



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

**Um Modelo de Negócio para Prover
Interoperabilidade entre Órgãos em Ambiente
Interagências**

Nivando Araújo Cavalcante

Dissertação apresentada como requisito parcial para conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Orientador

Prof. Dr. Marcelo Antonio Marotta

Brasília
2022

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

AC377m Araújo Cavalcante, Nivando
Um Modelo de Negócio para Prover Interoperabilidade entre
Órgãos em Ambiente Interagências / Nivando Araújo
Cavalcante; orientador Marcelo Antonio Marotta. --
Brasília, 2022.
71 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em
Computação Aplicada) -- Universidade de Brasília, 2022.

1. Modelo de Interoperabilidade. 2. Interagências. 3.
Operação civil-militar. 4. Monetização de operações
interagências. I. Antonio Marotta, Marcelo , orient. II.
Título.

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha abençoada família. À minha amada esposa Danyelle, meu porto seguro e companheira de todas as horas. Pelo seu amor, companheirismo, paciência, incentivo e apoio incondicional. Você é minha maior força. Às minhas filhas Dayane e Nicole, minhas eternas princesas, razões do meu viver e melhor presente que Deus, na sua infinita bondade, me concedeu.

Agradecimentos

Toda conquista em nossas vidas dá trabalho, exige empenho e determinação. No entanto, aprendi com meus pais e irmãos que, mesmo com toda dedicação, nada se conquista sozinho. O resultado deste trabalho contou com o apoio de muitos a quem tenho o dever de justiça de agradecer.

À minha amada esposa, Danyelle Cavalcante, minha eterna companheira e amor da minha vida. Às minhas filhas, Dayane Cavalcante e Nicole Cavalcante, razões do meu viver. Agradeço a vocês pelo apoio irrestrito e pela compreensão nos momentos ausentes como esposo e pai.

Ao estimado amigo Yuri Fialho, companheiro desta e de outras jornadas, pelo apoio, pelas horas de estudo compartilhadas e, principalmente, pela leal amizade. Já diziam os antigos sábios que amigo é a família que Deus nos permitiu escolher.

Ao meu Orientador, professor doutor Marcelo Marotta, pela prestimosa disposição, pela atenção e pelo profissionalismo. Aprendi muito com esse tão renomado docente. O resultado deste trabalho, em muito, é consequência de sua orientação.

Ao professor doutor Edison Ishikawa, a quem tenho elevada estima, respeito e admiração. Agradeço pela paciência, atenção, ensinamentos e pela grande contribuição neste projeto de pesquisa.

À professora doutora Cláudia Cavalcanti e ao professor doutor Márcio Victorino, pela disponibilidade em constituir a banca de defesa de mestrado. Vossas presenças em muito engrandecem este trabalho.

Ao Exército Brasileiro por me possibilitar realizar este mestrado. Ao Centro de Controle Interno do Exército (CCIEEx), organização militar a qual estou vinculado, pela compreensão e apoio durante todo o curso.

Por fim, agradeço à Universidade de Brasília pela oportunidade de realizar este tão conceituado curso. Em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada e aos seus dedicados professores.

Resumo

Operações em Ambiente Interagências com a participação das Forças Armadas (FA) e de órgãos civis são cada vez mais frequentes. Nesse contexto, para obtenção do sucesso é necessário que ocorra uma interoperabilidade entre as entidades envolvidas com o compartilhamento de informações em prol de alcançar o objetivo comum da operação. No entanto, para possibilitar essa interoperação, várias barreiras precisam ser superadas, o que diminui o interesse das instituições em compartilhar seus dados. Apesar da existência de vários estudos na literatura acerca do assunto, ainda há lacunas a serem abordadas. Dentre elas, há a necessidade de criação de um modelo de negócio que possibilite uma abrangência maior, quanto aos participantes e aos dados, e que utilize uma estratégia para fomentar a adesão dos órgãos em compartilhar suas informações. Neste trabalho, é proposto um novo modelo de negócio baseado em uma arquitetura que tem como elemento central um *Gateway de API* e, entre outros, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro. O objetivo principal é prover a interoperabilidade necessária para o compartilhamento monetizado de informações entre as entidades envolvidas, direta ou indiretamente, em Operações Interagências com a participação das FA e órgãos civis. Pretende-se, ainda, possibilitar que o compartilhamento de dados seja realizado de forma abrangente e ser uma ferramenta de incentivo à integração, de forma a minorar os obstáculos gerados com os dispêndios dos recursos para disponibilizar os dados. O incentivo será proporcionado com a implementação da monetização sempre que ocorrer o compartilhamento entre as entidades. Para validar o modelo proposto, implementou-se um protótipo e foram realizados testes em um ambiente controlado. Os resultados obtidos com esses testes foram analisados com a finalidade de verificar a correta execução das funcionalidades previstas no modelo conceitual. Foi verificado, também, o desempenho do protótipo durante a execução. Por fim, realizou-se uma análise quanto à viabilidade econômica do modelo proposto.

Palavras-chave: Modelo de Interoperabilidade interagências, Operações civil-militares, Monetização de operações interagências

Abstract

Operations in Interagency Environments with the participation of the Armed Forces (AF) and civilian agencies are increasingly frequent. In this context, in order to achieve success, it is necessary that there is interoperability between the agencies involved with the sharing of information in order to achieve the common objective of the operation. However, to make this integration possible, several barriers need to be overcome, which reduces the interest of institutions in sharing their data. Despite the existence of several studies in the literature on the subject, there are still gaps to be addressed. Among them, there is the need to create a business model that allows for a greater scope, in terms of participants and data, and that uses a strategy to encourage agencies to share their information. In this work, a new business model is proposed, based on an architecture that has as its central element an API Gateway and, among others, the Pricing and Financial Control module. The main objective is to provide the necessary interoperability for the monetized sharing of information between the entities involved, directly or indirectly, in Interagency Operations with the participation of military and civilian agencies. It is also intended to enable the sharing of data to be carried out in a comprehensive way and to be a tool to encourage integration, in order to alleviate the obstacles generated with the expenditure of resources to make the data available. The incentive will be provided with the implementation of monetization whenever sharing occurs between entities. To validate the proposed model, a prototype was implemented and tests were carried out in a controlled environment. The results obtained with these tests were analyzed in order to verify the correct execution of the functionalities foreseen in the conceptual model. The performance of the prototype during the execution was also analyzed. Finally, an analysis was carried out regarding the economic viability of the proposed model.

Keywords: Interagency Interoperability Model, Civil-Military Operations, Monetization of Interagency Operations

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Problema de Pesquisa	2
1.3	Objetivo Principal	2
1.4	Objetivos Específicos	3
1.5	Metodologia e Estrutura	3
2	Fundamentação Teórica	5
2.1	Operações Interagências	5
2.2	Centro de Coordenação de Operações Fixo e Móvel	6
2.3	Interoperabilidade	8
2.3.1	Conceito	8
2.3.2	Divisão em Camadas	8
2.3.3	Avaliação de Interoperabilidade	10
2.4	Empenho de Despesa Pública	11
3	Trabalhos Relacionados e Projetos Associados	13
3.1	Trabalhos e Projetos	13
3.2	Estudo Comparativo	16
4	Projeto de Pesquisa	17
4.1	Arquitetura	17
4.1.1	Órgão Operador	18
4.1.2	Órgãos Participantes	19
4.1.3	<i>Gateway de API</i>	19
4.1.4	Módulo de Relação Contratual	20
4.1.5	Módulo de Integração	20
4.1.6	Módulo de Tarifação e Controle Financeiro	21
4.1.7	Módulos de Autenticação e Certificação	21
4.2	API Necessárias	22

4.3	Fluxo na Troca de Informações	22
4.3.1	Requisição Informando o Contrato	23
4.3.2	Requisição Informando uma Chave de Pesquisa	24
4.3.3	Requisição Condicional	26
5	Protótipo	28
5.1	Arquitetura	29
5.2	Experimento Realizado	33
6	Análise de Desempenho	36
6.1	Cenários	36
6.2	Métrica	38
6.3	Ambiente de Teste	38
6.4	Análise dos Testes Realizados	39
6.4.1	Análise do Tempo de Resposta com Usuários Concorrentes	39
6.4.2	Análise Comparativa entre os Cenários	40
7	Análise de Viabilidade Econômica do Modelo Proposto	44
7.1	Custo para Desenvolvimento de uma API de Consulta	45
7.2	Preço Cobrado por Requisição a uma API de Consulta	46
7.3	Avaliação quanto ao Retorno do Investimento	47
8	Conclusão e Trabalhos Futuros	49
	Referências	51
	Apêndice	53
A	Dicionário de Dados	54

Lista de Figuras

2.1	Interoperabilidade: divisão em 4 camadas	8
4.1	Arquitetura proposta.	18
4.2	Sequência: solicitação passando como parâmetro um contrato.	23
4.3	Sequência: solicitação passando como parâmetro uma chave de pesquisa.	25
4.4	Solicitação condicionada à autorização do requisitante.	26
5.1	Extrato Docker-Compose.	28
5.2	Arquitetura do Protótipo.	29
5.3	DER: Banco de Dados do Protótipo.	31
5.4	Solicitação de serviço via POSTMAN.	34
6.1	Cenários para análise de desempenho.	37
6.2	Variação do tempo de resposta em relação ao número de usuários.	39
6.3	Funcionalidades executadas em cada cenário.	40
6.4	Variação do tempo de resposta em relação aos cenários.	42
6.5	Variação do tempo de resposta das funcionalidades em relação ao tamanho do arquivo compartilhado.	43

Lista de Tabelas

3.1	Estudo comparativo dos projetos associados	16
6.1	Configuração dos equipamentos: ambiente de teste	38
7.1	Preços cobrados pelo SERPRO por consulta (HTTP REST) aos seus serviços	47

Lista de Abreviaturas e Siglas

ALI Arquivo Lógico Interno.

APF Análise por Ponto de Função.

API *Application Programming Interface*.

C2 Comando e Controle.

C2IS Sistemas de Informação de Comando e Controle.

CCOp Centro de Coordenação de Operações.

CCOp Mv Centro de Coordenação de Operações Móvel.

CE Consulta Externa.

CPM Manual de Práticas de Contagem de Pontos de Função.

DSR *Design Science Research*.

EB Exército Brasileiro.

EIF *European Interoperability Framework*.

FA Forças Armadas.

FEI *Framework for Enterprise Interoperability*.

GLO Garantia da Lei e da Ordem.

GVA Garantia de Votação e Apuração.

HTTP *Hypertext Transfer Protocol*.

IFPUG *International Function Point Users Group*.

INKA Interoperabilidade das Organizações Civis e Militares na Gestão de Desastre.

INTERC2 Interoperabilidade de Comando e Controle.

JC3IEDM *Joint Consultation Command Control Information Exchange Data Model.*

JSON *JavaScript Object Notation.*

MD Ministério da Defesa.

MIP Programa de Interoperabilidade Multilateral.

REST *Representational State Transfer.*

SCDP Sistema de Concessão de Diárias e Passagens.

SERPRO Serviço Federal de Processamento de Dados.

SisMC2 Sistema Militar de Comando e Controle.

SISP Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação.

SOA Arquitetura Orientada a Serviços.

TCU Tribunal de Contas da União.

TO Teatro de Operações.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

Nos últimos anos, principalmente após a promulgação da Constituição Federal de 1988 [1], tornaram-se mais frequentes as operações nas quais as Forças Armadas (FA) atuam em parceria com órgãos civis, sejam eles governamentais ou não, em um Ambiente Interações. Pode-se citar, por exemplo, as operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), as de Garantia de Votação e Apuração (GVA), as de apoio à segurança dos grandes eventos e as de socorro às populações vítimas de calamidades. Em razão da complexidade que envolve o planejamento e a execução dessas operações, é importante que ocorra a centralização da coordenação. Essa coordenação centralizada é obtida, geralmente, com a ativação de um Centro de Coordenação de Operações (CCOp).

Um CCOp constitui-se na estrutura que materializa e apoia o comando operacional durante uma operação. Nesse Centro, funcionam as representações dos órgãos envolvidos no planejamento, coordenação, assessoria e acompanhamento das ações [2], constituindo uma operação interações. Nessas operações, a coordenação centralizada no CCOp procura conciliar os interesses dos órgãos envolvidos, buscando obter a unidade dos esforços, por intermédio da cooperação, a fim de atingir o objetivo principal da operação realizada conjuntamente. Quando se trabalha de forma conjunta, cada entidade possui informações e conhecimentos próprios que são fundamentais e necessários para que se consiga a obtenção de uma consciência situacional global. Dessa forma, é necessário obter uma interoperabilidade entre os órgãos envolvidos, principalmente com o compartilhamento de informações entre eles.

O conceito de interoperabilidade é vasto e depende do contexto no qual é empregado. Neste trabalho, utiliza-se a visão abordada por [3]. Os autores, nesse trabalho, conceituam interoperabilidade como a capacidade de diferentes instituições ou sistemas trocarem informações entre si em prol de atingir um objetivo comum. Dessa forma, para

obter a interoperabilidade, é necessário que haja o perfeito alinhamento das partes envolvidas. Sendo necessário o entendimento correto dos procedimentos estabelecidos entre eles, do formato e da semântica dos dados que desejam compartilhar.

Atingir interoperabilidade entre órgãos não é simples e precisa-se superar diversas barreiras. Dentre as dificuldades, pode-se citar a necessidade de sinergia entre os atores envolvidos. Outro obstáculo enfrentado está relacionado à heterogeneidade dos sistemas onde os dados são armazenados, pois cada agência desenvolve seus sistemas corporativos com times de desenvolvimento próprios. Além disso, com a ausência de uma interface padrão, esses softwares apresentam diferentes formas de realizar a comunicação intra/inter-sistemas. Essas dificuldades tornam elevados o custo e o tempo necessários para implementar uma solução própria para prover uma integração de dados, tornando-se desinteressante aos órgãos provedores de informações.

Para atender aos objetivos da integração entre órgãos, variados métodos, técnicas, tecnologias e padrões têm surgido ao longo dos anos [3] [4] [5] [6]. Todavia, a padronização dos procedimentos necessários para prover interoperabilidade entre sistemas militares e de órgãos civis, ainda é uma área que carece de pesquisa e com lacunas a serem preenchidas. Alguns projetos tem abrangência limitada, tanto em relação aos órgãos envolvidos quanto aos dados que são compartilhados [7] [8] [9]. Há, ainda, a necessidade de minorar os entraves gerados pelos custos dos recursos utilizados para a disponibilização dos dados, incentivando a adesão dos órgãos em compartilhar suas informações.

1.2 Problema de Pesquisa

A partir dos obstáculos citados e das lacunas identificadas, naturalmente, obter um modelo de negócio no qual ocorra a troca de informação automatizada entre as agências diversas, fornecendo uma ferramenta que fomente o interesse pelo compartilhamento, torna-se um desafio complexo de ser alcançado. Do exposto, define-se o problema de pesquisa:

A ausência de padronização, o custo envolvido na implementação de uma solução própria e a falta de um modelo de negócio que possibilite e fomente o compartilhamento de informações são barreiras que dificultam a interoperabilidade entre órgãos civis e militares que participam de Operações Interagências.

1.3 Objetivo Principal

Neste trabalho, para possibilitar o compartilhamento de informações, é proposto um novo modelo de negócios que contempla uma arquitetura centrada em um *Gateway* de API e um módulo de Tarifação e Controle Financeiro. O objetivo principal é prover esse modelo

de negócio que possibilita a interoperabilidade necessária para o compartilhamento monetizado de informações entre entidades envolvidas em Operações Interagências. O modelo proposto utiliza padrões de arquitetura baseada em recursos (do inglês, *Resource Oriented Architecture* - ROA), para permitir o consumo de informação através de mensagens leves sobre *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*. O módulo de Tarifação e Controle Financeiro, por sua vez, implementa modelos de negócio típicos de transações interagências, sendo capaz de suportar a modalidade direta, valor executado, e a modalidade indireta, valor empenhado. Esse módulo permitirá que os órgãos fornecedores sejam remunerados pelos dados compartilhados, retribuindo o investimento para disponibilizá-los.

1.4 Objetivos Específicos

Com o modelo proposto, pretende-se alcançar as seguintes contribuições neste trabalho:

1. Obtenção de modelo que possibilite o compartilhamento de informações de forma rápida e eficaz entre os órgãos envolvidos em uma Operação Interagências;
2. Obtenção de maior abrangência na integração, possibilitando a utilização do modelo por um número maior de agências, sejam elas militares, civis governamentais ou civis não governamentais;
3. Motivação dos órgãos em disponibilizar suas informações na busca pela interoperabilidade entre entidades. O principal diferencial deste modelo é a proposta de um módulo de Tarifação e Controle Financeiro. Esse módulo permitirá a monetização em favor do Órgão Fornecedor sempre que ocorrer uma troca de informação, gerando um atrativo para as entidades com a possibilidade do retorno do investimento realizado para disponibilizar seus dados; e
4. Criação de mecanismo automático (transações diretas) e semi-automático (transações indiretas) vide autorização de uso de valor empenhado para a interoperabilidade entre os órgãos.

1.5 Metodologia e Estrutura

Este trabalho enquadra-se no campo da computação aplicada com a proposta de um novo modelo. Em virtude dessa característica, utiliza-se a metodologia *Design Science Research* (DSR). Essa metodologia de pesquisa tecnológica, muito utilizada em computação aplicada, é capaz de orientar na construção do conhecimento através de desenvolvimento de artefatos [10].

Ao longo deste trabalho, identificam-se as principais etapas do DSR. A identificação do problema e sua relevância foram abordadas neste capítulo. O processo de busca da solução é abordado nos capítulos: 2, com a fundamentação teórica; e 3, onde descreve-se um estudo sobre os trabalhos e projetos que tratam da interoperabilidade entre entidades, detalhando suas contribuições e identificando suas lacunas.

Em relação ao artefato, este trabalho tem como proposta um novo modelo de negócio para solução do problema identificado, sendo descrito no capítulo 4. A etapa de avaliação foi realizada de forma experimental, realizando uma prova de conceito através de simulações com a execução do protótipo implementado do modelo proposto. Apresenta-se o protótipo no capítulo 5. Em seguida, faz-se uma análise de desempenho no capítulo 6 e, no capítulo 7, realiza-se uma análise de viabilidade financeira em relação ao investimento necessário para disponibilização dos dados pelos fornecedores.

Por fim, em relação à etapa de comunicação dos resultados, um artigo relacionado a este trabalho [11] foi apresentado por este autor na 17^a Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação - CISTI 2022, realizada em Madrid - ES, entre 22 e 25 de Junho de 2022.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Nesta seção, apresenta-se a fundamentação teórica com a finalidade de fornecer subsídios à compreensão dos próximos capítulos deste trabalho. Inicialmente, mostram-se as considerações acerca dos conceitos de Operações Interagências dentro de um ambiente com a participação das FA e de órgãos civis governamentais e não governamentais. Em seguida, realizam-se considerações sobre o CCOp e sobre o projeto estratégico do EB - Centro de Coordenação de Operações Móvel (CCOp Mv). Depois, conceitua-se interoperabilidade e sua divisão em camadas, realizando um breve detalhamento de cada uma delas de forma a situar onde este trabalho dará ênfase. Por fim, apresenta-se o conceito de Empenho, em especial Empenho Estimativo, na execução de uma despesa pública e a sua utilização dentro do modelo proposto para possibilitar a implementação do módulo de Tarifação e Controle Financeiro.

2.1 Operações Interagências

Operações Interagências é um conceito relativamente novo. A utilização desse termo tornou-se mais abrangente apenas na década de 80. Foi utilizado primeiro no Reino Unido e Estados Unidos e, mais recentemente, no Brasil. Atualmente, os trabalhos na literatura acadêmica, em sua maioria, abordam apenas casos de uso sendo, ainda, carentes no quesito conceitual. Essa carência é maior quando emprega-se esse termo em operações onde há a participação de órgãos militares e civis.

No contexto de Operações Interagências envolvendo militares, em especial do Exército Brasileiro (EB), o Ministério da Defesa (MD) tem atualizado a doutrina do emprego das FA. Essa atualização tem por objetivo conceituar e detalhar como devem ser os procedimentos em Operações Interagências. Para isso, em 2013, expediu o Manual de Operações Interagências, MD33-M-12 [12], atualizado no ano de 2017. Em complemento ao manual do MD, o EB publicou, no ano de 2013, o Manual de Campanha de Operações em Ambi-

ente Interagências, EB20-MC-10.201 [13]. Nesse manual, a Força Terrestre detalha a sua forma de atuar com outras agências militares e civis.

Do exposto, a definição mais adequada ao contexto empregado neste trabalho é dada por [12]. Esse manual define Operações Interagências como sendo a interação das FA com outras agências com a finalidade de conciliar interesses e coordenar esforços para a consecução de objetivos ou propósitos convergentes que atendam ao bem comum. Com os fundamentos doutrinários especificados, evita-se a duplicidade de ações, a dispersão de recursos e a divergência de soluções, obtendo-se resultados eficientes, com maior eficácia, efetividade e menores custos.

Além dos fundamentos doutrinários, o manual do MD [12] cita os fatores preponderantes para obtenção do sucesso nas Operações Interagências. Dentre os fatores apontados, é dado destaque à colaboração e ao compartilhamento de conhecimentos entre as agências envolvidas na operação. Em [12] e em [13], são listados os requisitos necessários para obtenção do sucesso durante uma operação. Da análise das duas publicações, destacam-se, entre os pontos comuns, a necessidade de consenso entre as agências e, principalmente, a necessidade da troca de informações entre os entes participantes. Os fatores de sucesso apontados em [12] e os requisitos necessários abordados em [12] e [13] estão diretamente relacionados à interoperabilidade e, dessa forma, ligados ao objeto deste estudo.

As agências participantes possuem uma quantidade considerável de informações. Esses dados, se forem compartilhados de forma tempestiva e gerenciados corretamente, serão de fundamental importância para a obtenção do sucesso de uma operação. No entanto, várias são as dificuldades enfrentadas para integração desses dados. Dentre essas dificuldades, há a heterogeneidade dos sistemas que administram as informações, os diferentes meios de comunicação entre eles, o alto custo para prover a integração dos dados e a necessidade de um modelo que possa padronizar como deve ser realizada essa troca de informações. É em cima dessas barreiras que este trabalho é desenvolvido, de forma a propor um modelo para prover a interoperabilidade necessária com o compartilhamento das informações entre os órgãos durante uma Operação Interagências.

2.2 Centro de Coordenação de Operações Fixo e Móvel

Segundo [2], CCOp constitui-se na estrutura que materializa e apoia o Comando Operacional durante uma operação. No CCOp funcionam as representações dos órgãos envolvidos no planejamento, coordenação, assessoria e acompanhamento das ações executadas em uma Operação Interagências. Esse Centro é estabelecido com a finalidade de planejar as ações e supervisionar as operações de forma centralizada, incluindo, quando for o caso, a

participação dos órgãos das esferas federal, estadual e municipal que tenham envolvimento na operação.

Ainda segundo [2], o CCOp contará com uma infraestrutura de Comando e Controle (C2) necessária para o cumprimento da missão. Essa estrutura será utilizada para assessorar o Comando Operacional e, sempre que determinado pelo MD, será interligada ao Sistema Militar de Comando e Controle (SisMC2). Deverá, também, sempre que possível, interligar-se aos demais órgãos envolvidos, utilizando-se dos meios necessários, suficientes e adequados para o compartilhamento de informações, sempre de acordo com o grau de sigilo exigido.

As Operações Interagências, normalmente, são realizadas em um ambiente urbano. No entanto, o Teatro de Operações (TO) pode ser em uma área desprovida de meios de apoio e distante dos grandes centros e dos CCOp. Com o objetivo de ampliar sua capacidade operacional, o Estado-Maior do Exército idealizou um novo Centro de Coordenação de Operações para ser projetado diretamente no local da operação. Esse projeto estratégico do Exército foi denominado de Centro de Coordenação de Operações Móveis (CCOp Mv).

Diferentemente dos CCOp existentes hoje, que são fixos, os CCOp Mv consideram seu emprego em áreas remotas em qualquer parte do Brasil. Seu emprego é previsto nos locais onde os recursos são mínimos ou inexistentes, o que dificulta, atualmente, a obtenção de uma maior consciência situacional por parte da coordenação da operação. Dessa forma, sua utilização visa aumentar a consciência situacional no TO, aumentando sua superioridade informacional básica no contexto de C2.

O CCOp Mv será composto por tecnologias possibilitando apoio em sistemas, equipamentos, softwares e acesso a sistemas táticos, estratégicos e críticos. Para isso, o CCOp Mv irá possuir as mesmas funcionalidades do CCOp Fixo. Será integrável ao SisMC2 e possibilitará a integração dos sistemas de comunicações de organizações e agências militares e civis governamentais e não governamentais.

Tanto o CCOp fixo, hoje existente, como o CCOp Mv a ser projetado, centralizam a coordenação nas operações interagências com a participação das FA. Nessa coordenação integrada, é necessária a interoperabilidade entre as agências envolvidas com o compartilhamento de informações entre elas. Assim, o modelo proposto neste trabalho poderá ser utilizado no CCOp Fixo bem como no CCOp Mv.

2.3 Interoperabilidade

2.3.1 Conceito

O termo interoperabilidade é abrangente e possui várias definições. Seu conceito varia de acordo com o contexto em que é empregado. Em termos gerais, pode-se dizer que é a capacidade de diferentes entidades ou sistemas trocarem informações entre si para alcançar um objetivo maior [14][15]. Para alcançar uma interoperabilidade completa, é necessário realizar uma integração em vários níveis. Para isso, existe a preocupação com os procedimentos e contratos estabelecidos entre os atores envolvidos e com o entendimento correto de formatos e da semântica de dados. Necessita-se, ainda, preocupar-se com padrões e com a qualidade das estruturas das interfaces fornecidas pelos sistemas individuais [3][14].

2.3.2 Divisão em Camadas

Além de não haver um conceito único, na literatura, também, não há um consenso quanto a divisão dos tipos ou níveis de interoperabilidade [4]. Alguns autores definem até 7 (sete) camadas, como aborda o trabalho [16]. A *INTEROP Network of Excellence (INTEROP NoE)* define o *Framework for Enterprise Interoperability (FEI)* [6] onde há a divisão em três camadas: tecnológica, conceitual e organizacional. A *European Interoperability Framework (EIF)* [5] descreve 3 níveis: organizacional, semântica e técnica. A revisão feita em [17] e a tipologia descrita em [3] apresentam 4 (quatro) níveis, tomando como referência as camadas citadas pela EIF e dividindo a semântica em semântica e sintática.

A divisão feita por [17] e [3] é bastante aceita e utilizada em vários trabalhos. A Figura 2.1 mostra essa divisão. Em seguida, apresenta-se uma breve descrição de cada camada.

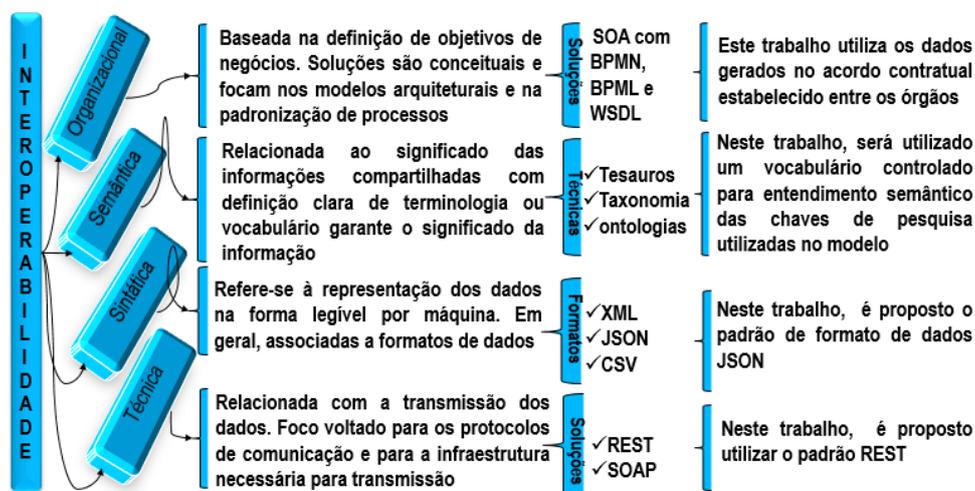


Figura 2.1: Interoperabilidade: divisão em 4 camadas .

1. Organizacional: a interoperabilidade organizacional é importante para que as organizações consigam trabalhar em redes colaborativas. Trata da compatibilidade entre políticas, intenções e regras organizacionais [18]. É baseada na definição de objetivos de negócio onde os documentos e processos das entidades são preparados para interagir e prestar um determinado serviço. Os principais objetos dessa camada são os processos e os fluxos, sendo suas soluções apenas conceituais. Nessa camada, o foco é a padronização dos processos.

Neste trabalho, para possibilitar a utilização do modelo e realizar o compartilhamento de dados entre dois órgãos, será necessário que ocorra uma relação contratual entre eles. As tratativas para celebrar esse contrato serão realizadas na interoperabilidade organizacional. Neste trabalho, essas tratativas serão abstraídas, sendo utilizados os termos definidos pelo contrato, como, por exemplo, as informações que serão compartilhadas, o valor a ser cobrado por cada consulta e o endereço de acesso ao serviço disponibilizado.

2. Semântica: está relacionada ao significado das informações que serão compartilhadas, com definições claras de terminologia ou vocabulário. O principal objeto dessa camada é a informação, sendo necessária a utilização de um vocabulário controlado para o perfeito entendimento do significado dos dados por todos os envolvidos. Listas controladas, redes de sinônimos, taxonomias, tesouros e ontologias são técnicas utilizadas para auxiliar a construção de sistemas cuja interoperabilidade semântica é necessária.

Neste trabalho, não há a implementação de uma interoperabilidade semântica em relação aos dados compartilhados. Sendo sua abordagem bastante pontual, apenas utiliza uma lista controlada, implementada em um banco de dados, para possibilitar o entendimento semântico único relacionado à chave de pesquisa utilizada para a busca de informações.

3. Sintática: refere-se à representação dos dados na forma legível por máquina e, em geral, associada a formatos de dados. Esse tipo de interoperabilidade irá auxiliar os sistemas a se comunicarem e trocarem informações. Em relação ao estilo de arquitetura, SOA e Microserviços têm sido utilizados para atingir os requisitos de interoperabilidade sintática. *JavaScript Object Notation* (JSON) e XML são padrões que podem orientar a maneira pela qual uma mensagem pode ser formatada para padronizar sua interpretação por sistemas ou componentes externos [3]. Neste trabalho, é proposto o padrão de formato de dados JSON.

4. Técnica: está relacionada à transmissão dos dados, o foco é voltado para os protocolos de comunicação e para a infraestrutura necessária para garantir a transmis-

são. Não há, portanto, a preocupação com o domínio ou o significado das informações. Neste trabalho, é proposto utilizar o padrão *Representational State Transfer* (REST).

2.3.3 Avaliação de Interoperabilidade

Implementar interoperabilidade é difícil e necessita um acompanhamento em todas as suas etapas. Dessa forma, faz-se necessário que a mesma seja avaliada de forma contínua. Essa avaliação contínua fará com que aumente a possibilidade de identificar os pontos fracos e, a partir dessa identificação, ser possível aprimorá-los. Segundo os trabalhos apresentados em [4][6], existem três tipos de avaliação de interoperabilidade:

- Quanto à Potencialidade: avalia a interoperabilidade de um sistema em relação ao seu ambiente. O objetivo dessa análise é avaliar a potencialidade (também chamada de maturidade) de um sistema para se adaptar e se acomodar dinamicamente para superar possíveis barreiras ao interagir com um parceiro potencial;
- Quanto à Compatibilidade: avalia a interoperabilidade entre dois sistemas conhecidos antes e depois de qualquer interoperação. A tarefa mais importante é analisar o estado atual de ambos os sistemas em questão para identificar os conflitos que causam ou podem causar problemas; e
- Quanto ao Desempenho: avalia as interoperações durante o tempo de execução. Considera os custos induzidos por implementação de aplicativos interoperáveis. Avalia a duração entre a hora em que as informações são solicitadas e a hora em que as informações solicitadas são utilizadas, a qualidade da troca, a qualidade de uso e a qualidade de conformidade.

Nos trabalhos apresentados por [16][4][19] são descritos dois mecanismos de medição em uma avaliação de interoperabilidade:

- Qualitativo: essas medidas são, geralmente, subjetivas. Na qualificação de um sistema, utilizam-se escalas de classificação compostas por termos como: ótimo, otimizado e adaptável. É utilizado, principalmente, pelos modelos de maturidade, que são abordagens projetadas para avaliar a qualidade de um domínio selecionado com base em um conjunto mais ou menos abrangente de critérios [20]; e
- Quantitativo: essas medidas definem valores numéricos para caracterizar a interoperabilidade, por exemplo, em escala de 0 a 100. Em algumas abordagens, são utilizadas equações para determinar a interoperabilidade com base na razão “real/esperado” [4] [21] [22] e indicadores de desempenho da interoperação [23][24].

São comumente aplicados a avaliações de compatibilidade e a avaliações de desempenho.

2.4 Empenho de Despesa Pública

O modelo proposto neste trabalho tem como diferencial a previsão de realizar a tarifação durante o compartilhamento de informações. Havendo a troca de informações entre duas entidades, o Órgão Solicitante deverá efetuar o pagamento da transação ao Órgão Fornecedor de dados. Sendo o solicitante um órgão público, o pagamento será realizado mediante a execução de uma despesa pública.

Para executar uma despesa pública, é necessário realizar os três estágios previstos na Lei nº 4.320/64 [25]: Empenho, Liquidação e Pagamento. O primeiro é a etapa na qual o órgão reserva o dinheiro que será pago quando o bem for entregue ou o serviço executado. O segundo estágio, Liquidação, é quando se verifica que o produto já foi entregue ou o serviço executado e há a conferência se está de acordo com o previsto em contrato. Por fim, no último estágio, desde que esteja tudo correto nas etapas anteriores, é realizado o pagamento ao fornecedor pelo produto entregue ou serviço executado. Para o contexto deste trabalho, será tratado apenas o primeiro estágio, o Empenho.

O Empenho é a primeira etapa da despesa pública e representa a reserva no orçamento do valor a ser pago ao fornecedor por um produto ou serviço. É classificado em três tipos:

- Ordinário: quando as despesas têm valor fixo e determinado no momento da contratação ou compra, sendo pago de uma única vez;
- Global: quando a despesa está sujeita a parcelamento, podendo ser contratual ou de valor determinado como, por exemplo, aluguel; e
- Estimativo: quando o valor da despesa não pode ser determinado com antecedência. Por exemplo, despesas com concessionárias de água, energia, telefonia ou contrato de impressão.

Para o trabalho em comento, haverá o pagamento sempre que as informações forem compartilhadas. O Órgão Consumidor deverá executar uma despesa pública em favor do Órgão Fornecedor. No estabelecimento do contrato entre os órgãos, não é possível definir quantas consultas serão realizadas e, por conseguinte, não é possível estabelecer qual o valor a ser pago pelo total de informações compartilhadas. Destarte, para o contexto deste trabalho, será utilizado o conceito de Empenho Estimativo para possibilitar a execução da despesa com o compartilhamento dos dados. A dinâmica utilizada neste trabalho para o controle financeiro através do empenho estimativo é similar à utilizada no Sistema de Concessão de Diárias e Passagens (SCDP).

O SCDP [26] é um sistema do Governo Federal que permite a elaboração, registro, controle, acompanhamento e gestão dos processos de concessão de diárias e passagens nos afastamentos do servidor público a serviço da Administração Pública. Ele está inserido no Sistema Estruturador SISG, na temática de transporte. O SISG integra-se a outros sistemas estruturantes da Administração Pública Federal, entre eles, o Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI). Esse sistema consiste no principal instrumento utilizado para registro, acompanhamento e controle da execução orçamentária, financeira e patrimonial do Governo Federal.

Para a realização da aquisição de passagens utilizando o SCDP, primeiro o órgão deve cadastrar o empenho, do tipo estimativo, no sistema SIAFI, informando a natureza de despesa como "despesa com passagens", o favorecido e o valor empenhado. Com o empenho cadastrado, o SCDP efetua a sua importação para a base de dados própria. A compra da passagem pode ser realizada na modalidade compra direta por fatura ou agenciamento. A solicitação de reserva e emissão de bilhete são realizadas por um usuário cadastrado pelo órgão emitente do empenho.

O SCDP realiza todo o controle do empenho importado. Sendo verificado o valor consumível, os valores em andamento, os já realizados e os créditos de reembolso. Tudo isso, para garantir o controle financeiro dos recursos empenhados pelos órgãos com a finalidade de compra de passagens, garantindo que uma passagem só seja emitida se houver recursos reservados para efetuar o pagamento.

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados e Projetos Associados

Neste capítulo, apresentam-se os trabalhos utilizados como referência e embasamento para este estudo. Inicialmente, apresentam-se os trabalhos relacionados e os projetos associados a este trabalho, sendo detalhadas suas contribuições e suas lacunas. Em seguida, analisam-se, de forma comparativa, os projetos associados, apresentando suas similaridades e evidenciando suas lacunas.

3.1 Trabalhos e Projetos

O trabalho [27] fornece uma abordagem para enfrentar os complexos desafios de projetos dos sistemas aeroespaciais. Nessa abordagem, é proposto o uso de *framework* de arquitetura e ontologia, com capacidade de raciocínio lógico descritivo, para dividir as necessidades de Sistema de Sistemas (SoS) em recursos e funções. O resultado da divisão é representado em um modelo de ontologia, com raciocínio lógico de descrição, que introduz a capacidade de investigar dinamicamente as mudanças na representação do conhecimento criado.

Um estudo de caso foi realizado baseado nas operações de resgate e salvamento da marinha sueca (SAR), dentro de um ambiente interagências, incluindo vários tipos de sistemas aeroespaciais, como helicópteros de resgate e aviões de busca. Esse estudo mostra como o *Unified Architecture Framework* (UAF) pode ser usado para realizar o detalhamento e como um modelo de ontologia pode ser usado para processar ainda mais o resultado. Apesar desse trabalho ter realizado um estudo de caso em um ambiente interagências, ele aborda SoS, o que não é o foco deste trabalho. Ainda, utiliza ontologia como parte da solução. Neste trabalho, a interoperabilidade semântica é tratada de forma

muito superficial e pontual, não provendo a interoperabilidade semântica entre os dados compartilhados.

O artigo [11] foi apresentado por este autor na *17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. Essa conferência foi realizada entre os dias 22 e 25 de junho de 2022, na cidade de Madrid - ES. Nesse artigo, foi apresentada uma visão geral do modelo de negócio proposto neste trabalho de pesquisa. Como trabalho adicional ao artigo publicado, foram realizadas análises de desempenho do protótipo do modelo proposto com a finalidade de verificar sua eficiência durante a execução. Além disso, realizou-se um estudo de viabilidade econômica do modelo quanto ao retorno do investimento necessário para disponibilizar os dados a serem compartilhados.

Com a evolução tecnológica no século XXI, a realização de operações militares, em especial aquelas realizadas de forma conjunta ou combinada com outras forças, tornou-se um desafio. Essas operações ficaram cada vez mais dinâmicas, esse fato exige que as decisões de Comando e Controle (C2) sejam tomadas cada vez mais rápidas e orquestradas. Para isso, é necessário que ocorra uma interoperabilidade entre os Sistemas de Informação de Comando e Controle (C2IS) das forças participantes. Dessa forma, possibilita aos tomadores de decisão uma maior e melhor consciência situacional compartilhada, tanto em termos estratégicos como operacionais.

O projeto Interoperabilidade de Comando e Controle (INTERC2), iniciado como um programa conjunto entre o MD e as FA, tem o objetivo de alcançar a interoperabilidade entre os Sistemas de Informação de Comando e Controle (C2IS) do MD e das FA. Para isso, construiu um *middleware* de IS de Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) totalmente baseado no Modelo de Informação do Programa de Interoperabilidade Multilateral (MIP), adotado pela OTAN. Sua arquitetura é baseada no *Joint Consultation Command Control Information Exchange Data Model (JC3IEDM)* e na troca de mensagens usando a especificação *Alternate Development and Exchange Method (ADEM)*.

Nessa arquitetura, as principais tecnologias utilizadas em sua construção, sua interface de comunicação, bem como os desafios tecnológicos e operacionais encontrados pela equipe de projeto são apresentados nos trabalhos [7] e [28]. Esse projeto, apesar de indicar sucesso no que se propõe, provê uma interoperabilidade bastante específica: somente entre Sistemas de Informação de Comando e Controle (C2IS) e com uma abrangência limitada às FA e ao MD. Neste trabalho, a proposta possui uma abrangência maior, contemplando a interoperabilidade das diversas agências militares e civis que venham a participar de uma Operação Interagências. Em virtude do aumento da abrangência, será necessária uma maior automação na interoperabilidade, como, por exemplo, no processo de tarifação no compartilhamento dos dados.

O projeto austríaco, Interoperabilidade das Organizações Civis e Militares na Gestão

de Desastre (INKA), tem como objetivo promover a interoperabilidade civil-militar entre as FA e instituições civis na atuação conjunta em desastres naturais. A interoperabilidade proposta se dá com a troca de informações. Para isso, foi proposta a construção de dois sistemas: *INKA Interoperability Gateway* e o *INKA Virtual Notice Board*.

O trabalho realizado em [9] apresenta a arquitetura técnica dos sistemas, descrevendo os principais blocos de construção do *Gateway* de Interoperabilidade INKA e destacando os principais desafios da interconexão de sistemas heterogêneos. Nesse projeto, um dos sistemas propostos, o INKA Virtual Notice Board, destina-se à população em geral, sem restrição de acesso. Neste trabalho, diferentemente, as informações serão restritas às entidades cujo contrato de colaboração tenha sido realizado.

Com base nos resultados do projeto INKA, em 2017, foi iniciado o projeto INTERPRETER. Esse sistema de interoperabilidade é flexível, incluindo um mecanismo de mapeamento que opera nas interfaces existentes e padrões. Esse projeto tem como objetivo ser pioneiro em um intercâmbio de dados totalmente automatizado entre sistemas de informação de C2 civis e militares na Áustria. Essa troca de dados e a integridade semântica entre os C2IS das organizações civis e das FA austríacas são garantidas pelo *hub* de dados e pelo mediador de mensagens desenvolvidos.

O trabalho realizado em [8] apresenta a análise dos requisitos gerais, os casos de uso e uma visão geral da arquitetura do sistema. Os projetos INKA e INTERPRETER são restritos aos C2IS e possuem uma abrangência restrita às FA Austríacas e às instituições que atuam em prevenção e socorro às vítimas de desastres naturais. Neste trabalho, todas as instituições que interagem com as FA em Operações Interagências poderão utilizar o modelo.

O X-Road@[29] é um projeto original da Estônia, cuja proposta é ser uma solução que fornece uma troca de dados unificada, de forma segura e eficiente, entre organizações. Teve seu desenvolvimento iniciado em 2001, passando a ser utilizado por alguns países nórdicos. Em 2016, o código passou a ser de domínio público, tendo sido criada uma comunidade global que compartilha habilidades, experiências e propõe melhorias [29].

Atualmente, alguns países implementaram o X-Road como solução de camada de troca de dados. A sua ideia é que os membros de um ecossistema troquem dados por meio de pontos de acesso que implementam as mesmas especificações técnicas. No ecossistema, há um Órgão Central responsável pelos serviços gerenciais, Organizações Membros e Provedores de Serviços de Confiança. Para utilizar o ecossistema, uma organização que deseje consumir ou fornecer serviços, deve implementar um servidor de segurança e, através dele, ser validado junto ao servidor central. A troca de dados entre dois órgãos é feita diretamente entre seus respectivos servidores de segurança. Neste trabalho, a requisição é feita ao *Gateway* e há a possibilidade de, em uma única requisição passando como parâmetro

uma chave de pesquisa, receber informações consolidadas de vários órgãos.

Em relação aos projetos apresentados, este trabalho se diferencia pela previsão da monetização durante a troca de informações. A automatização dessa operação tem por objetivo reduzir as barreiras burocráticas relacionadas ao controle financeiro e servir de incentivo aos órgãos fornecedores de dados. Essa automação, utiliza-se do conceito de empenho estimativo de despesa pública.

3.2 Estudo Comparativo

Após o estudo dos projetos associados, realiza-se uma análise comparativa abordando suas similaridades, diferenças e a novidade trazida em relação a este trabalho. A Tabela 3.1 apresenta o estudo comparativo dos projetos associados abordados nas seções anteriores.

Tabela 3.1: Estudo comparativo dos projetos associados

Projetos	Tipo				Domínio	Abrangência	Prever Tarif.
	T	St	Sm	O			
InterC2 - [7]	x	x	x		Militar	Limitada	
Inka - [9]	x	x	x		Civil-Militar	Limitada	
Interpreter - [8]	x	x	x		Civil-Militar	Limitada	
SAR - [27]	x	x	x		Civil-Militar	Limitada	
X-Road - [29]	x	x		x	Civil-Militar	Ampla	
Este Trabalho	x	x	(*)	x	Civil-Militar	Ampla	x

T: Técnica; St: Sintática; Sm: Semântica; O: Organizacional
Limitada: contempla apenas algumas entidades e/ou alguns dados específicos
(*) Neste modelo, não é prevista a interoperabilidade semântica dos dados compartilhados. A abordagem é pontual e limita-se à implementação de uma lista controlada, na forma de tabela no BD, para possibilitar aos órgãos o mesmo entendimento semântico relacionado à chave de pesquisa utilizada para busca das informações

Da análise da Tabela 3.1, verifica-se que este trabalho possui uma abrangência ampla. Essa maior abrangência possibilita que todos os órgãos que participam de uma Operação Interagências possam utilizar o modelo para compartilhar suas informações. Em virtude do aumento da abrangência, o modelo propõe uma maior automação na interoperabilidade, contemplando a monetização no compartilhamento dos dados.

Ainda, da análise da Tabela 3.1, verifica-se que o principal diferencial deste trabalho é a previsão de um módulo responsável pela tarifação durante a troca de informações. A automação dessa operação tem por objetivo reduzir as barreiras burocráticas relacionadas ao controle financeiro. Destarte, serve como incentivo aos órgãos fornecedores possibilitando que sejam reduzidos os óbices gerados com os dispêndios dos recursos necessários para possibilitar a disponibilização dos dados para compartilhamento.

Capítulo 4

Projeto de Pesquisa

Neste capítulo, apresenta-se a proposta do modelo de negócio que provê a interoperabilidade monetizada entre organizações civis e militares que participam de Operações Interagências. Primeiro, detalha-se a arquitetura necessária para sua implementação, apresentando-se cada um de seus componentes. Em seguida, apresentam-se as funcionalidades que cada módulo deve desempenhar. Por fim, mostra-se o fluxo na troca de informações a ser realizado em cada uma das possibilidades de solicitações de compartilhamento de dados entre as entidades.

4.1 Arquitetura

O modelo de negócio proposto requer uma arquitetura que permita uma troca de informações entre os órgãos que participam de uma Operação Interagências. Esse compartilhamento de dados deve ser realizado após uma tratativa entre os órgãos envolvidos gerando um acordo contratual entre ambos. Nesse acordo, poderá ser definido que o compartilhamento aconteça mediante pagamento do Órgão Requisitante ao Órgão Fornecedor. Será definido em contrato o valor a ser pago por consulta realizada. Desse modo, a arquitetura proposta, além de proporcionar o compartilhamento de dados, possibilita a tarifação e o controle financeiro relacionado às transações executadas.

Para possibilitar essa troca de informação de forma tarifada, a arquitetura prevista é composta por um *Gateway de API*, um módulo de Relação Contratual, um módulo de Tarifação e Controle Financeiro, um módulo de Integração e um módulo de Certificação e Autenticação. A Figura 4.1 apresenta o modelo proposto e a relação entre seus componentes. Nas subseções a seguir, são descritos os componentes e os atores envolvidos.

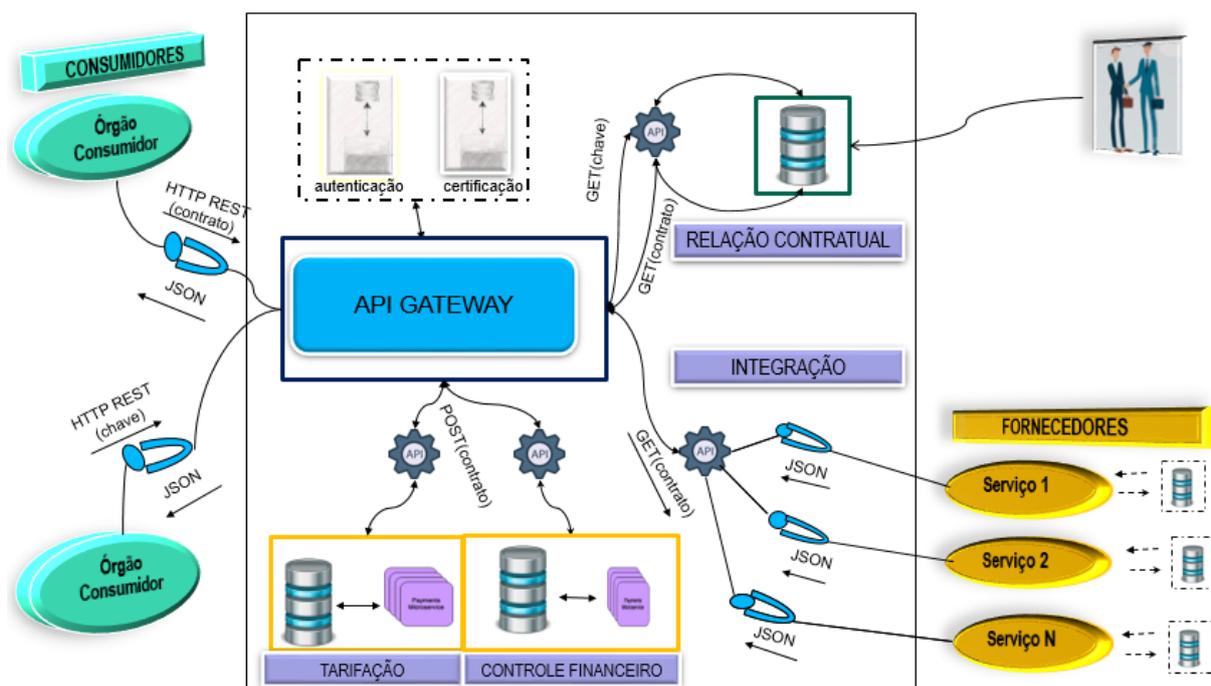


Figura 4.1: Arquitetura proposta.

4.1.1 Órgão Operador

O modelo proposto prevê que a arquitetura necessária seja única e instalada em uma entidade chamada Órgão Operador. As requisições, realizadas pelos Órgãos solicitantes, serão todas direcionadas ao *Gateway* instalado na infraestrutura disponibilizada por esse Órgão. Para possibilitar o compartilhamento, dentre outras atribuições, o Órgão Operador deverá:

- Implementar o modelo em sua infraestrutura de TI;
- Ser o responsável por todos os aspectos operacionais;
- Definir as práticas e regulamentos necessários para utilização do modelo;
- Prestar suporte necessário aos demais membros que irão utilizar o modelo;
- Realizar o cadastramento dos dados referentes aos acordos contratuais estabelecidos entre os órgãos; e
- Gerenciar e disponibilizar os dados relacionados ao controle financeiro das transações realizadas.

O contexto deste trabalho aborda as Operações Interagências. Em virtude da complexidade, a coordenação dessas operações é realizada de forma centralizada. Essa centrali-

zação é, geralmente, realizada em um CCOp. Dessa maneira, o ideal é que o órgão onde o CCOp for ativado avoque para si a responsabilidade de ser o Órgão Operador, fornecendo a infraestrutura necessária e gerenciando a utilização do modelo.

4.1.2 Órgãos Participantes

Durante uma Operação Interagências, vários órgãos civis e militares atuam de forma integrada. Nesse contexto, cada entidade possui informações necessárias para o planejamento e execução das ações. Seu compartilhamento é fundamental para que todos tenham uma consciência situacional ampla. Destarte, todos os órgãos que participam de Operações Interagências são potenciais candidatos a utilizarem o modelo proposto. Considera-se, também, como potenciais candidatos, as entidades que, apesar de não participarem diretamente, possuam informações que possam ser utilizadas para atingir o objetivo da operação.

Um órgão pode utilizar o modelo para consumir dados de outros órgãos, compartilhar suas informações ou ambos. Para que uma instituição possa consumir ou fornecer informações utilizando o modelo proposto, deverá celebrar um acordo bilateral com outro órgão que também utilize o modelo. A forma como se darão as tratativas para estabelecer esse acordo será realizada na etapa da interoperabilidade organizacional. Neste trabalho, são utilizadas as informações decorrentes do acordo celebrado entre eles, sendo abstraídos os processos de negociação realizados.

Celebrado o acordo e disponibilizadas as informações decorrentes do contrato ao Órgão Operador, o mesmo realiza o cadastramento desses dados e, a partir de então, eles podem ser compartilhados entre as entidades partícipes do contrato. No entanto, o compartilhamento não ocorre diretamente entre os envolvidos. O Órgão Consumidor realiza uma requisição HTTP ao *Gateway*.

4.1.3 *Gateway de API*

O módulo central do modelo proposto é representado por um *Gateway de API*. Esse componente é uma ferramenta de gerenciamento de API que fica entre o cliente e uma coleção de serviços de *back-end*. É responsável por receber todas as solicitações de entrada e, através da orquestração das API, processa e agrega os diversos serviços necessários para realizar as requisições e retornar o resultado apropriado. Entre as funções desempenhadas por essa ferramenta, pode-se citar: autenticação, roteamento, monitoramento, análise, políticas, alertas e segurança. No contexto deste trabalho, esse módulo central recebe a requisição; realiza a orquestração das API; integra-se ao Órgão Fornecedor, solicitando e recebendo as informações; e, por fim, repassa os dados ao requisitante.

4.1.4 Módulo de Relação Contratual

Para possibilitar o compartilhamento de informações entre dois órgãos utilizando o modelo proposto, é necessário que seja celebrado um acordo de colaboração entre eles. O módulo de Relação Contratual gerencia os dados obtidos a partir do contrato estabelecido. Para isso, será necessária a construção de um banco de dados onde serão armazenadas as informações relevantes para o funcionamento do modelo proposto. Dessa forma, entre outros controles, esse módulo é responsável por:

- Gerenciar os dados relacionados aos contratos estabelecidos, aos empenhos (cadastro inicial e aportes) e aos demais dados cadastrais necessários;
- Identificar os contratos entre um Órgão Consumidor e um Órgão Fornecedor de informações;
- Identificar a validade de cada contrato, em relação à sua vigência e ao seu status;
- Mapear as informações que serão compartilhadas;
- Mapear as chaves de pesquisa e as informações que podem ser obtidas a partir delas; e
- Mapear a *url* onde os dados serão disponibilizados pelo Órgão Fornecedor.

Durante a orquestração das API pelo *Gateway*, esse módulo é acionado para possibilitar a execução das diversas funcionalidades. As informações gerenciadas por ele são utilizadas pelos demais módulos. Assim, as informações devem permanecer sempre atualizadas. Dessa forma, sempre que ocorrer a inclusão de novos integrantes ou a alteração dos dados contratuais, as informações devem ser atualizadas de forma tempestiva pelo Órgão Operador.

4.1.5 Módulo de Integração

Após validado o contrato e verificada a existência de numerário que possibilite a realização da transação, é necessário realizar a requisição ao fornecedor. Essa funcionalidade é de competência do módulo de Integração. Esse módulo solicita as informações ao fornecedor e as recebe em formato JSON. Para as requisições onde é passada como parâmetro uma chave de pesquisa, esse módulo tem a incumbência, também, de consolidar as informações recebidas dos diversos fornecedores. Por fim, as informações consolidadas são enviadas ao requisitante.

4.1.6 Módulo de Tarifação e Controle Financeiro

A implementação de interoperabilidade entre órgãos não é algo simples. Há uma série de adversidades que devem ser superadas. Entre esses obstáculos, há a falta de interesse dos órgãos em compartilhar suas informações em virtude do aporte financeiro necessário para implementar uma solução que possibilite a integração. Como forma de incentivo, o modelo proposto prevê a monetização do Órgão Requisitante em favor do Órgão Fornecedor após concluído o compartilhamento de dados entre eles. O controle dessa monetização será realizado pelo módulo de Tarifação e Controle Financeiro.

O módulo supracitado, além de realizar o faturamento das transações, é responsável pela garantia de que a solicitação do serviço ao Órgão Fornecedor somente ocorra se houver numerário suficiente para efetuar o pagamento. Com isso, o modelo proposto garante que quem disponibilizar suas informações sempre será remunerado pelo compartilhamento. Para possibilitar essa garantia, são armazenadas em um banco de dados as informações referentes à disponibilização de recursos de cada contrato. Essa disponibilidade de numerário é controlada através de Empenho Estimativo.

No modelo proposto, não é possível definir de forma antecipada a quantidade de consultas que será realizada durante um determinado período. Também, não é possível determinar o valor total a ser pago pelas transações futuras. Dessa forma, o Empenho Estimativo é o mais apropriado a ser utilizado no contexto deste trabalho.

O compartilhamento de informações entre dois órgãos somente pode ser executado se existir um empenho atrelado ao contrato estabelecido entre eles. Existindo um empenho, será cadastrado pelo módulo de Controle Contratual e vinculado a um contrato, informado o órgão emitente, órgão favorecido e o valor total empenhado. Sempre que houver uma requisição e antes de ser solicitado os dados ao fornecedor pelo módulo de Integração, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro é acionado.

O módulo em comento verifica se existe empenho e se este possui saldo suficiente para custear o compartilhamento. Existindo saldo suficiente e após concluída a transação, esse módulo irá realizar a tarifação. Por fim, atualiza o valor já consumido do Empenho, acrescentando a ele o valor referente à transação. Caso inexista empenho válido ou insuficiência de numerário, o requisitante é informado da impossibilidade do compartilhamento. Dessarte, cumpre-se a premissa existente no modelo proposto: garantia do pagamento ao fornecedor sempre que um compartilhamento for realizado.

4.1.7 Módulos de Autenticação e Certificação

No modelo proposto, estão previstos os módulos de Autenticação e Certificação. Esses módulos são essenciais para garantir que a troca de informação seja realizada com segu-

rança e confidencialidade. No entanto, a implementação desses módulos é abstraída neste trabalho. Dessa forma, quando da utilização deste modelo, o Órgão Operador poderá aproveitar um sistema de autenticação e certificação já existente ou implementar uma solução própria.

4.2 API Necessárias

Para possibilitar a troca de informações entre os órgãos, algumas *Application Programming Interface* (API) são necessárias. Cada API terá uma função específica e será executada sempre que ocorrer uma solicitação de informação. Essas API poderão ser desenvolvidas utilizando linguagens de programação como *C*, *Python* ou *Java*. Implementadas, serão orquestradas pelo *Gateway*, tendo, em cada módulo, as seguintes funções principais:

1. No módulo de Relação Contratual
 - (a) Verificar a validade dos contratos;
 - (b) Verificar os contratos relacionados a um requisitante cujas informações podem ser obtidas a partir de uma chave de pesquisa; e
 - (c) Retornar os dados necessários às funções executadas pelos demais módulos.
2. No módulo de Integração
 - (a) Requisitar os dados ao Órgão Fornecedor;
 - (b) Consolidar as informações recebidas em JSON de um ou mais fornecedores com as informações relacionadas ao compartilhamento; e
 - (c) Encaminhar os dados consolidados ao requisitante.
3. No módulo de Tarifação e Controle Financeiro
 - (a) Verificar a existência de empenho válido e de numerário suficiente para viabilizar a realização da transação requerida;
 - (b) Realizar a tarifação após a conclusão do compartilhamento; e
 - (c) Atualizar o empenho após a tarifação.

4.3 Fluxo na Troca de Informações

No modelo proposto, haverá a troca de informações entre um Órgão Requisitante e um Órgão Fornecedor. Sempre que o consumidor necessitar de uma informação, a requisição,

utilizando uma *Resource Oriented Architecture (ROA)* baseada em RESTful API, ou simplesmente, REST, será feita ao *Gateway* e não diretamente ao fornecedor. A partir da solicitação, o *Gateway* será responsável por orquestrar as API desenvolvidas de forma transparente aos órgãos envolvidos.

Nesta seção, detalha-se a dinâmica de como serão orquestradas as API pelo *Gateway*. Apresentam-se as formas de como o requisitante pode realizar a solicitação: passando como parâmetro um contrato ou uma chave de pesquisa. Em seguida, apresenta-se uma variante das duas formas supracitadas.

4.3.1 Requisição Informando o Contrato

Uma instituição poderá estabelecer uma relação contratual com um ou vários órgãos. Será possível, também, mais de uma relação contratual entre duas entidades compartilhando informações distintas. Para cada contrato celebrado entre dois órgãos, haverá um único número que o identifica de forma exclusiva. Em cada contrato, constarão, entre outros atributos: as informações que serão compartilhadas entre as entidades; a *url* do fornecedor onde serão disponibilizadas as informações para acesso; e o valor a ser cobrado por consulta realizada.

Do exposto, ao realizar uma solicitação passando como parâmetro um número de contrato, o requisitante terá ciência de quais informações serão recebidas: aquelas estabelecidas na relação contratual. Nesse contexto, o *Gateway* irá orquestrar as API de acordo com a Figura 4.2. A seguir, apresenta-se a sequência de funcionalidades executadas após o *Gateway* receber a solicitação do cliente.

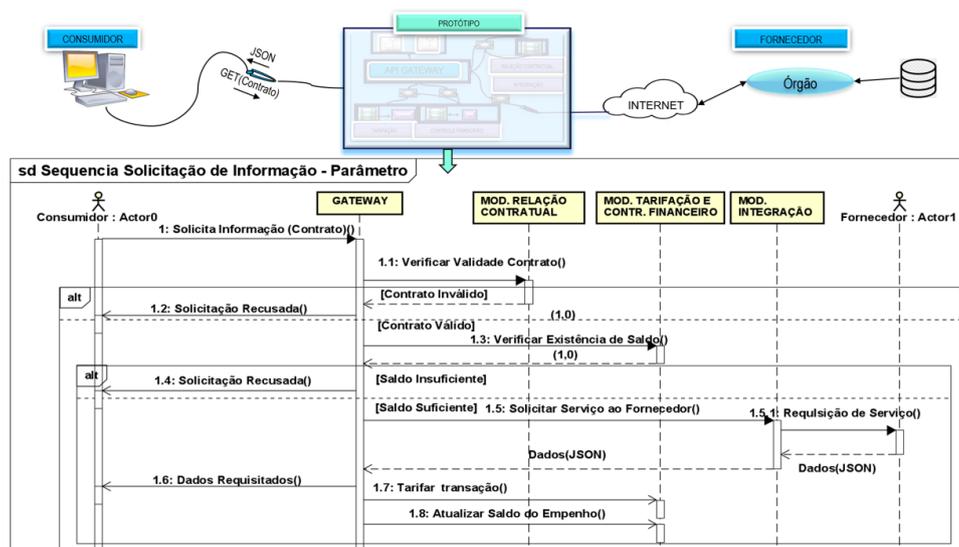


Figura 4.2: Sequência: solicitação passando como parâmetro um contrato.

1. Ao receber a requisição, o módulo de Relação Contratual verifica se o contrato é válido. Um contrato é válido quando está dentro da vigência estabelecida e o encontra-se "Ativo".
2. Sendo o contrato válido, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro verificar a existência de saldo que possibilite a transação. Essa verificação é realizada consultando a existência de empenho do Órgão Consumidor em favor do Órgão Fornecedor. Havendo empenho, é verificado se o mesmo encontra-se dentro do prazo de vigência e com saldo a consumir suficiente para suprir o compartilhamento solicitado. Não havendo empenho ou numerário suficiente, é retornada ao cliente uma mensagem informando a impossibilidade de execução da transação.
3. Havendo saldo, o módulo de Integração faz a solicitação do serviço ao Órgão Fornecedor. Essa solicitação se dá utilizando as informações cadastradas de acordo com o contrato estabelecido entre os partícipes. Ocorrendo algum erro na conexão com o fornecedor, é retornada ao cliente uma mensagem informando a impossibilidade de execução da transação.
4. Os dados compartilhados pelos Órgãos Fornecedores são no formato JSON. O arquivo com os dados compartilhados é recebido pelo *Gateway*, consolidado com informações sobre a transação e repassado para o Órgão Solicitante. Havendo algum problema durante essa transação, seja no recebimento do arquivo, consolidação ou envio dos dados ao requisitante, é enviada uma resposta informando da impossibilidade de conclusão da transação e não haverá tarifação.
5. Sendo os dados compartilhados com sucesso, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro tem a incumbência de tarifar a transação. Para essa tarefa, o módulo acessa o banco de dados e insere um registro na tabela Fatura com as informações: número do empenho, valor consumido e data da transação. Em ato contínuo, altera o Empenho referente ao contrato em comento, atualizando o valor total consumido.

4.3.2 Requisição Informando uma Chave de Pesquisa

Uma classe de pesquisa representa algo sobre o qual se deseja informações. Uma chave de pesquisa representa a identificação de uma classe. Por exemplo, uma classe "Pessoa" tem como chave de pesquisa "CPF"(Cadastro de Pessoa Física). Quando se passa uma chave de pesquisa como parâmetro, são verificados, dentre os contratos que tem como um dos partícipes o Órgão Requisitante, aqueles cujas informações podem ser obtidas a partir dessa chave. Encontrados os contratos disponíveis, as informações são solicitadas aos fornecedores e repassadas ao requisitante de forma consolidada. A chave de pesquisa é

implementada na forma de tabela, sendo a representação de uma lista controlada de forma a garantir que todos os órgãos tenham o mesmo entendimento semântico sobre ela.

Como exemplo, cita-se uma abordagem a um indivíduo durante uma Operação de GLO. Passando como chave de pesquisa o seu CPF, caso existam contratos celebrados com o requisitante, é possível obter diversas informações a partir dessa chave e oriundas de órgãos distintos, tais como: antecedentes criminais, mandados de prisão em aberto, veículos em seu nome e endereço de residência. Nesse contexto, o *Gateway* orquestra as API de acordo com a Figura 4.3. A seguir, apresenta-se a sequência das funcionalidades executadas após o *Gateway* receber a solicitação do cliente.

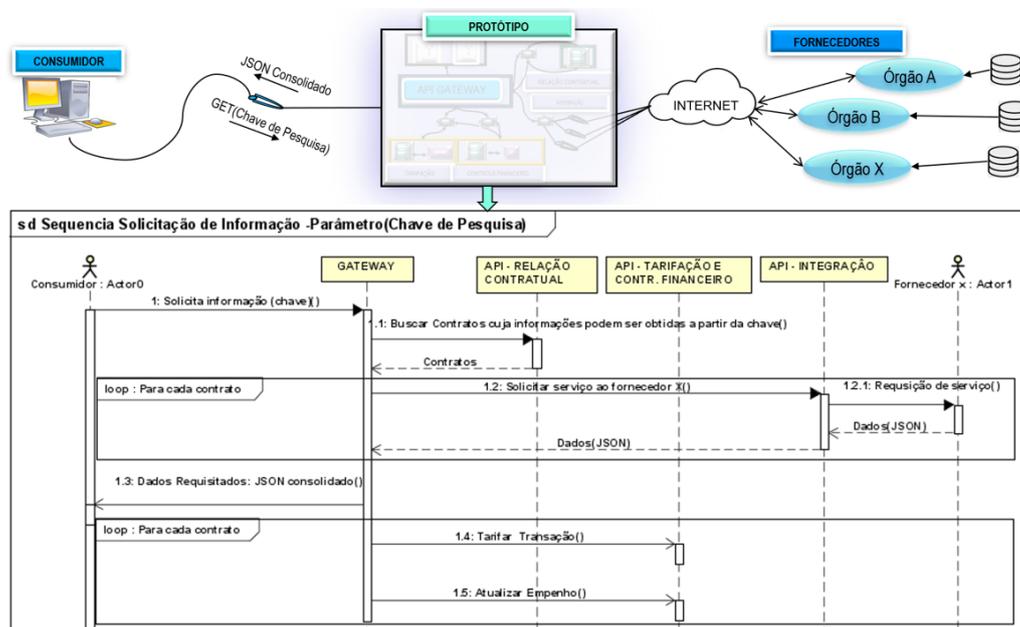


Figura 4.3: Sequência: solicitação passando como parâmetro uma chave de pesquisa.

1. O módulo de Relação Contratual faz uma busca no banco de dados para verificar em quais contratos com o requisitante há informações que podem ser obtidas a partir da chave de pesquisa passada como parâmetro. É retornada uma lista com os contratos encontrados.
2. Recebida a lista de contratos, para cada um deles, o módulo de Relação Contratual verifica se o contrato é válido. Essa verificação é realizada acessando o BD e verificando se o contrato está dentro da vigência estabelecida e encontra-se "Ativo".
3. Para cada um dos contratos válidos, o módulo de Tarificação e Controle Financeiro verifica a existência de saldo que possibilite a transação. Primeiro, verifica-se se existe empenho vigente para o contrato. Em seguida, é verificado se o empenho tem saldo suficiente para suprir o compartilhamento.

4. Para cada um dos contratos válidos e com saldo suficiente para pagamento da transação, o módulo de Integração faz a solicitação do serviço ao Órgão Fornecedor correspondente.
5. Os arquivos recebidos são consolidados no *Gateway* e repassados para o solicitante. Essa consolidação ocorre da seguinte forma: primeiro, a cada arquivo recebido no formato JSON, são adicionados o número do contrato, estabelecido entre o requisitante e o Órgão que compartilhou os dados, e o valor a ser pago por esse compartilhamento; após receber todos os arquivos e efetuar o procedimento anterior, os arquivos resultantes são concatenados gerando um único JSON; por fim, adiciona-se a esse arquivo o valor total do compartilhamento. Havendo algum problema durante essa transação, seja no recebimento do arquivo, consolidação ou envio dos dados ao requisitante, é enviada uma resposta informando da impossibilidade de conclusão da transação.
6. Enviados os dados ao cliente com sucesso, para cada contrato, o módulo de Tarificação e Controle Financeiro tem a incumbência de tarifar a transação. Para essa tarefa, o módulo acessa o banco de dados e insere um registro na tabela Fatura com as informações: número do empenho, valor consumido e data da transação. Em ato contínuo, altera o Empenho referente ao contrato em comento, atualizando o valor total consumido.

4.3.3 Requisição Condicional

Para cada uma das formas de requisição descritas nas subseções anteriores, passando um contrato ou uma chave de pesquisa como parâmetro, o modelo possibilita uma variante. Essa variante cria um mecanismo de compartilhamento semi-automático. Permite ao Órgão Requisitante decidir sobre a continuidade ou não da requisição após tomar conhecimento do valor a ser pago. A Figura 4.4 apresenta esse mecanismo.

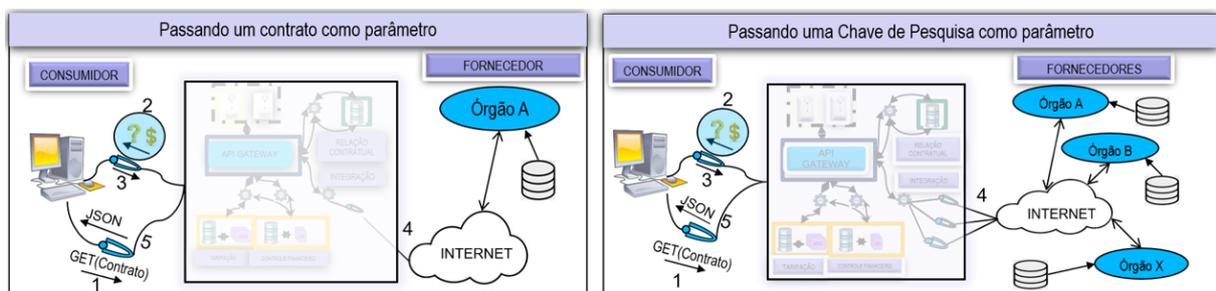


Figura 4.4: Solicitação condicionada à autorização do requisitante.

Nos dois cenários, o Órgão Requisitante faz a solicitação ao *Gateway*, seta '1'. Após realizar a solicitação, é verificada a validade do(s) contrato(s) e a existência de numerário suficiente para realizar a requisição. Nessa variante, após a validação anteriormente citada, é retornada ao requisitante a informação do custo da solicitação, representada pela seta '2'. Esse retorno ocorre antes do módulo de Integração requisitar os dados ao fornecedor.

Após ter conhecimento do custo, o requisitante tem a oportunidade de interromper a requisição se assim o desejar. Caso queira continuar, autoriza que a requisição seja feita ao fornecedor, seta '3'. Nesse caso, o compartilhamento segue a sequência normal já detalhada nas subseções anteriores. Do exposto, verifica-se que esse mecanismo semi-automático possibilita uma maior ingerência do requisitante sobre os recursos empenhados.

A partir do modelo proposto, foi realizada uma prova de conceito através da implementação de um protótipo e a execução de simulações e testes. No capítulo 5, a seguir, apresenta-se a implementação do protótipo e os testes realizados para avaliá-lo quanto à execução das funcionalidades. Em seguida, no capítulo 6, mostram-se os testes realizados, dentro de um ambiente controlado, para possibilitar uma análise de desempenho do protótipo. Por fim, no capítulo 7, apresenta-se uma análise de viabilidade financeira do modelo em relação ao investimento necessário para disponibilização dos dados pelos fornecedores.

Capítulo 5

Protótipo

Para possibilitar a realização de uma prova de conceito do modelo proposto, foi implementado um protótipo. Nesse artefato, realizaram-se testes de forma a gerar dados suficientes para possibilitar uma análise quanto a suas funcionalidades. Testes foram realizados, também, para avaliação em relação ao desempenho e serão apresentados no capítulo seguinte.

Com a finalidade de permitir o melhor uso dos recursos da infraestrutura de TI disponível e ter um melhor gerenciamento, foi utilizada a plataforma *Docker*. A Figura 5.1 mostra o extrato do arquivo *Docker-Compose* utilizado.

```
services:
  nfaturador:
    build: ../faturador
    image: unb/nfaturador1
    ports:
      - 5000:5000
    environment:
      DATABASE_URL: nfaturador-db
      DATABASE_USER: usuario
      DATABASE_PASS: senha
      DATABASE_SCHEMA: faturador
    links:
      - nfaturador-db
      - numbrella
  nfaturador-db:
    image: mysql
    restart: always
    ports:
      - 3306:3306
    environment:
      MYSQL_ROOT_PASSWORD: password01
      MYSQL_DATABASE: faturador
      MYSQL_USER: usuario
      MYSQL_PASSWORD: senha
    volumes:
      - ../mysql/./docker-entrypoint-initdb.d/
  numbrella:
    image: nrel/api-umbrella
    ports:
      - 80:80
      - 443:443
```

Figura 5.1: Extrato Docker-Compose.

Na extrato acima apresentado, constam 3(três) serviços. O primeiro refere-se a API que contém as regras de negócio do protótipo: validações necessárias e regras para faturamento e controle financeiro. O segundo serviço é o gerenciador de banco de dados que armazena as informações necessárias para funcionamento do protótipo. Por fim, o terceiro serviço é o *Gateway* que funciona como elemento central do modelo. Com a criação dos

containers Docker e o conseqüente agrupamento dos softwares e aplicativos necessários, foi possível implementar o protótipo com maior eficiência.

Nesta seção, apresenta-se o protótipo do modelo idealizado neste trabalho. Para demonstrar a simulação de troca de informações entre órgãos que participam de uma Operação Interagências, será, inicialmente, descrita a arquitetura proposta. Em seguida, serão detalhados os seus componentes principais e descritos como eles serão utilizados no protótipo. Por fim, será detalhado o experimento realizado para validar o protótipo quanto às funcionalidades a serem executadas.

5.1 Arquitetura

Conforme descrito na seção 4.1, o modelo proposto é constituído de um *Gateway de API* como elemento central. Esse componente é responsável pela orquestração das API que realizam os procedimentos necessários para possibilitar a troca de informações entre os órgãos. Além do elemento central, são previstos os seguintes módulos principais: módulo de Relação Contratual, módulo de Integração e módulo de Tarifação e Controle Financeiro. Para possibilitar o armazenamento dos dados cadastrais relacionados à relação contratual estabelecida entre os órgãos e possibilitar o controle contábil financeiro em virtude da monetização das transações, é prevista a implementação de um Banco de Dados.

Do exposto, para possibilitar a validação do modelo proposto, foi implementada a estrutura visualizada na Figura 5.2.

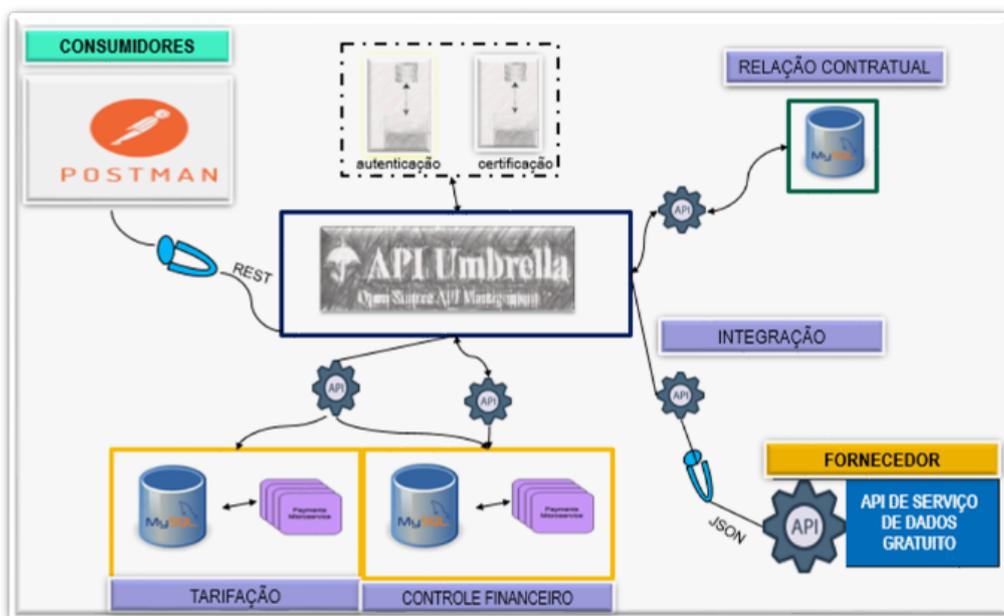


Figura 5.2: Arquitetura do Protótipo.

A infraestrutura foi implementada para possibilitar a realização de testes a fim de validar o modelo proposto. A seguir, descrevem-se os atores e cada um dos componentes principais.

1. CONSUMIDOR/REQUISITANTE: conforme descrito no capítulo 5, o consumidor é uma instituição que celebra um contrato com a finalidade de utilizar o modelo para realizar requisições de informações. Essas solicitações são realizadas ao *Gateway* passando como parâmetro um contrato ou uma chave de pesquisa.

No protótipo em comento, para simular as funções realizadas por um Órgão Consumidor, utilizou-se a ferramenta *POSTMAN*. Esse aplicativo, uma *API Cliente* de utilização gratuita, possui uma interface bastante simples e intuitiva e tem como objetivo testar serviços *RESTfull*. Ela permite criar e salvar solicitações HTTP e HTTPS simples e complexas, bem como ler suas respostas. Desse modo, é possível simular requisições de maneira rápida e eficiente.

2. *GATEWAY API*: esse componente central do modelo proposto é responsável por receber todas as solicitações de entrada e, por meio da orquestração das API, realizar as diversas funções necessárias, solicitar as informações ao fornecedor e devolver os dados ao requisitante. Entre a requisição e o recebimento dos dados, o *Gateway* orquestra a execução de várias funcionalidades como: validar contrato, verificar saldo, buscar lista de contratos a partir de uma chave de pesquisa, faturar a transação e atualizar o empenho.

No protótipo, foi implementado, dentro de um *container Docker*, o *Gateway de API Umbrella*. Essa plataforma de gerenciamento de API, de código aberto, foi escolhida por ser um *Gateway* eficiente, consolidado e de fácil implementação. Dessa forma, possibilita-se avaliar o comportamento do elemento central do modelo.

3. FORNECEDOR: para possibilitar o compartilhamento de informações, é obrigatório haver uma relação contratual entre um Órgão Solicitante e um Órgão Fornecedor de dados. No intuito de tornar o ambiente de testes, apesar de controlado, o mais próximo possível do real, utilizou-se como fornecedor órgãos públicos que disponibilizam dados abertos através de API na Internet. Os arquivos disponibilizados por esses serviços estão no formato JSON.
4. API: para possibilitar a execução das diversas funcionalidades necessárias, foram desenvolvidas algumas API, cada uma responsável por uma função específica. Para implementação das mesmas, foi utilizada a linguagem de programação *PYTHON*.
5. BANCO DE DADOS: o modelo proposto necessita que sejam armazenadas, entre outras, as informações relacionadas aos contratos estabelecidos entre os órgãos e os

dados referentes à parte financeira envolvida na monetização do processo de troca de informação entre eles.

No protótipo, essas informações são armazenadas em um banco de dados relacional. Para isso, foi criado um banco de dados *MYSQL* por ser um sistema gerenciador de banco de dados relacional livre e suficiente para o contexto abordado. A Figura 5.3 apresenta o Diagrama Entidade - Relacionamento (DER) do banco de dados criado. Algumas tabelas, como Órgão e as relacionadas ao controle financeiro através do empenho, foram idealizadas tomando como base a estrutura dos sistemas SIAFI e SCDP. A seguir, são descritas as principais tabelas com os seus principais atributos. O Dicionário de Dados completo encontra-se no Apêndice A.

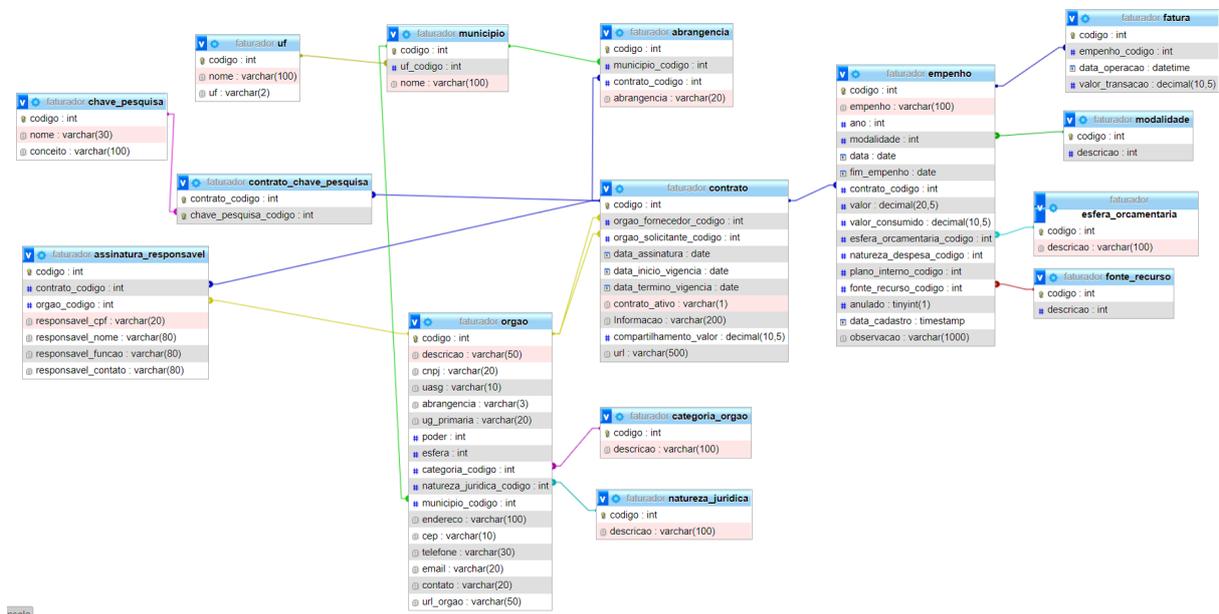


Figura 5.3: DER: Banco de Dados do Protótipo.

- (a) Órgão: nessa tabela, são armazenados os dados relativos aos órgãos que utilizam o modelo proposto. Cada órgão pode ser um requisitante, fornecedor de dados ou ambos. Entre os atributos principais dessa tabela, citam-se os seguintes:
- i. Dados de identificação: Nome, CNPJ e Código UASG;
 - ii. Endereço, telefone; e
 - iii. Abragência: Poder, Esfera Administrativa e Área de Atuação.
- (b) Contrato: para que ocorra o compartilhamento de dados entre dois órgãos utilizando o modelo proposto, há a necessidade de ser celebrado uma rela-

ção contratual entre eles. Essa tabela armazena as informações referentes ao contrato estabelecido. Entre os atributos principais, citam-se os seguintes:

- i. Número do Contrato e Data de sua assinatura;
- ii. Órgão Requisitante e Órgão Fornecedor;
- iii. Descrição das informações a serem compartilhadas;
- iv. URL do fornecedor onde os dados serão disponibilizados;
- v. Início e Término de Vigência do Contrato;
- vi. Contrato Ativo ou Cancelado por algum motivo; e
- vii. Valor por consulta: no protótipo, foi mapeado que a forma de cobrança pelo compartilhamento de dados será por consulta realizada. Dessa forma, para cada consulta realizada será cobrado um valor fixo estabelecido no contrato e representado por esse atributo.

(c) Empenho: o empenho de uma despesa pública representa a reserva no orçamento do valor a ser pago pelo Órgão Requisitante ao Órgão Fornecedor pelo compartilhamento das informações. Uma das premissas do modelo proposto é a garantia de que, se o compartilhamento for realizado, o pagamento será executado. Nessa tabela serão armazenados os dados relativos ao empenho estimativo de um Órgão Consumidor em favor de um Órgão Fornecedor. Esse empenho deve ter sido previamente cadastrado no sistema SIAFI. Entre os seus principais atributos, citam-se os seguintes:

- i. Número, Tipo do Empenho, Data de Emissão e Data de Término de Vigência;
- ii. Código do Contrato: a partir do contrato é possível identificar o Órgão Emitente (Órgão Requisitante) e o Órgão Favorecido (Órgão Fornecedor);
- iii. Atributos relacionados à célula orçamentária: Fonte de Recurso, Natureza da Despesa, Plano Interno e Esfera Orçamentária;
- iv. Valor do Empenho: é o valor total do empenho cadastrado no SIAFI;
- v. Valor Consumido: sempre que uma transação for concluída, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro irá adicionar o valor a ser pago pelo compartilhamento ao valor já consumido.

(d) Fatura: ao realizar o compartilhamento com sucesso, os dados relativos à transação devem ser armazenados para ser gerada uma fatura sempre que solicitada. Para cada consulta executada com sucesso, serão armazenados nessa tabela os dados referentes à data da transação, valor da transação e o número do empenho do qual o valor será cobrado.

- (e) Chave de Pesquisa: uma das formas de requisitar informações ao *Gateway*, é passando uma chave de pesquisa como parâmetro. Para possibilitar uma correta busca, é necessário que todos os órgãos que utilizem o modelo tenham o mesmo entendimento semântico de cada uma das chaves utilizadas. Esse entendimento único é obtido através de um vocabulário controlado. Para isso, a tabela Chave de Pesquisa representa a implementação de uma lista controlada de forma a garantir esse entendimento padronizado. Dentre os principais atributos dessa tabela, tem-se: sigla e o seu conceito. Por exemplo, a chave de pesquisa CPF representa o Cadastro de Pessoa Física e identifica de forma única um indivíduo. A partir dela, desde que exista um contrato estabelecido, pode-se obter de um fornecedor os dados cadastrais de um indivíduo; de um segundo fornecedor as empresas abertas por essa pessoa; de um terceiro fornecedor os veículos ou os imóveis de sua propriedade; de um quarto fornecedor os seus antecedentes criminais.
- (f) Contrato Chave Pesquisa: um contrato pode ter uma ou mais chaves de pesquisa. Uma chave de pesquisa pode estar relacionada a um ou mais contratos. Dessa forma, essa tabela é derivada do relacionamento n-m entre as tabelas Contrato e Chave de Pesquisa.

5.2 Experimento Realizado

O experimento foi realizado em um ambiente controlado e restrito. Com a utilização da ferramenta Docker, foi criada a infraestrutura, composta por um *Gateway Umbrella* e um banco de dados MySQL, necessária para possibilitar a realização dos testes. Disponibilizada a infraestrutura, o primeiro passo foi implementar, em Python, os módulos necessários para executar as funcionalidades orquestradas pelo *Gateway*. Implementados os módulos, passou-se a realizar o cadastramento dos dados necessários.

Primeiro, foram inseridos os dados nas tabelas auxiliares necessárias e cadastrados os órgãos. Em seguida, cadastrou-se um contrato entre os Órgãos A, Requisitante, e B, Fornecedor. Nesse contrato, foram informados, entre outros dados, o valor a ser pago por consulta e a *url* onde os dados serão disponibilizados pelo fornecedor. Feito o cadastramento da relação contratual, necessita-se, agora, garantir que, se o compartilhamento for realizado, o pagamento será feito.

Para garantir o pagamento, precisa-se realizar o cadastramento de um empenho emitido pelo Órgão Requisitante A, em favor do Órgão Fornecedor B. O cadastro do empenho deve ser feito conforme o seu cadastro no Sistema SIAFI. Entre os dados necessários, foram informados: o contrato, de onde pode ser obtido o órgão emitente e o favorecido; o

valor total empenhado; o término de vigência; e a natureza da despesa. No teste realizado, o valor empenhado para o contrato cadastrado foi suficiente para custear milhares de consultas com vigência de 6(seis) meses. Finalizado o cadastro do empenho, o ambiente está pronto para simular um compartilhamento de informações entre o Órgão A e o Órgão B.

Para realizar a simulação, foi utilizada a ferramenta POSTMAN. Essa ferramenta faz o papel do Órgão Requisitante, Órgão A, realizando uma requisição passando como parâmetro um número de contrato. A Figura 5.4 mostra a solicitação realizada utilizando a ferramenta em comento.

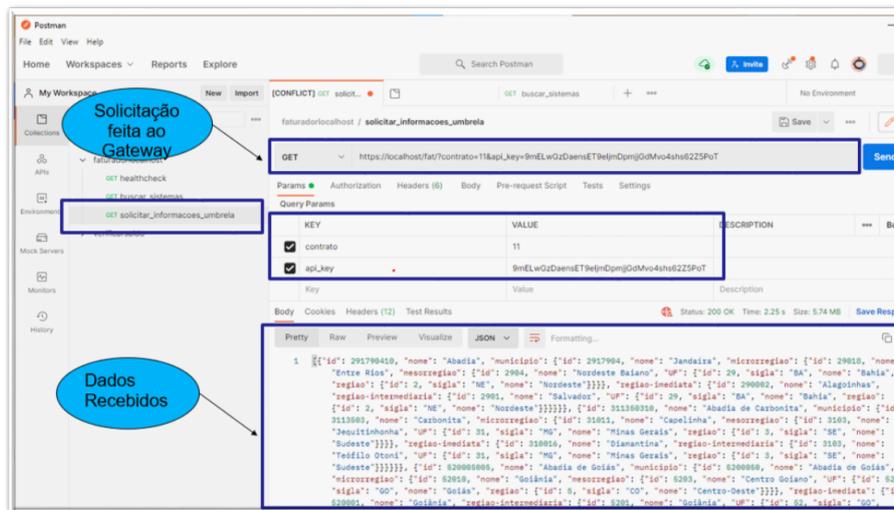


Figura 5.4: Solicitação de serviço via POSTMAN.

Logo após executar a requisição, indicada na parte superior da Figura 5.4, passando como parâmetro o contrato "11", o *Gateway* realizou a orquestração das API. Os procedimentos orquestrados foram realizados de forma transparente aos envolvidos e acontecem na seguinte sequência:

1. Recebida a requisição, o módulo de Relação Contratual verificou a validade do contrato "11", celebrado entre o Órgão A e o Órgão B, retornando a informação sobre a validade. Para o contrato ser válido, é necessário que o mesmo esteja dentro da vigência cadastrada e esteja ativo;
2. Confirmada a validade do contrato, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro verificou a existência de um empenho para esse contrato. Existindo um empenho emitido pelo Órgão A tendo como favorecido Órgão B, foi verificado se o empenho estava dentro do prazo de vigência. Estando dentro da vigência, foi verificado se o valor do saldo disponível no empenho era suficiente para pagar o valor da consulta. A informação sobre o valor da consulta está disponível na tabela de contrato;

3. Com a confirmação da disponibilidade de numerário, o módulo de Integração realizou a solicitação do serviço ao Órgão B, através da *url* cadastrada no contrato. Em seguida, ao receber o arquivo em JSON, consolidou as informações e enviou ao requisitante, que está sendo representado pela ferramenta POSTMAN;
4. Com a confirmação da entrega dos dados e, por conseguinte, do sucesso da transação de compartilhamento, o módulo de Tarifação e Controle Financeiro inseriu um registro na tabela Fatura com os dados relacionados à transação efetuada. Em ato contínuo, atualizou o saldo consumido do empenho, adicionando a ele o valor cobrado pela consulta.

Concluída a orquestração por parte do *Gateway*, os dados foram recebidos pelo requisitante. Essa etapa pode ser visualizada na parte inferior da Figura 5.4. Do exposto, verifica-se que o processo de compartilhamento de dados foi realizado por completo e sem ocorrência de erros.

Neste capítulo, foi apresentado o protótipo desenvolvido para possibilitar uma prova de conceito do modelo proposto. Foram realizados testes com a finalidade de verificar se a ferramenta desenvolvida executava as funcionalidades de acordo com a previsão estabelecida no modelo conceitual. Da análise inferida dos resultados obtidos, pôde-se verificar, em tese e dentro de um ambiente controlado e restrito, a eficácia do protótipo, tendo seu funcionamento ocorrido conforme previsto no modelo.

Capítulo 6

Análise de Desempenho

Após validado o modelo quanto à execução de suas funcionalidades, é necessário, ainda, realizar uma análise quanto ao desempenho do protótipo implementado. Este capítulo tem como objetivo avaliar o protótipo e, por conseguinte, o modelo proposto, quanto ao seu desempenho durante a execução. Primeiro, apresentam-se os cenários nos quais os testes foram realizados e as questões que deverão ser respondidas a partir da análise dos resultados obtidos. Em seguida, cita-se a métrica utilizada para realizar a análise de desempenho. Depois, detalha-se o ambiente de testes e os equipamentos utilizados. Por fim, realiza-se a análise dos resultados obtidos.

6.1 Cenários

A análise realizada foi focada na disponibilidade do serviço e no tempo de resposta da aplicação. Para essa avaliação, utilizou-se da aplicação *desktop* JMeter. Essa ferramenta, de código aberto feita em Java, originalmente, foi projetada para testar aplicações Web, mas seu uso se expandiu para outras funções de teste. O Apache JMeter pode ser usado para testar o desempenho de recursos estáticos e dinâmicos e de aplicativos Web dinâmicos, podendo executar testes funcionais e medir o desempenho de aplicações.

Para verificar o desempenho do protótipo e possibilitar um parâmetro de comparação, foram criados dois cenários. Em ambos, o teste consiste em fazer uma requisição e obter os dados, no formato JSON, de um fornecedor que disponibiliza seu serviço na Internet. Os cenários podem ser visualizados na Figura 6.1. A seguir, é descrito como os testes foram realizados em cada um deles.

- No primeiro cenário, a ferramenta faz a requisição passando pelo protótipo. Essa requisição é feita ao *Gateway* e não diretamente ao fornecedor do serviço. No tempo de resposta entre a requisição e o recebimento das informações pelo Requisitante,

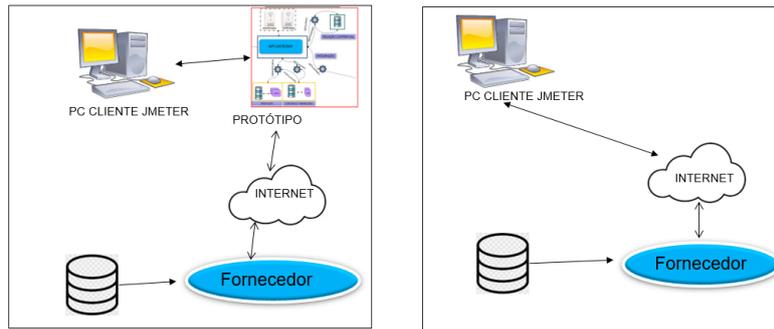


Figura 6.1: Cenários para análise de desempenho.

está incluído o tempo gasto na execução das funcionalidades pelo protótipo. Ou seja, está incluído o tempo gasto para o *Gateway* orquestrar suas API, realizar todas as funcionalidades necessárias, solicitar e receber as informações do fornecedor e repassá-las ao requisitante.

- No segundo cenário, a solicitação é feita diretamente ao fornecedor. Nesse cenário, não há uma camada intermediária. O tempo gasto entre a requisição e o recebimento dos dados está relacionado apenas ao estabelecimento da conexão com o fornecedor do serviço e à transferência dos dados requisitados.

Os experimentos foram realizados de forma a medir o tempo de resposta em ambos os cenários. Da análise dos resultados obtidos com os testes realizados no primeiro cenário, obtêm-se uma avaliação do desempenho do protótipo em termos quantitativos. Não foi possível realizar a análise comparativa do desempenho com um outro projeto similar. Por isso, para possibilitar uma análise em termos qualitativos, foi utilizado como parâmetro de comparação o segundo cenário, por não possuir uma camada intermediária, ou seja, o custo da camada intermediária, que no cenário 1 é representado pelo protótipo, no cenário 2 é zero. Com os resultados, deve-se ser capaz de responder aos seguintes questionamentos:

- Como se comporta o modelo/protótipo com o aumento do número de usuários simultâneos?
- Como se comporta o modelo/protótipo com o aumento do tamanho do arquivo compartilhado? e
- Qual o comparativo entre o tempo de resposta para as requisições passando pelo protótipo com o tempo de resposta das requisições realizadas diretamente ao fornecedor (sem nenhuma camada intermediária) ?

Para possibilitar responder a cada uma das questões acima, definiu-se a métrica que será detalhada na subseção seguinte.

6.2 Métrica

Para possibilitar que as respostas sejam dadas às questões feitas anteriormente, os experimentos para medir o desempenho utilizaram a métrica Tempo de Resposta. Essa métrica foi aplicada nos testes executados nos dois cenários descritos.

Os testes com essa métrica têm como finalidade mensurar o tempo gasto entre a requisição ser feita pelo JMeter e a ferramenta obter resposta válida com os dados obtidos do Órgão Fornecedor. No primeiro cenário, o tempo de resposta irá incluir o tempo gasto pelo protótipo para realizar a orquestração das API pelo *Gateway*. No segundo cenário, o tempo de resposta será apenas o tempo gasto no estabelecimento da conexão e na transferência dos dados requisitados.

6.3 Ambiente de Teste

Para realização dos testes, o ambiente foi composto por dois equipamentos conectados em rede e um serviço disponibilizado na Internet. A Tabela 6.1 apresenta o resumo da configuração dos equipamentos.

Tabela 6.1: Configuração dos equipamentos: ambiente de teste

	Máquina 1	Máquina 2
SO	Windows 10 Pro	Windows 10 Pro
Processador	Intel Core i5 CPU 2.40GHz	Intel Core i7 CPU 2.40GHz
Memória	4GB	8GB
Disco	HD 1TB	SSD 250GB
JMeter	Apache JMeter V 5.4.3	-
Container	-	Docker
Gateway	-	Umbrella
MySql	-	MySQL Server 8.0.25-1debian10

No primeiro equipamento, Máquina 1, foi instalada a ferramenta JMeter. No segundo equipamento, Máquina 2, foi instalada a arquitetura necessária para implementação do protótipo do modelo proposto. Foram, ainda, utilizados serviços que disponibilizam dados abertos na Internet por órgãos públicos.

Nos dois cenários, os testes foram realizados utilizando a ferramenta JMeter. No cenário 1, as requisições foram feitas ao *Gateway*, instalado na Máquina 2. Em relação ao cenário 2, as requisições foram realizadas diretamente ao fornecedor. Dessa forma, os dados estatísticos em ambos os cenários foram gerados pela ferramenta JMeter na Máquina 1.

6.4 Análise dos Testes Realizados

Nesta seção, são apresentadas análises da métrica de tempo de resposta dos usuários com o sistema proposto. Além disso, cenários são propostos para avaliação da ferramenta e subdivididos nas subseções que seguem.

6.4.1 Análise do Tempo de Resposta com Usuários Concorrentes

No primeiro conjunto de testes realizado, foi utilizada a métrica Tempo de Resposta. Essa métrica foi aplicada apenas no primeiro cenário, ou seja, quando a requisição é feita ao *Gateway*. A finalidade foi verificar o comportamento do protótipo à medida que o número de usuários simultâneos aumenta.

Nas Operações Interagências, a quantidade de órgãos envolvidos varia de 5 a 15, sendo, em média, 8 (oito) entidades. Dessa forma, foram realizados testes utilizando o número máximo de 8 (oito) conexões simultâneas. Os testes foram realizados da seguinte forma:

- Um plano de testes foi criado na ferramenta JMeter para ser executado no primeiro cenário;
- As requisições foram realizadas sob as mesmas condições, utilizando o mesmo fornecedor e compartilhando as mesmas informações. O *loop count* utilizado foi 500;
- O plano de testes foi executado variando a quantidade de usuários simultâneos. Os testes foram realizados com 1 usuário, 4 usuários e 8 usuários simultâneos; e
- O experimento foi repetido 20 (vinte) vezes.

A Figura 6.2 mostra a plotagem em gráfico com o resultado da amostra.

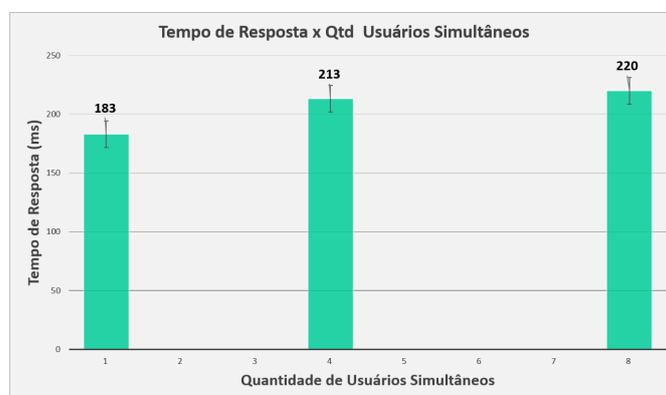


Figura 6.2: Variação do tempo de resposta em relação ao número de usuários.

Na Figura 6.2, foi medido o tempo de resposta de uma requisição a um serviço na Internet variando o número de usuários simultâneos. O tempo de resposta é apresentado em mili-segundos pelo eixo vertical e representado por colunas. Na parte superior de cada coluna, é mostrado o intervalo de confiança (95%). No eixo horizontal, apresenta-se a quantidade de usuários simultâneos: 1, 4 e 8 usuários. Os testes foram realizados, também, variando o tamanho do arquivo compartilhado. Os resultados obtidos foram proporcionais aos apresentados no gráfico em comento.

Da análise do gráfico, verifica-se que a variação do tempo de resposta é pequena quando se aumenta de 1 para 4 usuários e menor ainda quando se aumenta de 4 para 8 usuários. Dessa forma, em resposta ao primeiro questionamento, pode-se afirmar, em tese, que o protótipo, considerando um ambiente controlado, mantém um comportamento estável com o aumento do número de usuários simultâneos.

6.4.2 Análise Comparativa entre os Cenários

Para realizar uma análise comparativa, os testes foram aplicados nos dois cenários. A finalidade é obter o tempo de resposta de uma requisição solicitada em cada um dos cenários. De posse dos resultados, realizou-se a comparação entre os valores obtidos de forma a possibilitar uma análise do desempenho do protótipo, já que no cenário 2 a requisição é feita sem nenhuma camada intermediária.

De início, faz-se necessária uma análise dos fatores que influenciam na composição do tempo de resposta em cada um dos cenários. A Figura 6.3 mostra as funcionalidades executadas nos dois cenários:

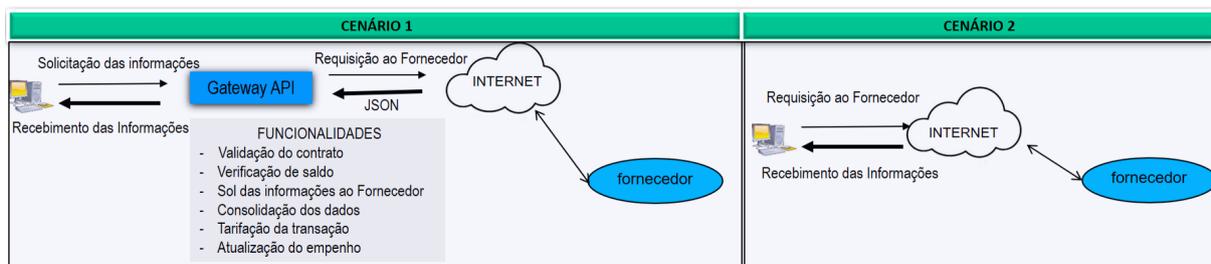


Figura 6.3: Funcionalidades executadas em cada cenário.

- No Cenário 1, entre a requisição e o recebimento dos dados, a sequência de eventos é: solicitação feita ao *Gateway*; execução de algumas funcionalidades (validação de contrato, verificação de saldo); requisição de dados ao fornecedor pelo *Gateway*; transferência do arquivo JSON do fornecedor para *Gateway*; execução de funcio-

nalidades (consolidação dos dados, tarifação do compartilhamento, atualização do empenho); e transferência dos dados ao requisitante.

- No cenário 2, é feita a solicitação direta ao fornecedor e a transferência dos dados do fornecedor ao requisitante.

Da análise da sequência nos dois cenários, verifica-se que:

- No Cenário 1, há duas requisições: do requisitante ao *Gateway* e do *Gateway* ao fornecedor; enquanto no Cenário 2, há apenas uma requisição: do requisitante ao fornecedor;
- No Cenário 1 há duas transferências de dados: do fornecedor ao *Gateway* e do *Gateway* ao requisitante; enquanto no Cenário 2, há apenas uma: a transferência do fornecedor diretamente ao requisitante; e
- No Cenário 1 há a execução de todas as funcionalidades orquestradas pelo *Gateway*, o que não ocorre no Cenário 2.

Do exposto, verifica-se que, para a composição do tempo de resposta no Cenário 1, teremos duas requisições, duas transferências de dados e as funcionalidades orquestradas pelo *Gateway*. Já no cenário 2, há apenas uma requisição, uma transferência de dados e não há camada intermediária. Essas diferenças impactam diretamente no tempo de resposta das requisições nos dois cenários.

Análise do Tempo de Resposta para cada Cenários Analisado

Nesses testes, a métrica Tempo de Resposta foi aplicada nos dois cenários. A execução do plano de testes foi realizada de forma simultânea para garantir as mesmas condições de execução, sendo realizada da seguinte forma:

- Um plano de testes foi criado na ferramenta JMeter para ser executado nos dois cenários com os mesmos parâmetros e sob as mesmas condições.
- O plano de testes foi executado realizando requisição ao mesmo fornecedor e modificando o tamanho do arquivo JSON: 32kB, 320kB e 3200kB.
- Em cada uma das situações, o *loop count* utilizado foi 500.
- O experimento foi repetido 20 (vinte) vezes para possibilitar um resultado mais confiável.

A Figura 6.4 mostra a plotagem em gráfico com o resultado da amostra dos testes realizados. Foi considerado o intervalo de confiança igual a 95%.

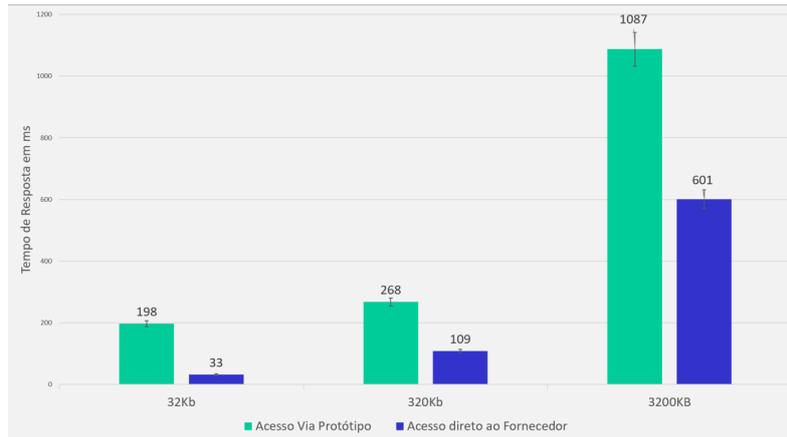


Figura 6.4: Variação do tempo de resposta em relação aos cenários.

Na Figura 6.4, apresenta-se o resultado do tempo de resposta de uma requisição a um serviço na Internet nos dois cenários, variando o tamanho do arquivo compartilhado. No primeiro cenário, a solicitação foi realizada passando pelo protótipo. No segundo cenário, a requisição foi realizada diretamente ao fornecedor. O Tempo de Resposta é apresentado em mili-segundos pelo eixo vertical e representado por colunas. Na parte superior de cada coluna é mostrado o intervalo de confiança (95%). No eixo horizontal, apresenta-se o tamanho do arquivo JSON compartilhado: 32kB, 320kB e 3200kB.

Da análise do gráfico, verifica-se que a diferença do tempo de resposta entre os cenários 1 e 2, para uma quantidade pequena de dados compartilhados, é aproximadamente 6 vezes. Essa relação cai à medida que a quantidade de dados compartilhada aumenta, ficando abaixo de 2 vezes, aproximando-se, dessa forma, da situação ótima.

Análise do Tempo de Resposta com as Funcionalidades Internas

Para entender o motivo pelo qual o tempo de resposta no cenário 1, passando pelo protótipo, aproxima-se da situação ótima a medida que aumenta o tamanho do arquivo compartilhado, foram realizados testes para verificar o tempo gasto pelo *Gateway* para executar as funcionalidades necessárias. A seguir, são apresentados os resultados dos testes realizados para avaliar o tempo gasto na execução das funcionalidades orquestradas pelo *Gateway*. Nesses testes, variou-se o tamanho do arquivo compartilhado. A Figura 6.5 apresenta os resultados obtidos e, mostra, também, o tempo de resposta total nos dois cenários.

Na Figura 6.5, apresenta-se o resultado do tempo de resposta gasto por algumas funções executadas pelo *Gateway*. O tempo de resposta é apresentado em mili-segundos

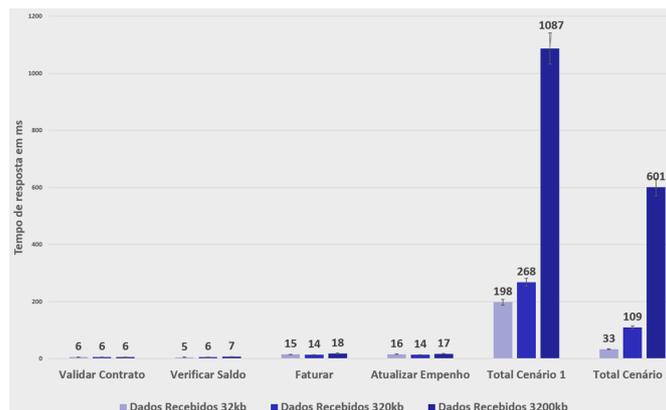


Figura 6.5: Variação do tempo de resposta das funcionalidades em relação ao tamanho do arquivo compartilhado.

pelo eixo vertical e representados por colunas. No eixo horizontal, apresenta-se o tamanho do arquivo JSON compartilhado: 32kB, 320kB e 3200kB.

Da análise dos resultados obtidos, verifica-se que o tempo gasto na execução das funcionalidades permanece quase inalterado com o aumento do tamanho do arquivo compartilhado. Dessa forma, em resposta ao segundo questionamento, pode-se afirmar que o protótipo permanece estável, executando suas funcionalidades com um mesmo gasto de tempo, independente da quantidade dos dados compartilhados.

Da análise do gráfico e tomando como parâmetro o tempo gasto para executar a funcionalidade 'validar contrato()', que é 6ms, tem-se que: para um arquivo compartilhado de 32kB ele corresponde a 3% do tempo de resposta total(198ms); para um arquivo de 320kB, ele corresponde a cerca de 2% do tempo de resposta total(268ms); e para um arquivo de 3200kB, corresponde a cerca de 0,5% do total de 1067ms. Dessa forma, pode-se afirmar que o tempo gasto para execução da funcionalidade, por ser constante, tem uma participação cada vez menor na composição do tempo total de resposta à medida que o arquivo compartilhado aumenta.

Do exposto e considerando que no cenário 1 a requisição e a transferência de dados são feitas em duas etapas, enquanto no cenário 2, situação ótima, elas são feitas em apenas uma, responde-se ao terceiro questionamento concluindo que a diferença entre o tempo de resposta nos dois cenários se deve, em sua maior quantidade, aos tempos gastos nas requisições e transferências dos dados e não na execução das funcionalidades internas orquestradas pelo *Gateway*.

Por fim, pela análise inferida a partir dos resultados dos testes de desempenho realizados, utilizando como métrica o tempo de resposta e variando o número de usuários simultâneos e o tamanho do arquivo compartilhado, pode-se afirmar que, em tese, o protótipo, dentro de um ambiente controlado e restrito, é eficiente para o fim a que se destina.

Capítulo 7

Análise de Viabilidade Econômica do Modelo Proposto

Nos capítulos anteriores, verificou-se que o protótipo executou todas as funcionalidades previstas no modelo conceitual. Verificou-se, também, que o protótipo apresentou um bom desempenho durante sua execução. No entanto, há a necessidade, ainda, da averiguação quanto ao potencial de aceitabilidade do modelo. Principalmente, em relação a sua viabilidade econômica.

O modelo apresentado neste trabalho tem como cenário as operações realizadas com a participação das FA e de órgãos civis governamentais e não governamentais. Os órgãos civis não governamentais, em sua maioria, visam ter retorno financeiro aos investimentos executados. As entidades públicas devem sempre realizar despesas com eficiência, tendo a obrigação de justificar os gastos e investimentos que realizam, levando-se em consideração os benefícios materiais e imateriais. O controle institucional dos gastos públicos é feito pelos seus gestores, por entidades responsáveis pelos atos da Administração Pública, pelos órgãos específicos de controle interno e pelo Órgão de Controle Externo. Do exposto, para que os órgãos candidatos tenham um maior interesse em utilizar o modelo proposto neste trabalho, há a necessidade de que a utilização do modelo seja atrativa, também, em termos financeiros.

Neste capítulo, é feita uma análise da viabilidade econômica no tocante à utilização do modelo por um Órgão Fornecedor de informações. Primeiro, estima-se o custo necessário para o desenvolvimento de uma API de consulta utilizada para disponibilizar os dados pelo Órgão Fornecedor. Em seguida, mostra-se um levantamento realizado para estimar o preço médio cobrado por consulta a uma API que disponibiliza dados de um órgão público. Por fim, realiza-se uma análise quanto ao potencial de retorno do investimento a ser realizado por um órgão que deseje disponibilizar informações utilizando o modelo apresentado neste trabalho.

7.1 Custo para Desenvolvimento de uma API de Consulta

Um dos trabalhos utilizados como referência para estimar custos de um projeto é o apresentado no livro de Capers Jones[30]. Nesse trabalho, são apresentadas várias métricas que podem ser utilizadas para previsão do tamanho, prazo e custos relacionados a um projeto de software. Dentre as abordadas, a métrica de Análise por Ponto de Função (APF) é descrita de forma detalhada.

A APF foi criada ainda na década de 70 e, atualmente, é utilizada por instituições públicas e privadas nas estimativas e dimensionamentos de software. Em relação à administração pública, o Tribunal de Contas da União (TCU), em vários acórdãos¹, publicou recomendações em prol da utilização dessa métrica. Ainda no âmbito da administração pública, o Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação (SISP), da Secretaria de Tecnologia da Informação e Comunicação, órgão do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, publicou o Roteiro de Métricas de Software[31] com base nas regras de contagem de pontos de função do Manual de Práticas de Contagem de Pontos de Função (CPM)[32], publicado pelo *International Function Point Users Group* (IFPUG).

Pelas regras do CPM, primeiro, deve-se determinar o propósito, tipo e escopo de contagem e fronteira da aplicação. Em seguida, deve-se identificar e contar as funções de dados e as funções transacionais. Por fim, calcular o tamanho funcional. Dessa forma, a estimativa de custo para desenvolvimento de uma API de consulta é obtida conforme a equação (7.1).

$$CP = QPF * CPF \quad (7.1)$$

Onde, CP= Custo do Projeto; QPF = Tamanho do Projeto em Pontos de Função; e CPF = Custo para implementar um ponto de função na plataforma escolhida.

No contexto abordado, na estimativa do custo para desenvolver uma API de Consulta, será considerado que as informações a serem disponibilizadas serão consultadas em um Banco de Dados já existente com toda sua infraestrutura já estabelecida. Serão desconsiderados os custos relacionados aos requisitos não funcionais. Dessa forma, considera-se apenas o custo para o desenvolvimento puro da API.

Considerando o descrito no parágrafo anterior, em relação às funções de dados e funções transacionais, será considerado apenas o tipo funcional Consulta Externa (CE). Uma CE é conceituada como um processo elementar de envio de dados ou informações de con-

¹Acórdão número 1.782/2007; Acórdão número 1.910/2007; Acórdãos números 1.125/2009 e 1.274/2010; e Acórdãos números 2.348/2009 e 1.647/2010

trole para fora da fronteira, recuperando dados de um Arquivo Lógico Interno (ALI). Portanto, o custo para desenvolver uma API será o custo para desenvolvimento de uma CE complexa. De acordo com a tabela de contribuição funcional dos tipos funcionais do CPM, referenciada em [31] e [33], para se desenvolver uma CE, são necessários 6(seis) Pontos de Função. Dessa forma, temos que, para o desenvolvimento de uma API de consulta, o QPF=6.

Para mensurar o preço a ser cobrado por um ponto de função, deve-se estimar o esforço necessário para executá-lo. O roteiro [33], elaborado pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO), apresenta uma tabela com a produtividade, (HomemHora/PontoFunção), em função da plataforma de desenvolvimento. Essa tabela indica que, para as plataformas Python, C++ e JAVA, são necessárias de 12 a 16 horas para executar cada ponto de função. Atualmente, agosto de 2022, a média do valor pago por hora de desenvolvimento nessas plataformas, principalmente em contratos com órgãos públicos, é de R\$800,00 (oitocentos reais) por ponto de função executado. Dessa forma, temos CPF=R\$800,00.

Obtidos o QPF e o CPF, pode-se, agora, estimar o custo total. Para isso, será utilizada a equação (7.1). Dessa forma, o preço estimado para desenvolver uma API de consulta é: $6 * 800,00$. Portanto, a estimativa do preço para desenvolvimento de uma API de consulta é R\$4.800,00 (quatro mil e oitocentos reais).

7.2 Preço Cobrado por Requisição a uma API de Consulta

Diversas instituições públicas e privadas desenvolvem API e as disponibilizam para que outras empresas acessem mediante pagamento. Dentre os órgãos públicos, o SERPRO é um dos pioneiros nessa tecnologia. Essa empresa pública, vinculada ao Ministério da Fazenda, é líder no desenvolvimento de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação para o Governo Federal. Atualmente, possui uma plataforma de inteligência de negócios com a disponibilização de consultas para acesso a dados públicos de diversas bases governamentais. O acesso a esses dados se dá por meio de uma relação contratual mediante pagamento. Dessarte, serão utilizados os serviços e os preços cobrados pelo SERPRO para estimar o valor médio a ser cobrado por uma consulta a um serviço.

Em sua página oficial [34], o SERPRO disponibiliza informações dos serviços por ele prestados mediante pagamento. Os valores cobrados variam de acordo com a quantidade de consultas realizadas por um determinado período, sendo distribuída em faixas. A Tabela 7.1 apresenta a relação do valor cobrado por consulta a alguns serviços disponibilizados.

Tabela 7.1: Preços cobrados pelo SERPRO por consulta (HTTP REST) aos seus serviços

Serviço Disponibilizado	Preço	Faixa
CCIR	1,15	6.000 a 10.000
Certidão Negativa de Débito	0,75	5.000 a 10.000
CNPJ Simples	0,51	1.000 a 10.000
CPF	0,51	1.000 a 10.000
Dívida Ativa	0,51	1.000 a 10.000
Cartório Data - PF/PJ	0,69	1.000 a 10.000
Nota Fiscal Eletrônica	0,51	1.000 a 10.000
Integra SIAFI	0,66	1.000 a 10.000
Senatran Básica	0,70	até 50.000
Preço Médio	0,67	

Da análise da Tabela 7.1, verifica-se que o SERPRO cobra em média R\$ 0,67 (sessenta e sete centavos) por requisição a suas API de consulta. Esse valor será utilizado como um dos parâmetros para a análise de viabilidade econômica da utilização, por um Órgão Fornecedor de informações, do modelo apresentado neste trabalho.

7.3 Avaliação quanto ao Retorno do Investimento

Este capítulo tem o objetivo de verificar a viabilidade econômica em relação ao investimento realizado por um Órgão Fornecedor de informações para disponibilizar seus dados. Nas seções anteriores, foram realizados estudos para subsidiarem essa avaliação. Primeiro, na seção 7.1, estimou-se o valor necessário para desenvolver uma API de consulta. O valor estimado foi de R\$4.800,00 (quatro mil e oitocentos reais). Em seguida, na seção 7.2, buscou-se estimar o preço médio a ser cobrado por uma consulta. Do estudo realizado, estimou-se que o preço médio cobrado por consulta a um serviço disponibilizado via HTTP REST é de R\$ 0,67 (sessenta e sete centavos). De posse do valor estimado para desenvolvimento e do valor médio cobrado por requisição, pode-se, agora, estimar quantas consultas são necessárias para obter um retorno do investimento realizado para desenvolver uma API de consulta. Para isso, utiliza-se a equação (7.2)

$$NrConsultas = CP/VlConsulta. \quad (7.2)$$

Onde, NrConsultas= Número de Consultas Necessárias; CP=Custo do Projeto (para desenvolver uma API de consultas); VlConsulta = Valor a ser cobrado por consulta à API.

Da equação 7.2 tem-se que $CP=R\$4800 / R\$0,67$. Portanto, para que o Órgão Fornecedor tenha retorno do investimento realizado no desenvolvimento de uma API para

disponibilizar seus dados, é necessário que sejam feitas 7.165 (sete mil, cento e sessenta e cinco) consultas à sua API. Para analisar o significado desse valor, devemos considerar que:

- Um Órgão Fornecedor pode celebrar contrato com mais de um Órgão Cliente compartilhando dados através de uma mesma API. Desse modo, poderá receber por consultas realizadas a uma mesma API de vários órgãos distintos sem nenhum custo adicional; e
- O compartilhamento de dados através de uma API pode ser feito em várias Operações Interagências e, inclusive, em tempos onde não estejam ocorrendo operações. Dessa forma, os dados disponibilizados por uma API podem ser compartilhados em diversas ocasiões e por um tempo longo, sem gastos adicionais significativos.

Do exposto, verifica-se que a utilização do modelo por um Órgão Fornecedor para disponibilizar dados a serem compartilhados pelo modelo proposto possui potencial para obter um retorno do investimento realizado sendo, portanto, viável economicamente. Assim, pode-se concluir que a utilização do modelo estimula os envolvidos a compartilhar suas informações.

Capítulo 8

Conclusão e Trabalhos Futuros

Operações Interagências envolvendo órgãos militares e civis são cada vez mais frequentes. Nessas operações, é fundamental para obtenção do sucesso que ocorra a interoperabilidade entre eles, com o compartilhamento de informações. No entanto, obter interoperabilidade entre instituições é complexo, em razão de diversos obstáculos que precisam ser superados. Neste trabalho, apresentou-se a proposta de um modelo de negócio baseado em um *Gateway de API* e um módulo de Tarifação.

O objetivo é prover um modelo que possibilite a interoperabilidade necessária entre as entidades integrantes de Operações Interagências com a participação de órgãos militares e civis. O modelo proposto apresenta maior automação na interoperabilidade, buscando proporcionar maior abrangência de dados e de agências envolvidas. Tal cenário permite que os diversos órgãos, que participam de Operações Interagências, possam utilizar o modelo sem um custo adicional significativo e em um tempo reduzido. A previsão de um módulo de Tarifação, que monetiza as transações, estimula os órgãos ao compartilhamento de seus dados, visto que, em tese, é possível recuperar o investimento necessário para possibilitar esse compartilhamento.

Nos capítulos deste trabalho, foram apresentados a arquitetura e os módulos essenciais para concepção do modelo proposto. Foi descrita, também, a forma como os módulos interagem durante o compartilhamento das informações. Para realizar uma prova de conceito e demonstrar a viabilidade do modelo proposto, foi desenvolvido um protótipo.

Durante o experimento realizado, em um ambiente controlado e restrito, o protótipo executou corretamente as funcionalidades inicialmente previstas no modelo conceitual, sem perda de mensagens, demonstrando ser eficaz. A partir dos resultados obtidos durante os testes de desempenho, pôde-se afirmar que a ferramenta teve um bom desempenho para o fim a que se destina, demonstrando ser eficiente. Da análise de viabilidade econômica, constatou-se que a utilização do modelo é atrativa por possibilitar a recuperação do investimento necessário para compartilhar suas informações, o que diferencia este modelo

dos demais projetos analisados.

Do exposto, com base em testes realizados em ambiente controlado e restrito, o modelo apresentou-se eficaz, eficiente e capaz de fomentar a busca pela interoperabilidade entre as entidades. Dessarte, o modelo mostrou-se apto a assegurar o compartilhamento de dados com a conferência e controle dos recursos financeiros transferidos, tendo potencial para ser utilizado dentro do contexto de Operações Interagências com a participação das FA e de órgãos civis.

O protótipo foi testado em um ambiente controlado. Dessa forma, carece de testes em caso de uso real durante uma Operação Interagências. É necessária, ainda, a realização de testes com a utilização de certificação e autenticação que foram abstraídas no protótipo implementado.

Como proposta para trabalhos futuros, considera-se a possibilidade de elastecer a ferramenta, a partir do leque de oportunidades contratuais aberto pela monetização. Nas situações em que dois órgãos sejam requisitante e fornecedor um do outro, é possível disponibilizar uma forma de compensação automática dos valores pagos pelos dados mutuamente compartilhados, em complemento ao pagamento. Considera-se, ainda, a possibilidade de prover a interoperabilidade semântica dos dados compartilhados utilizando uma ontologia.

Ainda, como trabalhos futuros, recomenda-se integrar o módulo de Tarifação e Controle Financeiro, previsto no modelo proposto nesta pesquisa, ao projeto X-Road[11], detalhado na seção III. Com essa integração, faria a união da infraestrutura já consolidada no X-Road com a inovação apresentada neste trabalho.

Referências

- [1] Brasil: *Constituição (1988). constituição da república federativa do brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988*, 1990. 1
- [2] Brasil. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto Das Forças Armadas: *Portaria Normativa No 3.461*, 2013. 1, 6, 7
- [3] Dias Valle, P.H., L. Garcés e E.Y. Nakagawa: *A typology of architectural strategies for interoperability*. páginas 3–12, 2019. . 1, 2, 8, 9
- [4] da Silva Serapião Leal, Gabriel, Wided Guédria e Hervé Panetto: *Interoperability assessment: A systematic literature review*. *Computers in Industry*, 106:111–132, 2019, ISSN 0166-3615. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361518303476>. 2, 8, 10
- [5] *Eif - european commission, european interoperability framework - implementation strategy annex ii of to the communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, brussels, (2017)*. https://ec.europa.eu/isa2/eif_en. Accessed: 2021-09-30. 2, 8
- [6] *Interop noe, deliverable di.3: Enterprise interoperability framework and knowledge corpu*. <Http://interop-vlab.eu/interop/>. 2, 8, 10
- [7] Ferreira, Anderson, Manoel Pedro Sá e Tomás de A. T. Botelho: *Command and control interoperability middleware architecture*. 24th ICCRTS - Topico 6 Interoperability, Integration and Security, 24, 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361518303476>. 2, 14, 16
- [8] Preinerstorfer, Alexander, Maria Egly, Ivan Gojmerac, Christoph Hochwarter, Christine Schuster, Bernhard Jandl-Scherf, Harald Lernbeiss, Stephan Radner e Erich Schweighofer: *Interoperability between it systems in austrian national crisis disaster management*. Em *2018 5th International Conf on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)*, páginas 1–8, 2018. 2, 15, 16
- [9] Gojmerac, Ivan, Christoph Ruggenthaler, Maria Egly, Wolfgang Vorraber, Julia Brugger, Helmut Aschbacher, Katrin Panzenböck e Markus Christian: *Advanced information systems for enhanced civil-military interoperability in austria*. Em *2016 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)*, páginas 1–8, 2016. 2, 15, 16

- [10] Daniel Lacerda, Aline Dresch, Adriano Proença e José A V A Júnior: *Design science research: A research method to production engineering*. Gestão Produção, 2012. 3
- [11] Cavalcante, Nivando Araújo, Yuri Rodrigues Fialho, Marcelo Antônio Marotta e Edison Ishikawa: *A model to provide interoperability with monetization in operations in an interagency environment*. Em *2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, páginas 1–6, 2022. 4, 14
- [12] Brasil. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto Das Forças Armadas.: *MD33-M-12 - Operações Interagências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, página 76, 2017. 5, 6
- [13] Brasil. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto Das Forças Armadas.: *Eb20-mc-10-201 - operações em ambiente interagências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, página 118, 2013. <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/74/1/EB.20.MC.10.201.pdf>. 6
- [14] Maciel, Rita Suzana P, José Maria N David, Daniela Barreiro Claro e Regina Braga: *Full Interoperability: Challenges and Opportunities for Future Information Systems*. Special Committee on Information Systems (CE-SI), Brazilian Computer Society (SBC), 2017. 8
- [15] Fernandes, Juliana, Francisco Ferreira, Felipe Cordeiro, Valdemar Graciano Neto e Rodrigo Santos: *How can interoperability approaches impact on systems-of-information systems characteristics?* ACM International Conference Proceeding Series, 2020. 8
- [16] Ford, Thomas C, John M Colombi, Scott R Graham e David R Jacques: *Survey on interoperability measurement*. Relatório Técnico, AIR FORCE INST OF TECH WRIGHT-PATTERSON AFB OH, 2007. 8, 10
- [17] Rezaei, Reza, Thiam Kian Chiew, Sai Peck Lee e Zeinab Shams Aliee: *Interoperability evaluation models: A systematic review*. Computers in Industry, 65(1):1–23, 2014. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361513001887>. 8
- [18] Blanc-Serrier, Séverine, Yves Ducq e Bruno Vallespir: *Organisational interoperability characterisation and evaluation using enterprise modelling and graph theory*. Computers in Industry, 101:67–80, outubro 2018, ISSN 01663615. 9
- [19] W. Guédria, Y. Naudet, D. Chen: *Maturity model for enterprise interoperability, enterp. inf. syst. 9 (2015) 1–28*. 2015. 10
- [20] T. De Bruin, R. Freeze, U. Kaulkarni M. Rosemann: *Understanding the main phases of developing a maturity assessment model, b. campbell, j. underwood, d. bunker (eds.)*. Australasian Chapter of the Association for Information Systems, 2005. <https://eprints.qut.edu.au/25152/>. 10
- [21] Yahia, Esma, Alexis Aubry e Hervé Panetto: *Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems*. Computers in Industry, 63(5):443–457, 2012, ISSN 0166-3615. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361512000115>. 10

- [22] Neghab, Amir Pirayesh, Alain Etienne, Mathias Kleiner e Lionel Roucoules: *Performance evaluation of collaboration in the design process: Using interoperability measurement*. *Computers in Industry*, 72:14–26, 2015. 10
- [23] Blanc, Severine, Yves Ducq e Bruno Vallespir: *Evolution management towards interoperable supply chains using performance measurement*. *Computers in Industry*, 58(7):720–732, 2007, ISSN 0166-3615. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361507000760>, Performance Measurement Special Issue. 10
- [24] M.S. Camara, Y. Ducq, R. Dupas: *A methodology for the evaluation of interoperability improvements in inter-enterprises collaboration based on causal performance measurement models*. *Int. J. Comput. Integr. Manuf.* 27 (2014) 103–119, 2014. <http://dx.doi.org/10.1080/0951192X.2013.800235>. 10
- [25] *Lei 4.320, estatui normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da união, estados, municípios e distrito federal*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14320.htm, 1964. Accessed: 2022-07-27. 11
- [26] *Scdp - sistema de concessão de diárias e passagens*. Accessed: 2022-07-29. 12
- [27] Knöös Franzén, Ludvig, Ingo Staack, Petter Krus, Christopher Jouannet e Kristian Amadori: *A breakdown of system of systems needs using architecture frameworks, ontologies and description logic reasoning*. *Aerospace*, 8(4), 2021, ISSN 2226-4310. <https://www.mdpi.com/2226-4310/8/4/118>. 13, 16
- [28] Oliveira, Abel e Nina Figueira: *An application of command, control, computing, communication, intelligence, surveillance and reconnaissance systems in the protection of the amazon rainforest*. Em *2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, páginas 1–5, 2021. 14
- [29] *X-road global*. <https://x-road.global/>. Accessed: 2022-07-27. 15, 16
- [30] Jones, C.: *Estimating Software Costs: Bringing Realism to Estimating*. Mc Graw Hill, 2a edição edição, 2007. 45
- [31] SISP: *Roteiro de métricas de software*. <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/sisp/documentos/arquivos/roteiro-de-metricas-do-sisp-v2-3.pdf>. Accessed: 2022-07-29. 45, 46
- [32] IFPUG: *Counting Practices Manual*. Ver 4.3 edição, 2010. <https://ifpug.org/>. 45
- [33] SERPRO: *Roteiro de contagem de pontos de função e estimativas*. https://www.gov.br/pgfn/pt-br/aceso-a-informacao/tecnologia-da-informacao/Roteiro_Contagem_PF_SERPRO_%207.pdf. Accessed: 2022-07-30. 46
- [34] SERPRO: *Serviço federal de processamento de dados*. <https://www.loja.serpro.gov.br/>. Accessed: 2022-07-30. 46

Apêndice A

Dicionário de Dados

UF			
Descrição: informações das Unidades Federativas padronizadas pelo IBGE			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
uf	varchar		Sigla da UF
nome	varchar		Nome da UF
MUNICÍPIO			
Descrição: informações dos municípios padronizadas pelo IBGE			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
uf_codigo	int		Código associado à UF a qual pertence o município(FK)
nome	varchar		Nome do município
ÓRGÃO			
Descrição: órgãos militares e civis que utilizam o modelo proposto para realizar o compartilhamento de informações entre eles			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
denominacao	varchar		Denominação completa do órgão
sigla	varchar		Sigla do órgão
cnpj	varchar		CNPJ do órgão
uasg	int		Código da Unidade Administrativa de Serviços Gerais do SIASG
ug_primaria	int		Código da Unidade Gestora
poder_cs	int		Refere-se aos três poderes da União: Executivo, Legislativo e Judiciário
esfera_cs	int		É o domínio sobre o qual uma unidade administrativa exerce poder
categoria_codigo	int		Código da Categoria à qual o órgão está associado
natureza_juridica_codigo	int		Código da Natureza Jurídica à qual o órgão está associado
municipio_codigo	int	x	Código do Município ao qual o órgão está associado
endereco	varchar	x	Endereço do órgão
cep	varchar	x	CEP do órgão
telefone	varchar	x	Telefones de contato do órgão
email	varchar	x	E-mail de contato do órgão
responsavel_contato	varchar	x	Responsável do órgão para contato
url	varchar	x	Página na Internet do órgão
CATEGORIA_ORGAO			
Descrição: categorias que caracterizam uma unidade organizacional. Exemplo: Forças Armadas, Administração Geral e Assessoramento Direto ao PR.			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
descricao	varchar		Descrição da categoria
NATUREZA JURÍDICA			
Descrição: classificação da constituição jurídico institucional das entidades públicas nos cadastros da administração pública do País. Exemplo: Administração Direta			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
descricao	varchar		Descrição da Natureza Jurídica

CONTRATO			
Descrição: dados do contrato estabelecido cujo objeto é o compartilhamento de informações entre os partícipes: Órgão Requisitante e Órgão Fornecedor de dados			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	Int		Identificador
orgao_fornecedor_codig	int		Código do órgão fornecedor ao qual o contrato está associado
orgao_solicitante_codigo	int		Código do órgão solicitante ao qual o contrato está associado
data_assinatura	date		Data da assinatura do contrato pelos partícipes
data_inicio_vigencia	date		Data na qual o contrato entre em vigor
data_termino_vigencia	date		Data na qual o contrato perde a validade
contrato_ativo	varchar		Indica se o contrato está ativo (1) ou se, por algum motivo, foi cancelado (0)
informacao	varchar		Descreve as informações que serão compartilhadas no contrato estabelecido
compartilhamento_valor	Decimal		Valor pelo qual o órgão requisitante irá pagar por cada consulta realizada ao órgão fornecedor referente ao contrato em pauta
url	varchar		Endereço onde o serviço que disponibiliza as informações estará disponível no Fornecedor
ASSINATURA_RESPONSAVEL			
Descrição: dados dos responsáveis pela assinatura do contrato			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
contrato_codigo	int		Código do contrato ao qual a assinatura está associada
orgao_codigo	int		Código do órgão ao qual a assinatura está associada
cpf	varchar		CPF do responsável pela assinatura
responsavel_nome	varchar		Nome do responsável pela assinatura
responsavel_funcao	varchar	x	Função do responsável pela assinatura
responsavel_contato	varchar	x	Contato do responsável pela assinatura
CHAVE_PESQUISA			
Descrição: parâmetro pelo qual uma informação pode ser obtida a partir de um serviço disponibilizado por um Órgão Fornecedor em um contrato específico. Essa tabela é a implementação de uma lista controlada para possibilitar a todos os órgãos terem o mesmo entendimento semântico			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
nome	varchar		Nome da chave pela qual será referenciada quando da pesquisa ou na chamada da <i>url</i>
conceito	varchar		Conceito da chave de pesquisa de forma que todas as entidades que utilizarem o modelo proposto tenham o mesmo entendimento semântico desse termo

CONTRATO_CHAVE_PESQUISA			
Descrição: tabela derivada do relacionamento n-m entre as tabelas contrato e chave de pesquisa.			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
contrato_codigo	int		Código do contrato associado (FK)
chave_pesquisa_codigo	int		Código da chave de pesquisa associada (FK)
ABRANGENCIA			
Descrição: abrangência das informações compartilhadas no contrato			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
abrangencia	varchar		Identifica se a abrangência é municipal, estadual ou federal
contrato_codigo	int		Código do contrato ao qual a abrangência está associada
municipio_codigo	int	x	Código do município ao qual está associada quando a abrangência for municipal
uf_codigo	int	x	Código da UF ao qual está associada quando a abrangência for estadual

EMPENHO			
Descrição: Empenhos emitidos por um Órgão Cliente tendo como favorecido um Órgão Fornecedor referente a um Contrato celebrado entre eles com a finalidade de compartilhamento de dados			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
empenho	varchar		Identifica o empenho cadastrado no SIAFI
ano	int		Ano de emissão do empenho
modalidade_codigo	int		Modalidade do empenho (FK)
data	date		Data de emissão do empenho
data_fim	date		Data de término da validade do empenho
contrato_codigo	int		Identificação do contrato associado, onde constam os dados do órgão emitente e do órgão favorecido (FK)
valor	decimal		Valor total do empenho
valor_consumido	decimal		Valor já consumido do empenho
esfera_orçamentaria_codigo	int	x	Código da Esfera Orçamentária associada (FK)
natureza_despesa_codigo	int	x	Classificação das despesas por categoria econômica (1º dígito); grupo (2º dígito); modalidade (3º e 4º dígitos), elemento de despesa (5º e 6º dígitos); e desdobramento facultativo do elemento de despesa (7º e 8º dígitos) (FK)
fonte_recurso_codigo	int	x	Código da Fonte de Recurso associada (FK)

anulado	bool	x	Indica se o empenho foi anulado (true) ou não (false)
data_cadastro	timestamp		Data do cadastro no sistema
observacao	varchar	x	Observações adicionais
ESFERA ORÇAMENTÁRIA			
Descrição: a classificação por esfera orçamentária tem por finalidade identificar a qual orçamento a despesa pertence			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
descricao	varchar		Descrição da Esfera Orçamentária
FONTE DE RECURSO			
Descrição: identifica a origem dos recursos que estão sendo utilizados			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador de três dígitos: 1º identifica o grupo e o 2º e 3º a especificação da fonte
descricao	varchar		Descrição da Fonte de Recurso
MODALIDADE			
Descrição: modalidade de como os recursos serão aplicados			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
descricao	varchar		Descrição da Modalidade
FATURA			
Descrição: armazena os dados relacionados aos compartilhamentos de informações realizados e os respectivos valores envolvidos na transação			
Atributo	Tipo	Null	Comentário
codigo	int		Identificador
empenho_codigo	int		Código do empenho ao qual a fatura está associada. Pelo empenho é possível conhecer o contrato
data_operacao	timestamp		Data hora da realização do compartilhamento
valor	decimal		Valor a ser pago pela consulta