIVO", "nome": "Cl
ínica Ortopédica da Bahia"}', 'hash_evento_anterior': '
c82de4933d4d017c7847a3af3dbbbb21dd11cb5e8b58655c02300411947597c5 '
, 'hash_evento_atual': '
a4ee2f26fea0f76cb89a5ad3b3f9fd75c6ed76e4de1e13768a4a1be64e9bf722 '
}
24 {'id_evento': 24, 'timestamp': '2025-11-05 16:46:45', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Saiu', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '2', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Participante Clínica Ortopédica da Bahia saiu do SoIS.', '
hash_evento_anterior': '
a4ee2f26fea0f76cb89a5ad3b3f9fd75c6ed76e4de1e13768a4a1be64e9bf722 '
, 'hash_evento_atual': '767
a5597f2b99c49fa31a9ac78a30bf9bb612159aee92b385ca696a59527620f'}
25 {'id_evento': 25, 'timestamp': '2025-11-05 16:46:45', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'SoIS_Rerroteamento_Concluido', '
origem_dado': 'Simulacao_Rerroteamento', 'id_elemento_afetado': '
2', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Saída de Clínica Ortopédica da Bahia. Papel (ID: 2) reatribuído a
```

```
Consultório Dr. Carlos Andrade (próximo no RR).', '  
hash_evento_anterior': '767  
a5597f2b99c49fa31a9ac78a30bf9bb612159aee92b385ca696a59527620f', '  
hash_evento_atual': '0  
de2bc9072fb2d4e3bb4890828186817939451aca3de56e9e68a5623357b9532']}
```

## REGISTROS NO LEDGER DO MODELO DA SEGURANÇA PÚBLICA

```
1 {'id_evento': 1, 'timestamp': '2025-11-06 01:23:52', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '1', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "SSP/BA"}', 'hash_evento_anterior': None, 'hash_evento_atual': '05694821041033c4b82dc6e6d372b5219628c92cc557e33eeeed23d517ab3816'}
2 {'id_evento': 2, 'timestamp': '2025-11-06 01:24:43', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '2', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Polícia Civil (PC/BA)}', 'hash_evento_anterior': '05694821041033c4b82dc6e6d372b5219628c92cc557e33eeeed23d517ab3816', 'hash_evento_atual': '70731f73d1cd0f310018f6ed14ba569641a12bd64416d9e69ee7ffb5a5113898'}
3 {'id_evento': 3, 'timestamp': '2025-11-06 01:25:09', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '3', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Polícia Militar (PM/BA)}', 'hash_evento_anterior': '70731f73d1cd0f310018f6ed14ba569641a12bd64416d9e69ee7ffb5a5113898', 'hash_evento_atual': '004af1e9b6077fff104decbeefabe9192fd9babf862e24c4a4b1a256151a43cb'}
4 {'id_evento': 4, 'timestamp': '2025-11-06 01:25:34', 'user_id': 'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '4', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"status_atual": "ATIVO", "nome": "Corpo de Bombeiros (CBM/BA)}', 'hash_evento_anterior': '004af1e9b6077fff104decbeefabe9192fd9babf862e24c4a4b1a256151a43cb', 'hash_evento_atual': '004af1e9b6077fff104decbeefabe9192fd9babf862e24c4a4b1a256151a43cb'}
```

```
hash_evento_atual': '
c44ca49f40187dafe2532f004be08130a30b69633fe007daffb8fa312ce9e89a'
}
5 {'id_evento': 5, 'timestamp': '2025-11-06 01:26:00', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "CSIS"}', 'hash_evento_anterior':
'
c44ca49f40187dafe2532f004be08130a30b69633fe007daffb8fa312ce9e89a'
, 'hash_evento_atual': '051
b7459027b5ec5f6bee2a2d66796f99cd6dd99600dee4fc27f2914377e6d40'}
6 {'id_evento': 6, 'timestamp': '2025-11-06 01:26:25', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '6', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Verisure"}', '
hash_evento_anterior': '051
b7459027b5ec5f6bee2a2d66796f99cd6dd99600dee4fc27f2914377e6d40', '
hash_evento_atual': '3
d39c07d6675ef5473b0b0c2482fdb0c46b56a41897c569b273132d78c34c78f'}
7 {'id_evento': 7, 'timestamp': '2025-11-06 01:26:25', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '7', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "SegurPro"}', '
hash_evento_anterior': '3
d39c07d6675ef5473b0b0c2482fdb0c46b56a41897c569b273132d78c34c78f',
'hash_evento_atual': '50
f3b3067ad91f24bb250e20cdc3cfab70f119a94aec70588943aa32cb1c3616'}
8 {'id_evento': 8, 'timestamp': '2025-11-06 01:26:51', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '8', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Posto Shell (Av. Paralela)}', '
hash_evento_anterior': '50
f3b3067ad91f24bb250e20cdc3cfab70f119a94aec70588943aa32cb1c3616',
'hash_evento_atual': '
b6f41708e2e8a1af3c6b0f843bd30cb3e6b844c9265db32249c6446562de00ae'
}
9 {'id_evento': 9, 'timestamp': '2025-11-06 01:27:16', 'user_id': '
Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '9', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Condomínio Le Parc"}', '
hash_evento_anterior': '
b6f41708e2e8a1af3c6b0f843bd30cb3e6b844c9265db32249c6446562de00ae'
, 'hash_evento_atual': '
f3a90433774a1df59006c6fcb5fd1a5a75d356360f8b0929f0146dc8d0b5217a'
}
```

```
10 { 'id_evento': 10, 'timestamp': '2025-11-06 01:27:41', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '  
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '10', '  
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"  
status_atual": "ATIVO", "nome": "Shopping da Bahia"}', '  
hash_evento_anterior': '  
f3a90433774a1df59006c6fcb5fd1a5a75d356360f8b0929f0146dc8d0b5217a'  
, 'hash_evento_atual': '  
e1f664d5b67e2996b64b594c3a2079cd0bc56773e168f5fe4ad217bbeb70f559'  
}  
11 { 'id_evento': 11, 'timestamp': '2025-11-06 01:28:07', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '  
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '11', '  
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"  
status_atual": "ATIVO", "nome": "Supermercado RedeMix (Pituba)}'  
, 'hash_evento_anterior': '  
e1f664d5b67e2996b64b594c3a2079cd0bc56773e168f5fe4ad217bbeb70f559'  
, 'hash_evento_atual': '55  
c124f00259912ae7c8e91cb4f104f2e380be6698748828fb5fbef7c07163aa'}  
12 { 'id_evento': 12, 'timestamp': '2025-11-06 01:36:37', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '1', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Autorização de Compartilhamento", "  
remetente_atividade_nome": "Conceder Permissão para  
Compartilhamento", "remetente_papel_nome": "Cidadão/Proprietário  
da Câmera", "remetente_participante_nome": "Shopping da Bahia", "  
remetente_participante_id_chosen": "10", "  
receptora_atividade_nome": "Obter Consentimento do Cliente", "  
receptora_papel_nome": "Organização Provedora de Câmeras", "  
receptora_participante_nome": "Verisure", "  
receptora_participante_id_chosen": "6", "conteudo": "Formalizar a  
permissão do proprietário da câmera para que a Organização  
Provedora compartilhe suas imagens com o SoIS.", "  
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática", "  
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '55  
c124f00259912ae7c8e91cb4f104f2e380be6698748828fb5fbef7c07163aa',  
'hash_evento_atual': '66489  
c34315790442fe22b9806bae7ca00769c5898957d7114d5a217f5a2ef9b'}  
13 { 'id_evento': 13, 'timestamp': '2025-11-06 01:37:53', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Solicitação de Adesão ao SoIS", "  
remetente_atividade_nome": "Aderir ao Projeto Câmera Interativa",  
"remetente_papel_nome": "Organização Provedora de Câmeras", "  
remetente_participante_nome": "Verisure", "  
remetente_participante_id_chosen": "6", "receptora_atividade_nome  
": "Receber Termo de Adesão", "receptora_papel_nome": "Central de  
Comando e Monitoramento", "receptora_participante_nome": "SSP/BA
```

```

", "receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Enviar a
solicitação formal da Organização Provedora para a Central de
Comando para ingressar no programa.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '66489
c34315790442fe22b9806bae7ca00769c5898957d7114d5a217f5a2ef9b', '
hash_evento_atual': '
a03634afee248a8a0054ffe15aeb23a9cae8d91bca5f71e22ac099b412ed229d'
}
14 {'id_evento': 14, 'timestamp': '2025-11-06 01:38:44', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '3', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Confirmação de Credenciamento", "
remetente_atividade_nome": "Notificar Credenciamento e Orientaçõ
es", "remetente_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento
", "remetente_participante_nome": "SSP/BA", "
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome
": "Receber Confirmação de Credenciamento", "receptora_papel_nome
": "Organização Provedora de Câmeras", "
receptora_participante_nome": "Verisure", "
receptora_participante_id_chosen": "6", "conteudo": "Informar à
Organização Provedora que sua adesão foi aceita e enviar as
instruções técnicas para o envio do stream.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semã
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
a03634afee248a8a0054ffe15aeb23a9cae8d91bca5f71e22ac099b412ed229d'
, 'hash_evento_atual': '
b09350ddc33909e15cdf8d5683d1ddb858329123d4e053a9275fe7c5dcd73235'
}
15 {'id_evento': 15, 'timestamp': '2025-11-06 01:39:36', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '4', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Envio de Stream de Vídeo", "
remetente_atividade_nome": "Configurar Câmera para Envio de
Stream", "remetente_papel_nome": "Organização Provedora de Câ
meras", "remetente_participante_nome": "Verisure", "
remetente_participante_id_chosen": "6", "receptora_atividade_nome
": "Receber Stream de Vídeo", "receptora_papel_nome": "Central de
Comando e Monitoramento", "receptora_participante_nome": "SSP/BA
", "receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "
Estabelecer a conexão e transmitir o fluxo de vídeo contínuo da c
âmera do participante para a Central de Comando.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática", "
status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
b09350ddc33909e15cdf8d5683d1ddb858329123d4e053a9275fe7c5dcd73235'
, 'hash_evento_atual': '0
b2d594b88eff11d66a9008a495baa852db8da6a6d0fce1dc03cd1ec310bbb67'}

```

```
16 {'id_evento': 16, 'timestamp': '2025-11-06 01:40:27', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '5', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Repasse de Stream para Análise", "  
remetente_atividade_nome": "Encaminhar Stream para Análise", "  
remetente_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "  
remetente_participante_nome": "SSP/BA", "  
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome  
": "Receber Stream de Vídeo para Análise", "receptora_papel_nome  
": "Processador de Imagens", "receptora_participante_nome": "CSIS  
", "receptora_participante_id_chosen": "5", "conteudo": "  
Encaminhar o stream de vídeo bruto recebido pela Central de  
Comando para o Processador de Imagens aplicar a análise.", "  
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Cloud  
", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '0  
b2d594b88eff11d66a9008a495baa852db8da6a6d0fce1dc03cd1ec310bbb67',  
'hash_evento_atual': '70  
cbb81a228ce2345b1f6f94352033c339f335e45ffb1efecb9a1d2e1d3726be'}  
17 {'id_evento': 17, 'timestamp': '2025-11-06 01:41:18', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '6', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Envio de Alerta Qualificado", "  
remetente_atividade_nome": "Gerar Alerta Qualificado", "  
remetente_papel_nome": "Processador de Imagens", "  
remetente_participante_nome": "CSIS", "  
remetente_participante_id_chosen": "5", "receptora_atividade_nome  
": "Monitorar Alertas e Imagens Manualmente", "  
receptora_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "  
receptora_participante_nome": "SSP/BA", "  
receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Informar à  
Central de Comando sobre um evento de interesse (acidente, crime)  
detectado pela análise de vídeo inteligente.", "  
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semã  
ntica, Pragmática", "status_atual": "ATIVO"}', '  
hash_evento_anterior': '70  
cbb81a228ce2345b1f6f94352033c339f335e45ffb1efecb9a1d2e1d3726be',  
'hash_evento_atual': '98960  
d1b9d0c3634e1d68e3f90b80e6702398796739ef923bf869c7594374e07'}  
18 {'id_evento': 18, 'timestamp': '2025-11-06 01:42:34', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '7', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Despacho de Atendimento Ostensivo", "  
remetente_atividade_nome": "Acionar Força Ostensiva", "  
remetente_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "  
remetente_participante_nome": "SSP/BA", "  
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome  
": "Receber Comando Ostensivo", "receptora_papel_nome": "Força de
```

```

Resposta Ostensiva", "receptora_participante_nome": "Polícia
Militar (PM/BA)", "receptora_participante_id_chosen": "3", "
conteudo": "Enviar uma ordem de despacho para a Força de Resposta
Ostensiva atender a um incidente em andamento.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '98960
d1b9d0c3634e1d68e3f90b80e6702398796739ef923bf869c7594374e07', '
hash_evento_atual': '0
ecafc1089b9d2afb1c0e6428f46d44ae3e3317db8c0d354e3162ddbdc9f7d5a'}
19 {'id_evento': 19, 'timestamp': '2025-11-06 01:43:26', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '8', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Retorno de Atendimento Ostensivo", "
remetente_atividade_nome": "Reportar Atendimento Ostensivo Conclu
ído", "remetente_papel_nome": "Força de Resposta Ostensiva", "
remetente_participante_nome": "Polícia Militar (PM/BA)", "
remetente_participante_id_chosen": "3", "receptora_atividade_nome
": "Receber Retorno do Atendimento Ostensivo", "
receptora_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "
receptora_participante_nome": "SSP/BA", "
receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Informar à
Central de Comando o resultado do despacho (situação controlada,
prisão efetuada, etc.).", "tipos_interoperabilidade_tecnologica":
"Técnica, Sintática, Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '0
ecafc1089b9d2afb1c0e6428f46d44ae3e3317db8c0d354e3162ddbdc9f7d5a',
'hash_evento_atual': '266
d45100ccd784aec8eb6f218932256092d4ffe615cb3045565ba1b33305725'}
20 {'id_evento': 20, 'timestamp': '2025-11-06 01:44:17', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '9', '
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"
interacao_nome": "Notificação de Ocorrência para Investigação", "
remetente_atividade_nome": "Acionar Força de Investigação", "
remetente_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "
remetente_participante_nome": "SSP/BA", "
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome
": "Receber Comando de Investigação", "receptora_papel_nome": "
Força de Investigação", "receptora_participante_nome": "Polícia
Civil (PC/BA)", "receptora_participante_id_chosen": "2", "
conteudo": "Enviar os dados de uma ocorrência validada para a For
ça de Investigação iniciar o processo investigativo.", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semâ
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '266
d45100ccd784aec8eb6f218932256092d4ffe615cb3045565ba1b33305725', '
hash_evento_atual': '
d69cc7921b41618b1a08dcddb46a31088baa1d09f0186c421cce7d831944705d'
}

```

```
21 {'id_evento': 21, 'timestamp': '2025-11-06 01:45:09', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '10', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Retorno de Status da Investigação", "  
remetente_atividade_nome": "Reportar Andamento da Investigação", "  
remetente_papel_nome": "Força de Investigação", "  
remetente_participante_nome": "Polícia Civil (PC/BA)", "  
remetente_participante_id_chosen": "2", "receptora_atividade_nome  
": "Receber Retorno do Atendimento de Investigação", "  
receptora_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "  
receptora_participante_nome": "SSP/BA", "  
receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Informar à  
Central de Comando o andamento ou a conclusão da investigação  
policial.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica,  
Sintática, Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', '  
hash_evento_anterior': '  
d69cc7921b41618b1a08dcddb46a31088baa1d09f0186c421cce7d831944705d'  
, 'hash_evento_atual': '1344  
a28dff14b9bba7ded7f121a17c8580a98fb37e4a12c8088b38e502fa2647'}  
22 {'id_evento': 22, 'timestamp': '2025-11-06 01:46:24', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '11', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Despacho de Atendimento de Emergência", "  
remetente_atividade_nome": "Acionar Força de Emergências", "  
remetente_papel_nome": "Central de Comando e Monitoramento", "  
remetente_participante_nome": "SSP/BA", "  
remetente_participante_id_chosen": "1", "receptora_atividade_nome  
": "Receber Comando de Emergência", "receptora_papel_nome": "Força  
de Resposta a Emergências", "receptora_participante_nome": "  
Corpo de Bombeiros (CBM/BA)", "receptora_participante_id_chosen":  
"4", "conteudo": "Enviar uma ordem de despacho para a Força de  
Resposta a Emergências atender a um chamado (incêndio, resgate)  
.", "tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática,  
Semântica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '  
1344a28dff14b9bba7ded7f121a17c8580a98fb37e4a12c8088b38e502fa2647'  
, 'hash_evento_atual': '36  
c41ec51bdf63f1143a33a6f45fcec580677e376ba247153d40ed0d54ba542d'}  
23 {'id_evento': 23, 'timestamp': '2025-11-06 01:47:16', 'user_id':  
'Edlane', 'tipo_evento': 'Interacao_Iniciada', 'origem_dado': '  
Planilha_Interacoes', 'id_elemento_afetado': '12', '  
tipo_elemento_afetado': 'Interacao', 'detalhes_evento': '{"  
interacao_nome": "Retorno de Atendimento de Emergência", "  
remetente_atividade_nome": "Reportar Atendimento de Emergência  
Concluído", "remetente_papel_nome": "Força de Resposta a Emergê  
ncias", "remetente_participante_nome": "Corpo de Bombeiros (CBM/  
BA)", "remetente_participante_id_chosen": "4", "  
receptora_atividade_nome": "Receber Retorno do Atendimento de  
Emergências", "receptora_papel_nome": "Central de Comando e
```

```
Monitoramento", "receptora_participante_nome": "SSP/BA", "
receptora_participante_id_chosen": "1", "conteudo": "Informar à
Central de Comando o resultado do atendimento de emergência (
situação controlada, vítimas, etc.).", "
tipos_interoperabilidade_tecnologica": "Técnica, Sintática, Semã
ntica", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '36
c41ec51bdf63f1143a33a6f45fcec580677e376ba247153d40ed0d54ba542d',
'hash_evento_atual': '
bdf536ebe1922e7ad0dcb07052bcabfc90ce5a27a4e9ee254f4507772821da98'
}
24 {'id_evento': 24, 'timestamp': '2025-11-06 01:53:22', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '1', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Consentimento de Compartilhamento", "
finalidade_comunicacao": "Formalizar a permissão legal do Cidadão
para que a Organização Provedora compartilhe sua imagem com o
SoIS.", "interacoes_componentes_nomes": ["Autorização de
Compartilhamento"], "interacoes_componentes_ids": ["1"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo, Organizacional
", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
bdf536ebe1922e7ad0dcb07052bcabfc90ce5a27a4e9ee254f4507772821da98'
, 'hash_evento_atual': '
a380cdfc16ced615915344f96222c5b47c28f8013a41a3512a2807aa117fa265'
}
25 {'id_evento': 25, 'timestamp': '2025-11-06 01:57:32', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '2', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Gestão de Fornecimento de Câmera", "
finalidade_comunicacao": "Gerenciar o ciclo de vida completo de
um provedor de câmera, desde o credenciamento até o fornecimento
contínuo do stream de vídeo para a Central.", "
interacoes_componentes_nomes": ["Solicitação de Adesão ao SoIS",
"Confirmação de Credenciamento", "Envio de Stream de Video"], "
interacoes_componentes_ids": ["2", "3", "4"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Organizacional, Processo
de Negócio, Operacional", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '
a380cdfc16ced615915344f96222c5b47c28f8013a41a3512a2807aa117fa265'
, 'hash_evento_atual': '
db9af46d24949ae5031580041c70ef6d119b36ba63fe07959f1062fa1c6da222'
}
26 {'id_evento': 26, 'timestamp': '2025-11-06 02:03:00', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '3', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Análise e Qualificação de Alerta", "
finalidade_comunicacao": "Coordenar o envio do stream de vídeo da
Central de Comando para análise pelo Processador de Imagens e o
```

```
recebimento do alerta qualificado.", "
interacoes_componentes_nomes": ["Repasse de Stream para Análise",
"Envio de Alerta Qualificado"], "interacoes_componentes_ids":
["5", "6"], "tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de
Negócio, Operacional", "status_atual": "ATIVO"}', '
hash_evento_anterior': '
db9af46d24949ae5031580041c70ef6d119b36ba63fe07959f1062fa1c6da222'
, 'hash_evento_atual': '966
f994b58b6064708bbc3f484c1d69919fb3e91e203177f71350f370790e0e3'}
27 {'id_evento': 27, 'timestamp': '2025-11-06 02:04:17', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '4', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Ciclo de Resposta Ostensiva", "
finalidade_comunicacao": "Gerenciar o acionamento da Força de
Resposta Ostensiva pela Central de Comando e o recebimento do
resultado do atendimento.", "interacoes_componentes_nomes": ["
Despacho de Atendimento Ostensivo", "Retorno de Atendimento
Ostensivo"], "interacoes_componentes_ids": ["7", "8"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Negócio,
Operacional", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior':
'966f994b58b6064708bbc3f484c1d69919fb3e91e203177f71350f370790e0e3
', 'hash_evento_atual': '
da466b745b3271c452077ba2c52830aed8b5878844ba7bdfa7b256f16fad1aaa'
}
28 {'id_evento': 28, 'timestamp': '2025-11-06 02:05:39', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '5', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Ciclo de Investigação", "
finalidade_comunicacao": "Gerenciar o encaminhamento da ocorrê
ncia da Central de Comando para a Força de Investigação e o
acompanhamento do seu andamento.", "interacoes_componentes_nomes
": ["Notificação de Ocorrência para Investigação", "Retorno de
Status da Investigação"], "interacoes_componentes_ids": ["9",
"10"], "tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Negó
cio", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior': '
da466b745b3271c452077ba2c52830aed8b5878844ba7bdfa7b256f16fad1aaa'
, 'hash_evento_atual': '
fa59792ba20d9fc90cd701b7a1dd8742bc7c17069ef748e376f151c97ab4b609'
}
29 {'id_evento': 29, 'timestamp': '2025-11-06 02:06:30', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Comunicacao_Iniciada', 'origem_dado': '
Planilha_Comunicacoes', 'id_elemento_afetado': '6', '
tipo_elemento_afetado': 'Comunicacao', 'detalhes_evento': '{"
comunicacao_nome": "Ciclo de Resposta a Emergências", "
finalidade_comunicacao": "Gerenciar o acionamento da Força de
Resposta a Emergências pela Central de Comando e o recebimento do
resultado do atendimento.", "interacoes_componentes_nomes": ["
Despacho de Atendimento de Emergência", "Retorno de Atendimento
```

```
de Emergência"], "interacoes_componentes_ids": ["11", "12"], "
tipos_interoperabilidade_sociotecnica": "Processo de Negócio,
Operacional", "status_atual": "ATIVO"}', 'hash_evento_anterior':
'fa59792ba20d9fc90cd701b7a1dd8742bc7c17069ef748e376f151c97ab4b609
', 'hash_evento_atual': '8225945
ccfe4b52fb1db48e166fc92b860743576929c7b19b453a5fd19f8d935'}
30 {'id_evento': 30, 'timestamp': '2025-11-06 02:12:21', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Entrou', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '12', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '{"
status_atual": "ATIVO", "nome": "Posto de Gasolina B"}', '
hash_evento_anterior': '8225945
ccfe4b52fb1db48e166fc92b860743576929c7b19b453a5fd19f8d935', '
hash_evento_atual': '
c6495a99549946454bfd12c27ac06b638956580e76562efc1e9f7b0fd29557a6'
}
31 {'id_evento': 31, 'timestamp': '2025-11-06 02:16:03', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Atualizacao_Atributo_Participante', '
origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '8
', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
{"status_antigo": "ATIVO", "status_atual": "INATIVO", "nome": "
Posto Shell (Av. Paralela)"}', 'hash_evento_anterior': '
c6495a99549946454bfd12c27ac06b638956580e76562efc1e9f7b0fd29557a6'
, 'hash_evento_atual': '27
dac0fa9fdddc8b9c6852ca970a9510c77550729af7451e8d879444a89253f3'}
32 {'id_evento': 32, 'timestamp': '2025-11-06 02:16:03', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Saiu', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '8', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Participante Posto Shell (Av. Paralela) saiu do SoIS.', '
hash_evento_anterior': '27
dac0fa9fdddc8b9c6852ca970a9510c77550729af7451e8d879444a89253f3',
'hash_evento_atual': '
e8aa81ae1cfae39e9330719dabb1b3f79c7356ce2edde0c62da095f70038462d'
}
33 {'id_evento': 33, 'timestamp': '2025-11-06 02:20:10', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Atualizacao_Atributo_Participante', '
origem_dado': 'Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '
10', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
'{"status_antigo": "ATIVO", "status_atual": "INATIVO", "nome": "
Shopping da Bahia"}', 'hash_evento_anterior': '
e8aa81ae1cfae39e9330719dabb1b3f79c7356ce2edde0c62da095f70038462d'
, 'hash_evento_atual': '
f2f77bb0ddf1048bacdc95974939f556be4d76f0bedb47d3ff3eda1a431ef46e'
}
34 {'id_evento': 34, 'timestamp': '2025-11-06 02:20:10', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'Participante_Saiu', 'origem_dado': '
Planilha_Participantes', 'id_elemento_afetado': '10', '
tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento': '
Participante Shopping da Bahia saiu do SoIS.', '

```

```
hash_evento_anterior': '
f2f77bb0ddf1048bacdc95974939f556be4d76f0bedb47d3ff3eda1a431ef46e'
, 'hash_evento_atual': '
e484e3c289bdce7c47e1c485080df2a1e53a5b8e452e0a0cbe0638e32e1051a0'
}
35 {'id_evento': 35, 'timestamp': '2025-11-06 02:20:10', 'user_id':
'Edlane', 'tipo_evento': 'SoIS_Rerroteamento_Concluido', '
origem_dado': 'Simulacao_Rerroteamento', 'id_elemento_afetado': '
10', 'tipo_elemento_afetado': 'Participante', 'detalhes_evento':
'Saída de Shopping da Bahia. Papel (ID: 1) reatribuído a
Supermercado RedeMix (Pituba) (próximo no RR).', '
hash_evento_anterior': '
e484e3c289bdce7c47e1c485080df2a1e53a5b8e452e0a0cbe0638e32e1051a0'
, 'hash_evento_atual': '1
e2a28753bac1e2a0c57a48d826dd1679e27efee5d8e51fcfa97cb16b742df3c'}
```