

Guilherme Elias Setter Bauab

**Framework para análise de escalabilidade de  
arquitetura de cloud em modelo de serviço  
SAAS através do paradigma de programação  
orientada a objeto**

São Paulo

2023

Guilherme Elias Setter Bauab

**Framework para análise de escalabilidade de arquitetura  
de cloud em modelo de serviço SAAS através do  
paradigma de programação orientada a objeto**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Engenheiro.

Universidade de São Paulo – USP

Escola Politécnica

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (PCS)

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Risco Becerra

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Bauab, Guilherme Elias Setter

Framework para análise de escalabilidade de arquitetura de cloud em modelo de serviço SAAS através do paradigma de programação orientada a objeto / G. E. S. Bauab -- São Paulo, 2023.

60 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1.Cloud 2.SAAS 3.Software 4.NIST 5.Computação I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

Guilherme Elias Setter Bauab

**Framework para análise de escalabilidade de arquitetura de cloud em modelo de serviço SAAS através do paradigma de programação orientada a objeto**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Engenheiro.

Trabalho aprovado. São Paulo, 19 de dezembro de 2023:

---

**Prof. Dr. Jorge Luis Risco Becerra**  
Orientador

---

**Professor**  
Convidado 1

---

**Professor**  
Convidado 2

São Paulo  
2023

# Resumo

A proposta central do projeto é tratar da tendência de migração de modelo de serviço de software como produto para o modelo de Software as a Service (SAAS) em cloud e seu impacto em arquiteturas de cloud. Para isso, foi desenvolvida uma proposta de framework em alto nível de abstração de análise de escalabilidade de cloud no modelo de serviço SAAS, que pode ser aplicado em qualquer empresa de cloud dentro deste modelo de serviço. O projeto utilizou como metodologia conceitos de Programação Orientada a Objeto (OOP) para modelar uma arquitetura de referência de cloud no modelo SAAS da entidade National Institute of Standards and Technology (NIST). A partir desse modelo, é possível aplicar os requisitos funcionais e não funcionais de capacidade de qualquer arquitetura de cloud no modelo SAAS e ter uma base para realização de análise de escalabilidade. Foi realizada uma análise de escalabilidade da arquitetura de cloud da empresa TOTVS utilizando o método proposto, na sequência, foram realizadas estimativas dos investimentos necessários para comportar a demanda esperada para os próximos anos. Por fim, foi realizada uma tese de investimento quantitativa pelo método de Discounted Cash Flow (DCF) da empresa TOTVS considerando os investimentos estimados para sua arquitetura de cloud, demonstrando uma aplicação real do modelo proposto.

**Palavras-chave:** Nuvem. Computação. Servidor. NIST. ERP. SAAS.

# Abstract

The central proposition of this project is to address the migration from the service model of software as a product to the model of Software as a Service (SAAS) in the cloud and its impact on cloud architectures. For this purpose, a high-level abstraction framework proposal for cloud scalability analysis in the SAAS service model was developed, which can be applied to any cloud company within the SAAS service model. The project utilized Object-Oriented Programming (OOP) concepts as a methodology to model a reference cloud architecture in the SAAS model of the National Institute of Standards and Technology (NIST). From this model, it is possible to apply the functional and non-functional capacity requirements of any cloud architecture in the SAAS model and have a basis for scalability analysis. A scalability analysis of the cloud architecture of the ERP software provider TOTVS was carried out using the proposed method, followed by estimates of the investments necessary to accommodate the expected demand for the coming years. Finally, a quantitative investment thesis was conducted using the Discounted Cash Flow (DCF) method for the company TOTVS, taking into account the estimated investments for its cloud architecture, in order to demonstrate a real application of the proposed model.

**Keywords:** Cloud. Computing. NIST. ERP. SAAS.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Taxonomia de referência NIST . . . . .	16
Figura 2 – Atividades do provedor de cloud NIST . . . . .	17
Figura 3 – Resumo das atividades e segmentos de arquitetura de referência NIST .	18
Figura 4 – Operação de public cloud . . . . .	18
Figura 5 – Operação de private cloud (outsourced) . . . . .	19
Figura 6 – Operação de private cloud (on-site) . . . . .	19
Figura 7 – Operação de community cloud (outsourced) . . . . .	20
Figura 8 – Operação de hybrid cloud . . . . .	20
Figura 9 – Modelo de três camadas de service orchestration na arquitetura de referência . . . . .	21
Figura 10 – Resumo das atividades e segmentos de arquitetura de referência NIST .	27
Figura 11 – Modelo de três camadas de service orchestration na arquitetura de referência . . . . .	28
Figura 12 – Diagrama de classes do segmento de service orchestration conforme a arquitetura de referência . . . . .	29
Figura 13 – Diagrama de classe da atividade Service Deployment . . . . .	32
Figura 14 – Ilustração dos componentes da atividade de cloud service management	33
Figura 15 – Diagrama de classe da atividade Cloud Services Management . . . . .	34
Figura 16 – Diagrama de classe da atividade Security . . . . .	35
Figura 17 – Diagrama de classe da atividade Privacy . . . . .	36
Figura 18 – Percentual de cada modelo de serviço nas aplicações de software ERP de acordo com (ABES, 2023) . . . . .	38
Figura 19 – Tabela de análise de escalabilidade do componente service layer . . . . .	39
Figura 20 – Tabela de análise de escalabilidade do componente scheduler . . . . .	39
Figura 21 – Tabela de análise de escalabilidade do componente hyperscaler . . . . .	39
Figura 22 – Tabela de análise de escalabilidade do componente VM . . . . .	39
Figura 23 – Tabela de análise de escalabilidade do componente physical resources .	39
Figura 24 – Tabela resumida dos gargalos de service orchestration . . . . .	40
Figura 25 – Diagrama relacional dos componentes do modelo econômico-financeiro .	45
Figura 26 – Página Company Information do modelo . . . . .	46
Figura 27 – Página Revenue Breakdown, agrupamento Gestão, estimativa de ARR	47
Figura 28 – Página Revenue Breakdown, agrupamento Gestão, conversão de ARR em receita . . . . .	47
Figura 29 – Página Modelos Individuais, agrupamento gestão . . . . .	48
Figura 30 – Página Modelos Consolidado, agrupamento P&L . . . . .	49
Figura 31 – Página Modelos Consolidado, agrupamento Balanço Patrimonial . . . . .	50

Figura 32 – Página modelo consolidado, agrupamento do cálculo do fluxo de caixa pelos dois métodos (Fluxo de caixa livre para o equity e fluxo de caixa livre para a firma). . . . .	52
Figura 33 – Página Valuation . . . . .	53
Figura 34 – Gráfico da TOTVS com adoção de ERP no Brasil e na OCDE . . . . .	54
Figura 35 – Gráfico do JPM e Gartner estimando crescimento de receita de ERP como percentual do PIB . . . . .	55
Figura 36 – Gráfico do JPM e Gartner mostrando adesão de ERP no Brasil como percentual do PIB comparado com outros países . . . . .	55
Figura 37 – Fluxo de caixa de output da tese de investimento com as premissas propostas . . . . .	57

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Definição resumida dos atores na arquitetura NIST . . . . .	16
Tabela 2 – Definição proposta para conceitos de programação orientada a objeto como framework de análise para arquitetura de cloud . . . . .	25
Tabela 3 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe service orchestration . .	29
Tabela 4 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe service layer . . . . .	30
Tabela 5 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe resource abstraction . .	30
Tabela 6 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe scheduler . . . . .	30
Tabela 7 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe hyperscaler . . . . .	30
Tabela 8 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe VM . . . . .	31
Tabela 9 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe Physical Resources . .	31

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Motivação</b>	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivo</b>	<b>12</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>13</b>
<b>1.4</b>	<b>Organização do Trabalho</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>ASPECTOS CONCEITUAIS</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Metodologia e especificação</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Projeto e Implementação</b>	<b>23</b>
3.2.1	Modelo proposto para analisar uma arquitetura de cloud SAAS	23
3.2.2	Aplicação do modelo de classe proposto na arquitetura de cloud TOTVS	36
3.2.3	Estimativa de impactos financeiros do aumento de escala na arquitetura de cloud TOTVS	40
3.2.4	Modelo de engenharia econômico-financeira para cálculo do DCF	42
3.2.5	Tese de Investimento	56
<b>3.3</b>	<b>Tecnologias Utilizadas</b>	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>58</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusões do Projeto de Formatura</b>	<b>58</b>
<b>4.2</b>	<b>Contribuições</b>	<b>58</b>
<b>4.3</b>	<b>Perspectivas de Continuidade</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>60</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Motivação

Um dos grandes desafios da humanidade desde que organizada em sociedade é a alocação ótima e eficiente de recursos. Realizar a alocação de recursos de maneira ótima e eficiente é extremamente importante por possibilitar que a sociedade se desenvolva maximizando fatores positivos e desejáveis como crescimento sustentável, qualidade de vida e criação de valor; enquanto minimiza fatores indesejáveis como desperdícios, pobreza e desigualdade.

Na sociedade atual, a alocação de recursos é realizada de diversas formas. Uma das principais formas é o mercado de capitais, que possibilita que qualquer entidade, seja ela uma pessoa física, fundo de investimento ou governo, aloque recursos em diversas empresas distintas, que juntas compõem uma importante malha corporativa que abrange diversos setores e regiões no país.

Para os recursos serem alocados de maneira eficiente no mercado de capitais, existe um conceito essencial chamado de "valuation". Valuation é a atribuição de valor a um ativo, seja este uma empresa (no caso de mercado de capitais), um produto, um serviço ou qualquer outro bem ou direito. Este conceito é parte essencial do mecanismo que tenta garantir uma alocação ótima e eficiente de recursos na bolsa de valores, por ser através dele que se determina o valor de um ativo e, conseqüentemente, permite realizar análises de investimentos em ativos de forma a maximizar a geração de valor, métrica que, em teoria, é correlacionada à alocação ótima e eficiente de recursos.

O desafio deste sistema está na realização correta do valuation de um ativo por ser um processo complexo, que pode ser realizado de diversas maneiras diferentes e depende de inúmeras variáveis que podem estar incorretas. Existem inúmeras maneiras de realizar o valuation de um ativo de forma que dois analistas diferentes podem, racionalmente, escolher duas metodologias distintas e apropriadas para a aplicação e mesmo assim chegarem em conclusões significativamente diferentes. Além disso, a análise depende frequentemente de diversas variáveis, como estimativas macroeconômicas, projeções setoriais, projeções de desempenho operacional e projeções de estratégia; todos esses fatores podem afetar significativamente o resultado da análise de valuation caso estejam incorretos.

Dessa forma, é evidente que para que a análise de valuation de uma empresa seja realizada de maneira a minimizar o erro no resultado, é essencial que o analista tenha profundo conhecimento do ativo sob análise, incluindo, evidentemente, conhecimento adequado sobre o conjunto de produtos ou serviços ofertados pela empresa, o qual é uma

das partes mais importantes de seu modelo de negócio e conseqüentemente do ativo em si.

Em grande parte das empresas, os produtos ou serviços oferecidos são relativamente simples e sua análise pode ser realizada sem dificuldades por um analista sem formação específica após uma breve pesquisa ou estudo. Um exemplo de empresa desse tipo é a Ambev, que possui um leque de produtos de consumo alimentício, envolvendo principalmente bebidas, que é fácil de compreender e, portanto, fácil de ser considerado corretamente na análise de valuation. Algumas empresas, no entanto, possuem modelos de negócio complexos envolvendo produtos e serviços que nem sempre são triviais de serem adequadamente compreendidos e analisados por analistas despreparados. Um exemplo disso é a empresa foco deste projeto: a TOTVS. O modelo de negócio da TOTVS é focado na produção e distribuição de tecnologias, principalmente software.

O mercado de capitais, de maneira geral, possui uma quantidade pequena de analistas de valuation com formação relacionada a tecnologia. Por conta disso, há uma falta de profissionais capazes de, adequadamente, analisar os produtos e serviços de empresas de tecnologia como a TOTVS. Como resultado da falta de qualificação, na maioria dos casos, a análise de valuation de empresas como a TOTVS não passam por análise adequada de produtos e serviços, pois essa análise é feita de maneira muito simplificada ou simplesmente não é feita. Como os produtos e serviços da empresa são essenciais para seu modelo de negócio, a ausência dessa análise adequada aumenta significativamente a margem de erro da análise de valuation, que, por sua vez, abre margem para alocações de capital que podem não ser ótimas nem eficientes.

Assim como existe uma falta de profissionais no mercado financeiro com conhecimento e ferramentas de engenharia de computação capazes de realizar a análise de arquitetura de software necessária para observar os impactos na tese de investimento, também existe uma falta de literatura acadêmica que ajude a solucionar esse problema. Existe material na literatura relacionado ao tema, porém não ataca diretamente o problema em questão. O exemplo mais próximo deste tema é o ([VASKA MAURIZIO MASSARO; MAS, 2021](#)). O documento em questão é uma revisão estruturada da literatura com o objetivo de analisar o desenvolvimento do campo de transformação digital e entender o impacto das tecnologias relacionadas no conceito de business model innovation (BMI). A conclusão do estudo é que o processo de transformação digital impacta geração e captura de valor em quase todas as indústrias, destacando que o campo de transformação digital ainda está em desenvolvimento e existe uma necessidade de pesquisa na área, especialmente em mercados em desenvolvimento. A conclusão desse estudo contribui com o desenvolvimento do tema e confirma a necessidade de mais estudos relacionados, porém não trata diretamente o foco deste estudo, pois não referencia o impacto específico de uma tendência tecnológica em uma empresa de tecnologia, nem seu respectivo impacto na tese de investimento desta empresa.

A estrutura interna de uma empresa de software é composta de arquiteturas e infraestruturas complexas, cuja compreensão não é trivial para analistas sem a base de conhecimento adequado no campo de engenharia de computação. O impacto de tendências tecnológicas transformativas na estrutura interna de uma empresa de software também não é trivial, embora possa ser extremamente significativa para a atuação, competitividade e saúde financeira da empresa. Este trabalho se propõe a analisar o impacto da tendência tecnológica de transformação do modelo de serviço on-premise para o modelo de serviço SAAS em cloud, dentro do universo de software ERP. A literatura possui estudos relacionados ao tema, porém que, assim como no tópico anterior, não tratam diretamente do problema proposto. O exemplar mais significativo é o (NIST, 2011), que aborda a necessidade de um entendimento padronizado de conceitos, estruturas e operações relacionadas a cloud computing através de um framework que permite entender e categorizar componentes e serviços de computação cloud e servir de uma referência técnica para a arquitetura em diferentes modelos de serviço. O documento NIST não ataca o tema proposto diretamente, porém serve de uma base fundamental para a elaboração desse estudo, a partir de sua referência técnica de arquitetura para o modelo de serviço SAAS. Outro estudo relacionado é o (MARSTON et al., 2011), que trata da evolução de cloud computing ao longo dos últimos anos e seu impacto em modelos de negócio da indústria de cloud computing, identificando dificuldades relevantes para consumidores, provedores e entidades governamentais; porém não trata especificamente do tema proposto nesse relatório. Por último, o estudo (ZHANG, 2020) trata das diferenças entre integrações de software on-premise e cloud-based do ponto de vista do cliente e; embora também seja relevante para esse estudo em questão, não referencia diretamente o problema proposto neste estudo.

A motivação deste projeto é utilizar os conhecimentos, ferramentas e metodologias adquiridas ao longo do curso de engenharia de computação para analisar os impactos da transição do modelo de serviço on-premise para cloud SAAS em uma empresa de ERP (TOTVS). Na sequência, sob a ótica dessa análise, este projeto propõe realizar uma tese de investimento dessa empresa considerando os impactos operacionais, econômicos e financeiros desta transição tecnológica.

## 1.2 Objetivo

O objetivo do projeto é criar um modelo em alto nível de abstração de análise de escalabilidade de cloud no modelo de serviço de Software as a Service (SAAS) que possa ser aplicado em uma arquitetura genérica de cloud. Esse modelo é baseado na arquitetura de referência para cloud (NIST, 2011) e será modelado a partir do paradigma de Programação Orientada a Objeto (OOP) considerando a aplicação de conceitos como classes, relacionamentos, métodos e atributos aplicados na realidade de uma arquitetura de cloud. Na sequência, este modelo desenvolvido será aplicado para realizar uma análise

de escalabilidade de cloud para a empresa TOTVS, cujo modelo de negócio principal é um software de ERP. Esta análise de escalabilidade de cloud, por sua vez, será utilizada para estimar os investimentos necessários para que a empresa consiga atender a demanda crescente de software de ERP no modelo de serviço SAAS através da cloud. Por fim, será realizada uma tese de investimento quantitativa da empresa TOTVS por meio da metodologia de Discounted Cash Flow (DCF), realizada por meio de um modelo econômico-financeiro. Esse modelo recebe como inputs os impactos financeiros estimados para os investimentos na arquitetura de cloud e uma lista de premissas operacionais adicionais e fornece como output o cálculo do valuation da empresa através da metodologia de DCF. O modelo econômico-financeiro foi desenvolvido utilizando a ferramenta Excel e a linguagem de programação VBA e aplicou os conceitos de modelagem financeira do livro de referência (KOLLER; WESSELS, 2010). Esse modelo é composto de 5 componentes principais, que estão divididos na estrutura de páginas do Excel: dados históricos consolidados da empresa, estimativa de receita, modelos individuais de cada unidade de negócio, modelo consolidado de demonstrativos financeiros e cálculo do valuation.

### 1.3 Justificativa

A transição do modelo de software on-premise para o modelo de software as a service (SAAS) é uma transformação muito significativa no cenário de empresas de tecnologia. Primeiramente, essa transição representa uma mudança econômica para o setor, que passa a ter uma estrutura de precificação mais flexível e previsível, baseada em assinatura, ao invés de custos iniciais elevados com licenças e infraestrutura local. Em segundo lugar, essa transformação exige uma mudança significativa operacional, em termos de infraestrutura e em termos de arquitetura de cloud. Dados de entidades representativas do setor, como o (ABES, 2023), mostram a rápida adesão das soluções no modelo SAAS contra as soluções no modelo tradicional on-premise para as aplicações de ERP. Segundo o relatório, em 2017, apenas 8% das aplicações de ERP no país pertenciam ao modelo SAAS em cloud, já em 2022 esse número passou para 31%. Relatórios setoriais de consultorias tecnológicas como McKinsey, Deloitte e Gartner indicam que essa tendência de ganho de mercado de soluções no modelo SAAS para cloud deve continuar ao longo dos próximos anos. Como as evidências provindas de entidades confiáveis do setor indicam que a demanda por soluções de software ERP no modelo de cloud deve ser crescente ao longo dos próximos anos, é esperado que as empresas produtoras de software ERP terão um volume crescente de clientes no modelo cloud. Assim, o modelo de análise proposto neste projeto tem o objetivo de analisar os impactos operacionais e de infraestrutura na arquitetura de cloud no modelo SAAS com a escalabilidade de demanda de clientes por meio de um framework que pode ser aplicado em uma arquitetura genérica de cloud. A solução proposta é um framework que permite que empresas e investidores tenham um método em alto nível de abstração

para basear sua análise de escalabilidade e assim consigam compreender adequadamente os impactos dessa tendência.

## 1.4 Organização do Trabalho

O projeto é composto de 4 capítulos: Introdução, Aspectos Conceituais, Desenvolvimento do Trabalho e Considerações finais. O primeiro capítulo é composto de motivação, objetivo, justificativa e organização do trabalho e tem como objetivo apresentar o tema do projeto acerca da análise de escalabilidade de uma arquitetura de cloud, justificar sua importância, definir os objetivos de desenvolver uma metodologia de análise de escalabilidade de uma arquitetura de cloud em alto nível de abstração e apresentar a estrutura do trabalho. O segundo capítulo de aspectos conceituais apresenta a base teórica que suporta o projeto, destacando-se a arquitetura de referência para cloud (NIST, 2011), as definições e conceitos de Programação Orientada a Objeto (OOP) do livro de referência (WEISFELD, 2013) e a metodologia de valuation para elaboração do modelo econômico-financeiro a partir do livro da entidade McKinsey (KOLLER; WESSELS, 2010). O terceiro capítulo de desenvolvimento do trabalho apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo de análise de escalabilidade de cloud, o desenvolvimento de um diagrama de classes conceitual aplicando os conceitos de teoria de classes para representar a arquitetura de referência NIST, a aplicação desse modelo desenvolvido na arquitetura de cloud da TOTVS, a estimativa dos impactos financeiros dessa análise de escalabilidade, o desenvolvimento do modelo econômico-financeiro para cálculo do valuation e o resultado dessa tese considerando todos os fatores anteriores. O quarto capítulo de considerações finais apresenta as conclusões sobre a metodologia de análise de escalabilidade de software desenvolvida, as contribuições para o universo de arquitetura de cloud e as perspectivas de continuidade desse projeto relacionadas principalmente à extensão de seu escopo.

## 2 Aspectos Conceituais

Para basear o modelo de classes da arquitetura de cloud, será usada como arquitetura de referência a arquitetura de cloud descrita no documento (NIST, 2011) da organização National Institute of Standards and Technology (NIST), pertencente ao departamento de comércio dos Estados Unidos. O documento aborda a necessidade de um entendimento padronizado de conceitos, estruturas e operações relacionadas a cloud computing. Sua proposta é permitir uma identificação e categorização de elementos de cloud computing, suas funcionalidades e responsabilidades e as interações entre diferentes atores no ecossistema de computação em cloud. Mais especificamente, o documento foca em clarificar os papéis e responsabilidades dos agentes de cloud (como consumidores, provedores, brokers, auditores e carriers) e os componentes e estrutura da arquitetura de computação em cloud, permitindo um entendimento estruturado e padronizado dessa cadeia de serviços.

O objetivo principal do documento é estabelecer um framework compreensivo para entender e categorizar componentes e serviços de computação cloud e servir de uma referência técnica para a arquitetura em diferentes modelos de serviço; para estabelecer um ambiente em que seja possível discutir e comparar ofertas de cloud. O documento é vendor-neutral, ou seja, oferece uma referência que independe do provedor de computação em cloud.

A metodologia empregada neste documento de referência foi um processo iterativo, envolvendo um conjunto amplo de integrantes da cadeia de serviços de cloud, incluindo especialistas da indústria, acadêmicos e empresas privadas e públicas. Essa abordagem colaborativa envolveu pesquisas e análises de modelos existentes de computação em cloud e feedback de envolvidos para refinamento do modelo. O resultado é um modelo conceitual em alto nível de abstração, com descrições técnicas dos componentes da arquitetura de cloud e uma taxonomia que categoriza e relaciona os atores envolvidos na cadeia de serviços de computação em cloud.

A taxonomia de referência apresentada pelo relatório está ilustrada na Figura 1 logo abaixo. Essa taxonomia divide o ecossistema de cloud em cinco atores: “Cloud Service Provider”, “Cloud Service Consumer”, “Cloud Carriers”, “Cloud Broker” e “Cloud Auditor”.

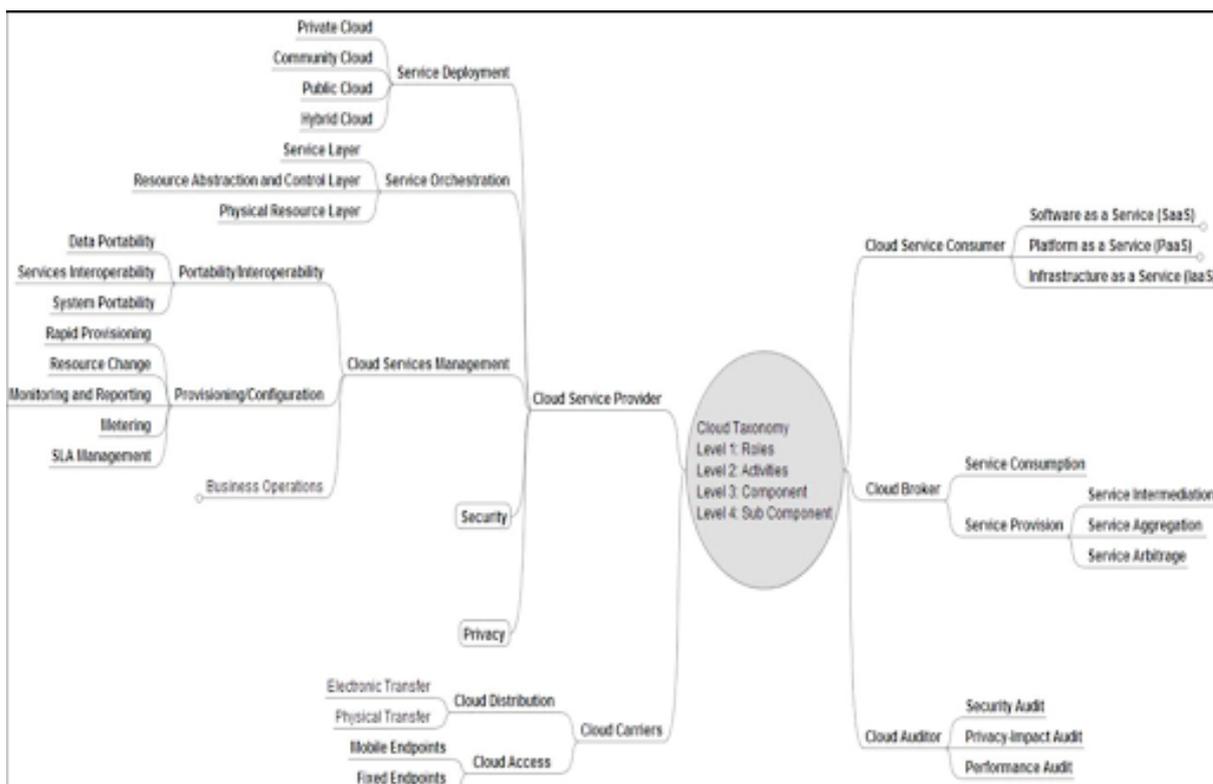


Figura 1 – Taxonomia de referência NIST

A definição resumida dos componentes embasados no documento de referência se encontra na tabela abaixo:

Ator	Definição
Cloud consumer	A person or organization that maintains a business relationship with, and uses service from, Cloud Providers
Cloud provider	A person, organization, or entity responsible for making a service available to interested parties
Cloud auditor	A party that can conduct independent assessment of cloud services, information system operations, performance and security of the cloud implementation
Cloud broker	An entity that manages the use, performance and delivery of cloud services, and negotiates relationships between Cloud Providers and Cloud Consumers
Cloud carrier	An intermediary that provides connectivity and transport of cloud services from Cloud Providers to Cloud Consumers

Tabela 1 – Definição resumida dos atores na arquitetura NIST

O foco deste projeto está no ator “Cloud Provider”, que é a entidade na qual o framework de análise de escalabilidade será aplicado. Adicionalmente, o foco da análise

está no modelo de serviço de SAAS para computação em cloud, então também convém apresentar a definição do documento de referência NIST para “Cloud Provider” no modelo SAAS: “For Software as a Service, the cloud provider deploys, configures, maintains and updates the operation of the software applications on a cloud infrastructure so that the services are provisioned at the expected service levels to cloud consumers. The provider of SaaS assumes most of the responsibilities in managing and controlling the applications and the infrastructure, while the cloud consumers have limited administrative control of the applications.”.

A arquitetura de referência divide a entidade “Cloud Provider” em cinco atividades principais, “Service Deployment”, “Service Orchestration”, “Cloud Services Management”, “Security” e “Privacy”, como ilustrado abaixo na Figura 2. A imagem 3 demonstra a divisão de atividades na arquitetura de referência assim como os segmentos que compõem essas atividades.

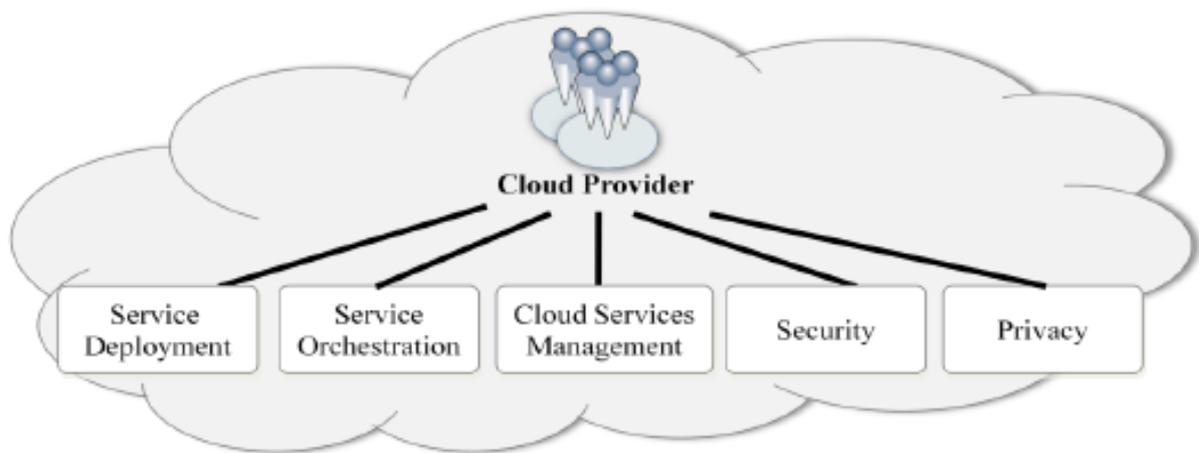


Figura 2 – Atividades do provedor de cloud NIST

Atividade	Segmento
Service deployment	Resource exclusivity
	Host source
Service orchestration	Service layer
	Resource abstraction and control layer
	Physical resource layer
Cloud services management	Portability/Interoperability
	Provisioning/Configuration
	Business operations
Security	Cloud service model perspectives
	Implications of cloud deployment models
	Shared security responsibilities
Privacy	-

Figura 3 – Resumo das atividades e segmentos de arquitetura de referência NIST

A definição NIST para service deployment considera dois parâmetros principais, o nível de exclusividade dos recursos e o local de hosting. A arquitetura considera que nível de exclusividade dos recursos pode ser operado de 4 formas distintas, sendo elas: public cloud, private cloud, community cloud ou hybrid cloud. A organização de cada uma dessas formas de operação está ilustrada nas figuras de 4 a 8 a seguir. A arquitetura também considera que o local de hosting pode existir de duas formas distintas, estando no local do próprio usuário ou no local da empresa provedora de cloud.

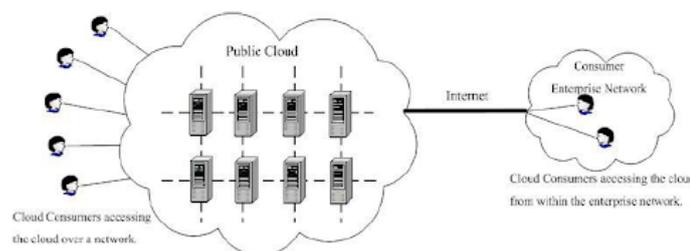


Figura 4 – Operação de public cloud

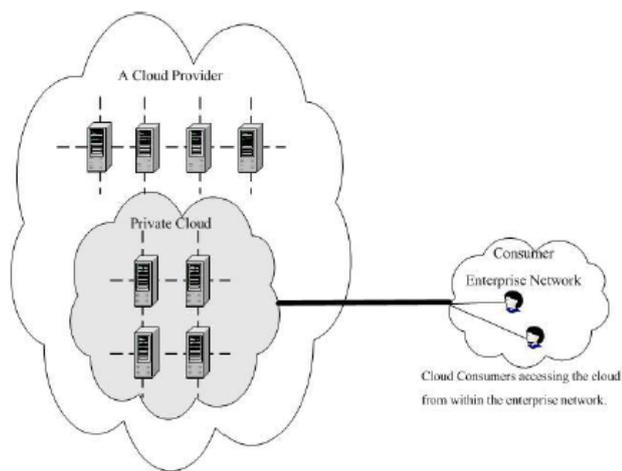


Figura 5 – Operação de private cloud (outsourced)

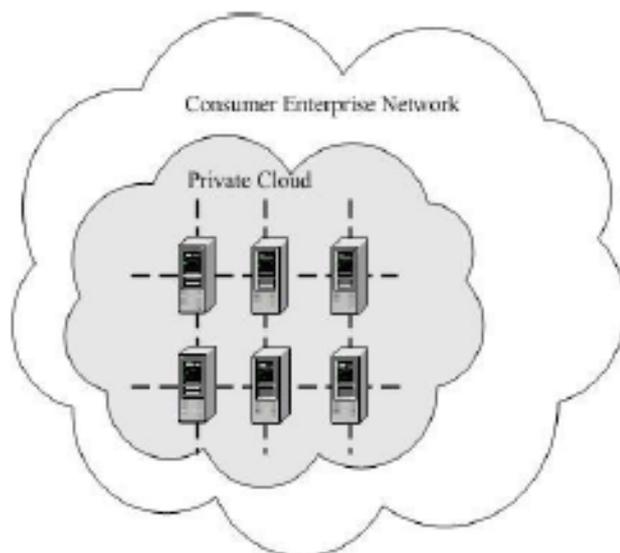


Figura 6 – Operação de private cloud (on-site)

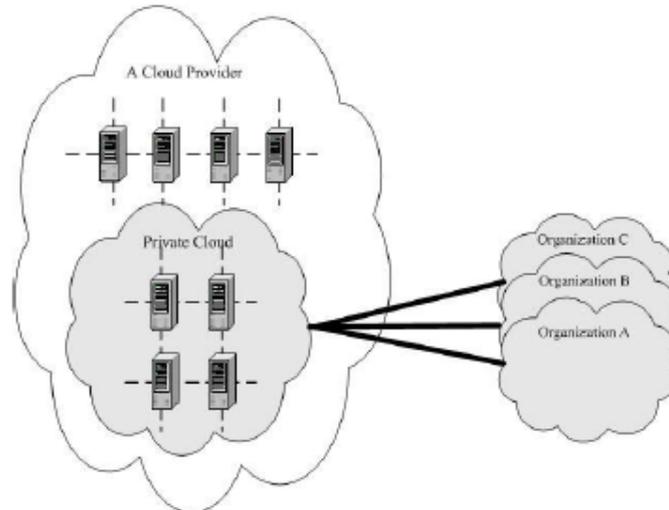


Figura 7 – Operação de community cloud (outsourced)

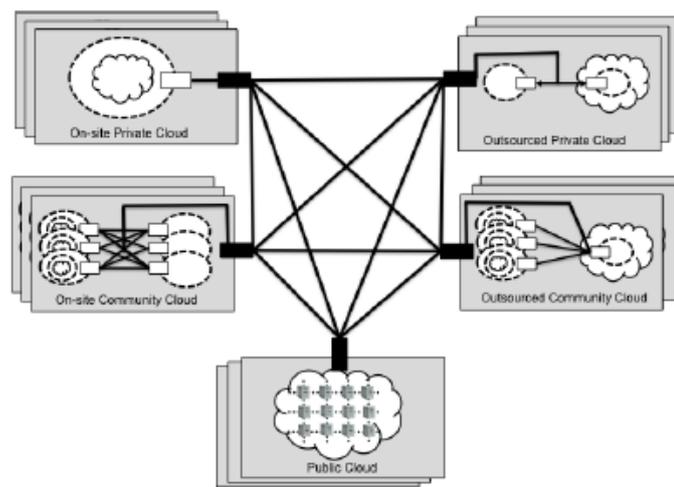


Figura 8 – Operação de hybrid cloud

A definição da arquitetura de referência NIST para service orchestration é a composição dos componentes do sistema para suportar as atividades dos provedores de cloud em arranjar, coordenar e gerenciar os recursos computacionais para prover os serviços de cloud para os consumidores de cloud. A arquitetura divide essa atividade em 3 segmentos, service layer, resource abstraction and control layer e physical resource layer, como ilustrado na imagem 9 abaixo.

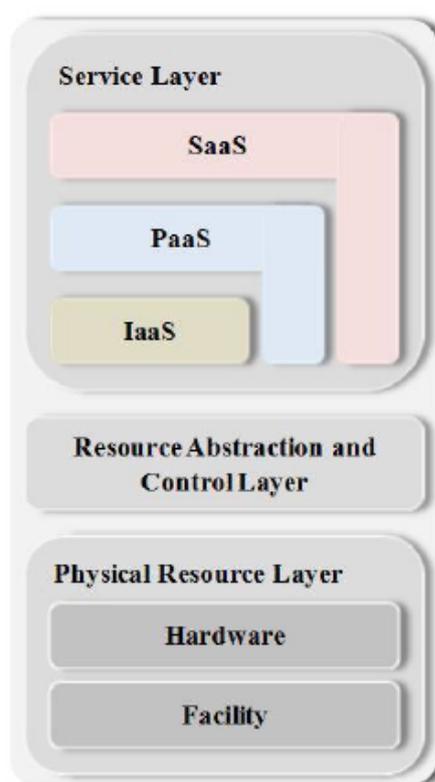


Figura 9 – Modelo de três camadas de service orchestration na arquitetura de referência

A definição da arquitetura de referência NIST para cloud services management é composta de portabilidade, interoperabilidade, provisão, configuração e operações de negócio. Portabilidade se referem à capacidade da plataforma de mover dados, aplicações ou se comunicar por meio de diferentes provedores de cloud e interoperabilidade se refere à capacidade de fazer isso através de uma central de controle unificada. Provisão e configuração se refere à capacidade de automaticamente liberar, configurar e monitorar recursos de cloud. Operações de negócio consistem em operações auxiliares ao serviço primário de uma operação de cloud, envolvendo responsabilidades como atendimento ao cliente, contabilidade e auditoria.

A definição da arquitetura de referência para segurança e privacidade consiste em um conjunto de deveres e garantias mútuos entre provedor e cliente de cloud para assegurar segurança e privacidade nos procedimentos operacionais de cloud.

A metodologia do projeto envolve o uso de conceitos de Programação Orientada a Objeto (OOP). A fonte conceitual primária para os conceitos e diagramas envolvidos veio do livro (WEISFELD, 2013). O livro apresenta os conceitos fundamentais da orientação a objetos, um paradigma de programação que representa o mundo real por meio de objetos que interagem entre si. O livro aborda os conceitos de abstração, encapsulamento, herança e polimorfismo, bem como as técnicas de análise, projeto e implementação de sistemas orientados a objetos.

O modelo econômico-financeiro, por sua vez, é construído utilizando a metodologia de valuation de Discounted Cash Flow (DCF) a partir da base conceitual do livro (KOLLER; WESSELS, 2010) da instituição McKinsey & Company. O livro é uma obra de referência sobre avaliação e valuation de empresas, sendo reconhecido como um dos principais recursos no campo da avaliação financeira. O livro apresenta uma abordagem sistemática na avaliação do valor das empresas, integrando teoria financeira com práticas de gestão e casos reais. Aborda conceitos importantes para a análise econômico-financeira realizada como fluxo de caixa descontado (DCF), custo de capital, e valor econômico agregado (EVA).

## 3 Desenvolvimento do Trabalho

### 3.1 Metodologia e especificação

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do framework de análise em alto nível de abstração de uma arquitetura de cloud consiste em uma modelagem de uma classe correspondente à arquitetura de referência utilizando os conceitos de Programação Orientada a Objeto (OOP). Essa classe corresponde a uma arquitetura genérica de cloud representando todos os componentes da arquitetura e permitindo uma visualização de suas relações, requisitos funcionais e requisitos não funcionais focados em capacidade. Esse modelo de classe proposto pode ser aplicado para analisar a escalabilidade de qualquer arquitetura de cloud no modelo SAAS através da correspondência entre os requisitos funcionais e não funcionais da arquitetura e os campos equivalentes na estrutura de classes.

A metodologia utilizada para o cálculo do valuation da empresa será o Discounted Cash Flow (DCF), que é um método que consiste em calcular o valor da empresa a partir da soma dos fluxos de caixa futuros gerados pela empresa após serem descontados a valor presente em uma taxa calculada de desconto. Para estimar esse fluxo de caixa futuro da empresa, foi desenvolvido um modelo econômico-financeiro que projeta os demonstrativos financeiros do resultado do exercício (DRE), Balanço Patrimonial (BP) e Fluxo de Caixa Livre (FCF) da empresa conforme os conceitos e diretrizes no livro de referência ([KOLLER; WESSELS, 2010](#)) da instituição McKinsey & Company.

### 3.2 Projeto e Implementação

#### 3.2.1 Modelo proposto para analisar uma arquitetura de cloud SAAS

A proposta deste modelo é ser um framework de análise que possibilite uma abordagem descritiva estruturada da arquitetura de cloud no modelo de serviço de SAAS e, a partir dessa abordagem, realizar uma análise da escalabilidade dessa arquitetura para um volume maior de usuários. Para isso é necessária uma arquitetura de referência para cloud no modelo de serviço de SAAS. Neste projeto foi utilizado o relatório ([NIST, 2011](#)) da organização National Institute of Standards and Technology (NIST), cujo conteúdo foi elaborado em detalhes no Capítulo 2. Para o modelo atender o alto nível de abstração proposto neste projeto, será utilizada uma metodologia descritiva e relacional baseada nos conceitos de programação orientada a objeto, de forma que os componentes da arquitetura de cloud serão encapsulados de forma similar ao conceito de um objeto, apresentando métodos relacionados a suas funcionalidades (requisitos funcionais) e atributos relacionados

a requisitos não funcionais e propriedades de infraestrutura.

### Metodologia de análise baseada nos conceitos de classe e objeto de programação orientada a objeto

Com o objetivo de analisar a capacidade para escalabilidade de demanda em uma solução de cloud, será empregado um método baseado no paradigma de programação orientada a objeto. A definição de programação orientada a objeto pelo Dr. Alan Kay (cientista da computação americano conhecido pelo pioneirismo no conceito de programação orientada a objeto) consiste em “um paradigma de programação baseado no conceito de objetos”, que podem conter dados e códigos; dados na forma de campos (também conhecidos como atributos ou propriedades) e código na forma de procedimentos (também conhecidos como métodos). Dentro da lógica de programação orientada a objetos, os programas de computador são compostos de objetos que interagem entre si. Um conceito comum em linguagens de programação orientada a objetos é o conceito de classes, que consiste em considerar objetos como instâncias de classes, que servem como um template de código para criação de objetos.

O modelo proposto de análise de uma arquitetura de cloud é baseado nos conceitos de programação orientada a objetos e possui sua própria definição para esses conceitos com significado similar ao empregado na lógica de programação, porém adaptado à arquitetura de computação em cloud. Assim, a tabela 2 abaixo descreve o modelo proposto.

Conceito	Definição em OOP	Definição proposta para arquitetura em cloud
Classe	Uma classe é um template dentro de um código que permite a criação de objetos, permitindo valores iniciais para estados (atributos) e implementações de funcionalidades (métodos), de acordo com (WEISFELD, 2013).	Uma classe é um template conceitual de um componente baseado na arquitetura de cloud de referência, possuindo métodos representando seus requisitos funcionais e atributos representando seus requisitos não funcionais relacionados a capacidade.
Objeto	Instâncias de classes.	Instâncias de classes. Como exemplo, uma classe sob essa definição é um template conceitual de um segmento de arquitetura de cloud que pode ser “Service Orchestration”, enquanto um objeto seria a instância específica de implementação de service orchestration na empresa TOTVS.
Atributos	Especificação que define uma propriedade de um objeto.	Especificação que define requisitos não funcionais relacionados a capacidade de um componente da arquitetura de cloud.
Métodos	Procedimentos associados a um objeto	Requisitos funcionais de um objeto de arquitetura em cloud
Abstração	Padrão de desenvolvimento em que dados são visíveis apenas para funções relacionadas semanticamente	Padrão de visualização da arquitetura com o princípio de esconder detalhes da implementação e focar a análise nas propriedades e atributos de cada objeto.
Encapsulamento	Conceito de evitar que códigos externos tenham acesso ao funcionamento interno dos objetos.	Padrão de visualização da arquitetura que evita detalhamento dos componentes de cada objeto.
Relacionamento	Conceito de relacionamento entre classes normalmente baseado nos princípios composicional ou hierárquico.	Conceito de relacionamento entre classes. Baseado no princípio composicional, ou seja, uma classe pode ser composta de outras classes (relação “has-a”).

Tabela 2 – Definição proposta para conceitos de programação orientada a objeto como framework de análise para arquitetura de cloud

A metodologia proposta para análise de escalabilidade de uma arquitetura de cloud será, a partir das definições propostas na tabela anterior, criar um modelo de classes baseado na arquitetura de referência NIST e, a partir desse modelo de classes, deve ser possível criar instâncias de objetos representando qualquer implementação específica de

arquitetura de cloud no modelo SAAS conforme a referência. A metodologia proposta para criação deste modelo de classes baseado na arquitetura de referência é similar ao processo de idealização de uma estrutura de classes sob o paradigma de OOP. Primeiramente, são listados todos os componentes que compõem o segmento de arquitetura sob análise, mantendo a visualização do sistema em um alto nível de abstração. Em seguida, são listados os requisitos funcionais de cada um desses componentes, com foco em manter um nível alto de abstração, ou seja, deve-se representar o requisito funcional evitando entrar em detalhamentos técnicos desnecessários. Na sequência, deve-se listar os relacionamentos entre os componentes e identificar a natureza da relação como inter-classes ou intra-classes e a subclassificação respectiva, como hierárquica ou composicional no caso de uma relação inter-classes. Deve-se, na sequência, listar os requisitos não funcionais de capacidade de cada um desses componentes, certificando que todos os requisitos funcionais e relacionamentos listados anteriormente sejam considerados nessa elaboração de requisitos não funcionais. A partir das etapas anteriores, a metodologia proposta consiste em elaborar um diagrama similar ao diagrama de classes de OOP, porém adaptando os conceitos para o universo de arquitetura de cloud, conforme a tabela proposta 2. Assim, o diagrama deve ser feito considerando cada componente de arquitetura como uma classe, de forma que os requisitos funcionais dessa classe são representados no diagrama como métodos, os requisitos não funcionais de capacidade dessa classe são representados no diagrama como atributos e os relacionamentos e sua natureza entre as classes é representada segundo os princípios de OOP. Através dessa metodologia, é possível obter uma representação de uma arquitetura de cloud estruturada que permite visualizar e comparar os limites de escalabilidade de cada componente. A partir dessa representação, é possível traçar comparações, para cada componente, entre os requisitos não funcionais de capacidade atual, a capacidade média vigente de uso e uma capacidade de demanda que será usada como base de comparação para a análise de escalabilidade. Através da comparação entre esses três parâmetros para cada componente, é possível visualizar onde estão os gargalos de escalabilidade da arquitetura para a capacidade de demanda de comparação e quanto distante a capacidade da arquitetura atual está do uso médio em vigência.

### Modelo de classes proposto para a arquitetura de referência NIST

O modelo de classes proposto é baseado na arquitetura de referência NIST, referente ao ator “Cloud Provider”, mais especificamente no modelo de serviço SAAS. O modelo de classes proposto é uma estrutura genérica baseada em uma implementação “vendor-neutral” da arquitetura de referência que deve ser adequada para representar implementações existentes. No entanto, a estrutura de classes proposta é uma simplificação em alto nível de abstração e, portanto, pode precisar ser adaptada para representar adequadamente certas implementações de arquitetura de cloud que destoam demasiadamente da arquitetura de referência NIST.

O modelo de arquitetura NIST é composto de cinco atividades: Service deployment, Service orchestration, Cloud services management, Security e Privacy. Cada uma dessas atividades é composta por diferentes segmentos. Um resumo das atividades e seus respectivos segmentos são apresentados na imagem 10 a seguir.

Atividade	Segmento
Service deployment	Resource exclusivity
	Host source
Service orchestration	Service layer
	Resource abstraction and control layer
	Physical resource layer
Cloud services management	Portability/Interoperability
	Provisioning/Configuration
	Business operations
Security	Cloud service model perspectives
	Implications of cloud deployment models
	Shared security responsibilities
Privacy	-

Figura 10 – Resumo das atividades e segmentos de arquitetura de referência NIST

O modelo proposto de maneira geral consiste em considerar as atividades como classes e os segmentos como subclasses baseados no princípio composicional (ou seja, a classe de atividade é composta pela subclasse de segmento), porém a estrutura de classe específica para cada atividade será especificada caso a caso a seguir. Os atributos e métodos para cada classe serão descritos em maior detalhe a seguir, baseado na arquitetura de referência NIST.

#### Modelo de classe para service orchestration

A definição da arquitetura de referência NIST para service orchestration é a composição dos componentes do sistema para suportar as atividades dos provedores de cloud em arranjar, coordenar e gerenciar os recursos computacionais para prover os serviços de cloud para os consumidores de cloud. A arquitetura divide essa atividade em 3 segmentos, service layer, resource abstraction and control layer e physical resource layer, como ilustrado na imagem 11 abaixo.

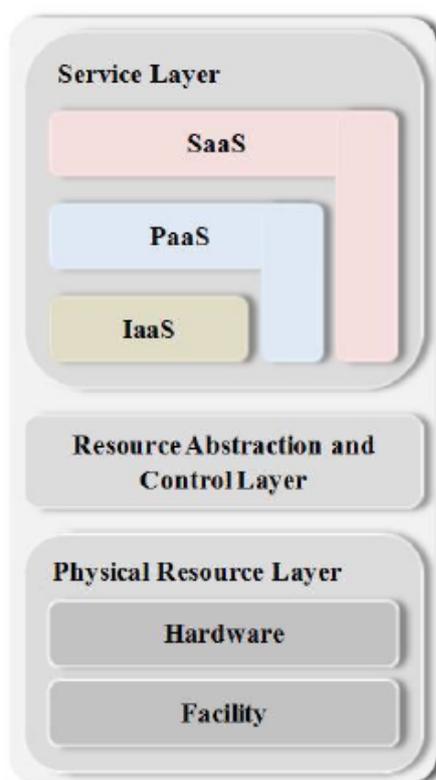


Figura 11 – Modelo de três camadas de service orchestration na arquitetura de referência

A arquitetura de referência NIST define a primeira camada de Service Layer como o modelo de interface de acesso utilizada pelos consumidores de cloud para acessar os serviços de computação em nuvem, que pode ser realizada em três tipos principais: software as a Service (SAAS), Platform as a Service (PAAS) e Infrastructure as a Service (IAAS). A arquitetura de referência define a segunda camada de resource abstraction and control layer como contendo os componentes que os provedores de cloud utilizam para oferecer e gerenciar acesso aos recursos físicos de computação através de uma abstração de software; sendo que a abstração deve garantir um uso dos recursos físicos eficiente, seguro e confiável. O aspecto de controle dessa camada se refere aos componentes de software responsáveis por alocação de recursos, controle de acesso e monitoramento de uso, devendo permitir resource pooling, alocação dinâmica e mensuração de serviço. A arquitetura define a terceira camada de physical resource layer como os recursos físicos de computação, incluindo recursos de hardware como CPU e memória, equipamentos de rede (roteadores, firewalls, switches, links de rede e interfaces), componentes de armazenamento (hard disks) e outros elementos de infraestrutura física de computação. A última camada também inclui elementos de estrutura como aquecimento, ventilação, ar condicionado, equipamentos de energia, comunicação e outros aspectos de um servidor físico.

A estrutura de classes proposta conforme a arquitetura de referência se encontra na ilustração 12 abaixo.

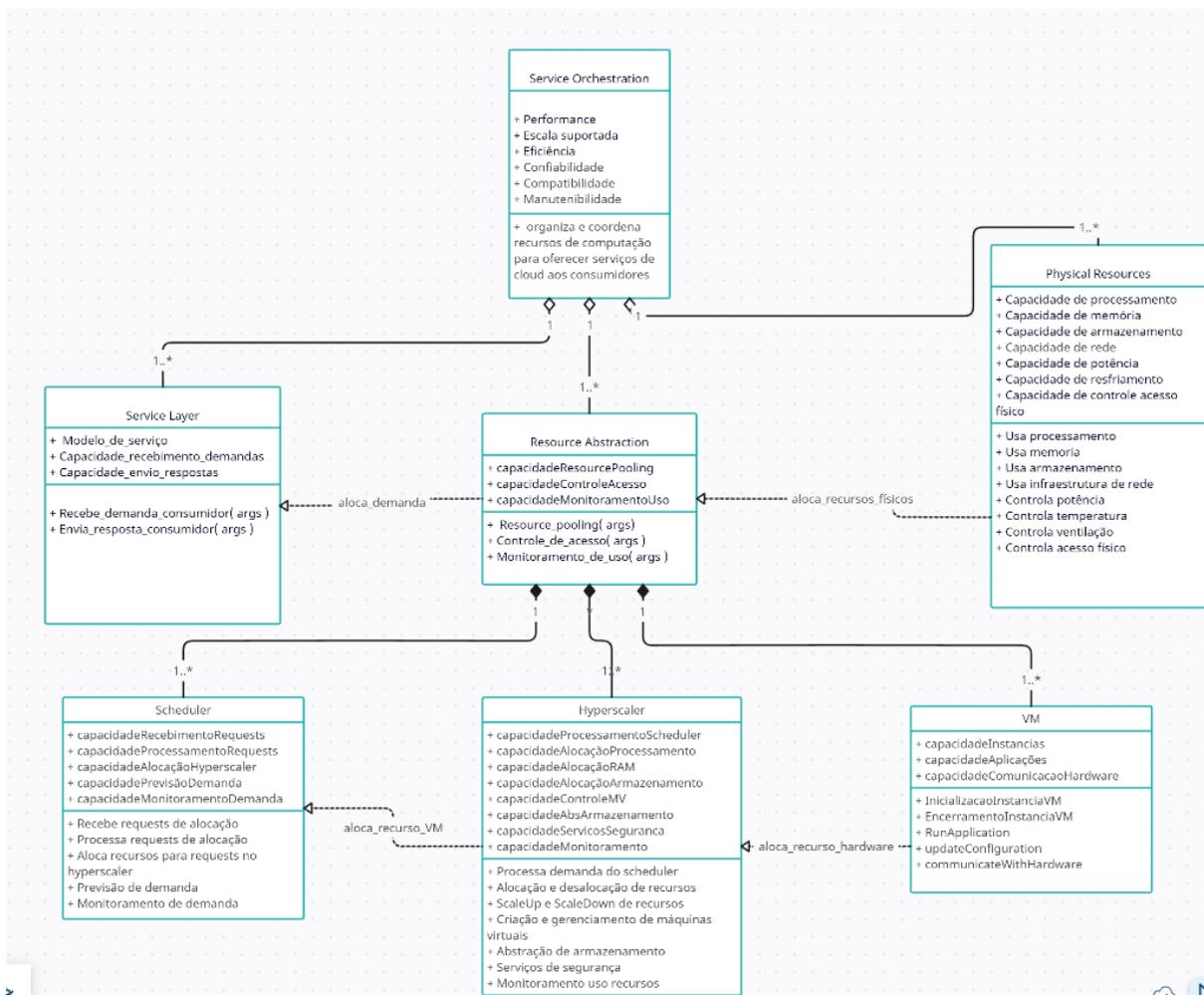


Figura 12 – Diagrama de classes do segmento de service orchestration conforme a arquitetura de referência

A estrutura de classe proposta para Service Orchestration é composta de três componentes: Service Layer, Resource Abstraction e Physical Resources. O componente de Resource Abstraction, por sua vez, é composto de três componentes adicionais: Scheduler, Hyperscaler e Virtual Machine. Será apresentado a seguir um conjunto de tabelas, cada uma correspondente a um dos componentes, com os métodos (requisitos funcionais) e atributos (requisitos não funcionais relacionados a capacidade) de cada um dos componentes.

Service Orchestration	
Requisitos funcionais	Organiza e coordena recursos de computação para oferecer serviços de cloud aos consumidores
Requisitos não funcionais	Performance; Escala suportada; eficiência; confiabilidade; compatibilidade; manutenibilidade

Tabela 3 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe service orchestration

Service Layer	
Requisitos funcionais	Recebe demanda do consumidor; envia resposta ao consumidor
Requisitos não funcionais	Modelo de serviço; capacidade de recebimento de demandas; capacidade de envio de respostas

Tabela 4 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe service layer

Resource Abstraction	
Requisitos funcionais	Resource pooling; controle de acesso; monitoramento de uso
Requisitos não funcionais	capacidade de resource pooling; capacidade de controle de acesso; capacidade de monitoramento de uso

Tabela 5 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe resource abstraction

Scheduler	
Requisitos funcionais	recebe requests de alocação; processa requests de alocação; aloca recursos para requests no hyperscaler; previsão de demanda; monitoramento de demanda
Requisitos não funcionais	capacidade de recebimento de requests; capacidade de processamento de requests; capacidade de alocação do hyperscaler; capacidade de previsão de demanda; capacidade de monitoramento de demanda

Tabela 6 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe scheduler

Hyperscaler	
Requisitos funcionais	processa demanda do scheduler; alocação e desalocação de recursos; scaleUp; scaleDown; criação e gerenciamento de máquinas virtuais; abstração de armazenamento; serviços de segurança; monitoramento de uso dos recursos
Requisitos não funcionais	capacidade de processamento do scheduler; capacidade de alocação de processamento; capacidade de alocação de RAM; capacidade de alocação de armazenamento; capacidade de controle de MV; capacidade de abstração de armazenamento; capacidade de serviços de segurança; capacidade de monitoramento

Tabela 7 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe hyperscaler

VM	
Requisitos funcionais	inicialização de instância; encerramento de instância; executar aplicação; atualizar configuração; comunicar com hardware
Requisitos não funcionais	capacidade de instâncias; capacidade de aplicações; capacidade de comunicação com hardware

Tabela 8 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe VM

Physical Resources	
Requisitos funcionais	usa processamento; usa memória; usa armazenamento; usa infraestrutura de rede; controla potência; controla temperatura; controla ventilação; controla acesso físico
Requisitos não funcionais	capacidade de processamento; capacidade de memória; capacidade de armazenamento; capacidade de rede; capacidade de potência; capacidade de resfriamento; capacidade de aquecimento; capacidade de ventilação; capacidade de controle de acesso físico

Tabela 9 – Requisitos funcionais e não funcionais da classe Physical Resources

### Modelo de classe para service deployment

A definição NIST para service deployment considera dois parâmetros principais, o nível de exclusividade dos recursos e o local de hosting. A arquitetura considera que nível de exclusividade dos recursos pode ser operado de 4 formas distintas, sendo elas: public cloud, private cloud, community cloud ou hybrid cloud. A organização de cada uma dessas formas de operação foi ilustrada nas figuras de 4 a 8 no capítulo 2. A arquitetura também considera que o local de hosting pode existir de duas formas distintas, estando no local do próprio usuário ou no local da empresa provedora de cloud.

O modelo de classes proposto para essa atividade é uma classe “Service Deployment” com dois atributos: “exclusividade\_de\_recursos” e “local\_de\_hosting”. Essa classe não possui requisitos funcionais. O bloco dessa classe está representado no diagrama de classe na imagem 13 abaixo.

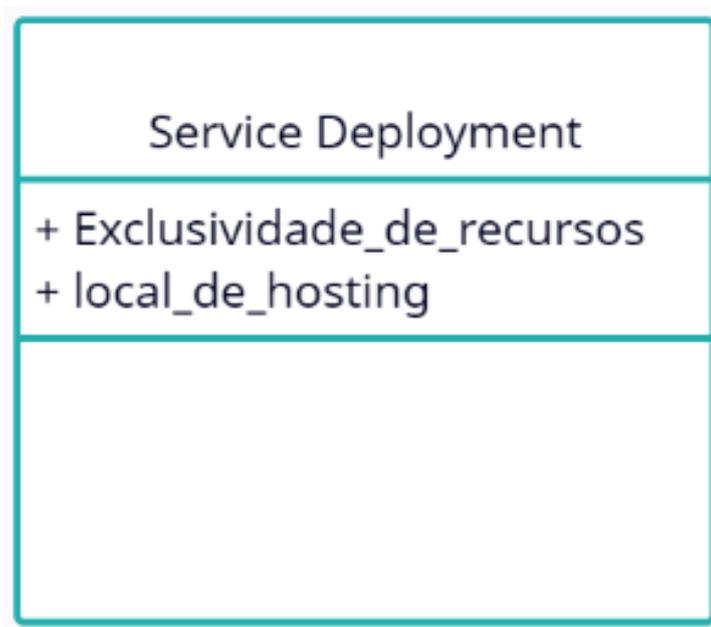
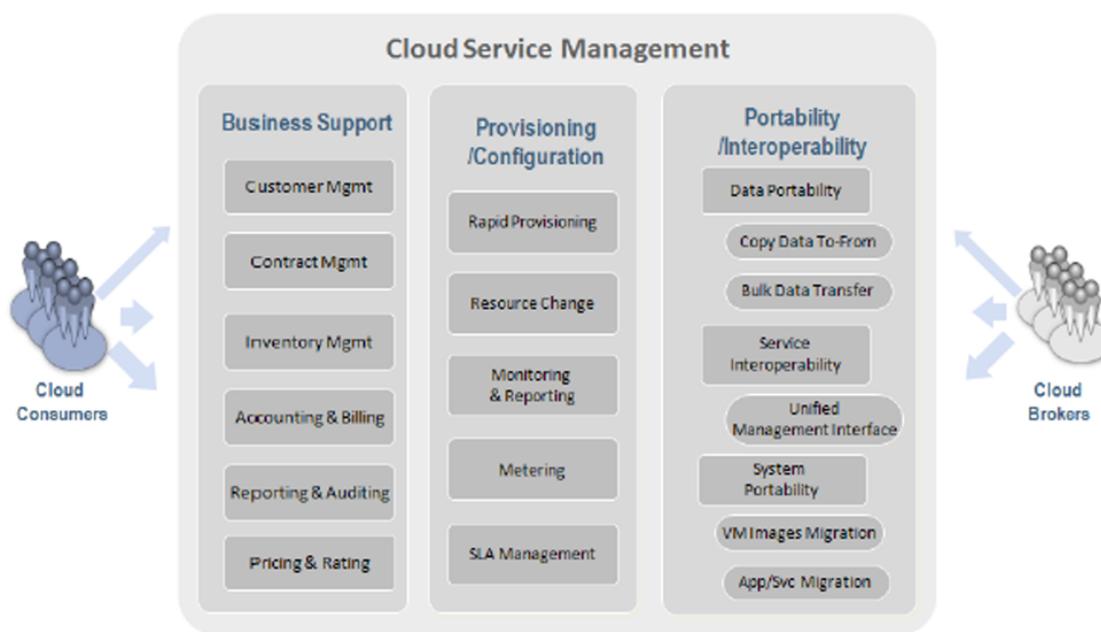


Figura 13 – Diagrama de classe da atividade Service Deployment

#### Modelo de classe para cloud services management

A definição da arquitetura de referência NIST para cloud services management considera todas as funções relacionadas à estrutura de cloud necessárias para a gestão e operação dos serviços oferecidos aos clientes. Como pode ser visualizado na imagem 14, essa atividade é composta de 3 segmentos: Business Support, Provisioning/Configuration e Portability/Interoperability.



**Figure 16: Cloud Provider - Cloud Service Management**

Figura 14 – Ilustração dos componentes da atividade de cloud service management

O diagrama de classe desenvolvido para essa atividade, como pode ser visto na imagem 15, é composto de sete classes: cloud service management, portability structure, data portability structure, system portability structure, interoperability structure, provisioning/configuration e business operation.

A classe cloud service management é a hierarquia mais alta do diagrama e representa o encapsulamento proposto em mais alto nível de abstração que engloba as classes representativas dos segmentos envolvidos nessa atividade, de forma que essa classe é composta das classes portability structure, interoperability structure, provisioning/configuration e business operation. A classe portability structure, por sua vez, representa a estrutura com capacidade de mover dados e aplicações de clientes através de múltiplas plataformas de cloud, sendo composta por duas outras classes: data portability structure e system portability structure. A classe data portability structure é responsável pela portabilidade de dados e envolve requisitos funcionais como copiar dados para a nuvem, copiar dados para fora da nuvem, copiar dados em bulk data transfer, monitoramento e tracking de transferências de dados e conferência de integridade de dados em migração. A classe system portability structure representa a capacidade de migração de sistemas e aplicações, possuindo como requisitos funcionais a migração de máquinas virtuais e imagens de máquina, migração de aplicações e serviços, restauração de sistemas em caso de falha de migração e conferência de integridade dos dados. A classe interoperability structure é a responsável pela interoperabilidade, de forma que envolve os requisitos funcionais de ingestão de dados,

sincronização de dados, acesso de dados, controle de qualidade dos dados, gestão de erros na consolidação de dados, gestão unificada de interface, monitoramento de recursos e gestão de segurança de dados. A classe de provisão e configuração é responsável pela provisão rápida de recursos, pelo ajuste rápido de configurações de reparo, monitoramento e geração de reports de uso de recursos, medição dos recursos de cloud utilizados e gestão de service level agreement (SLA).

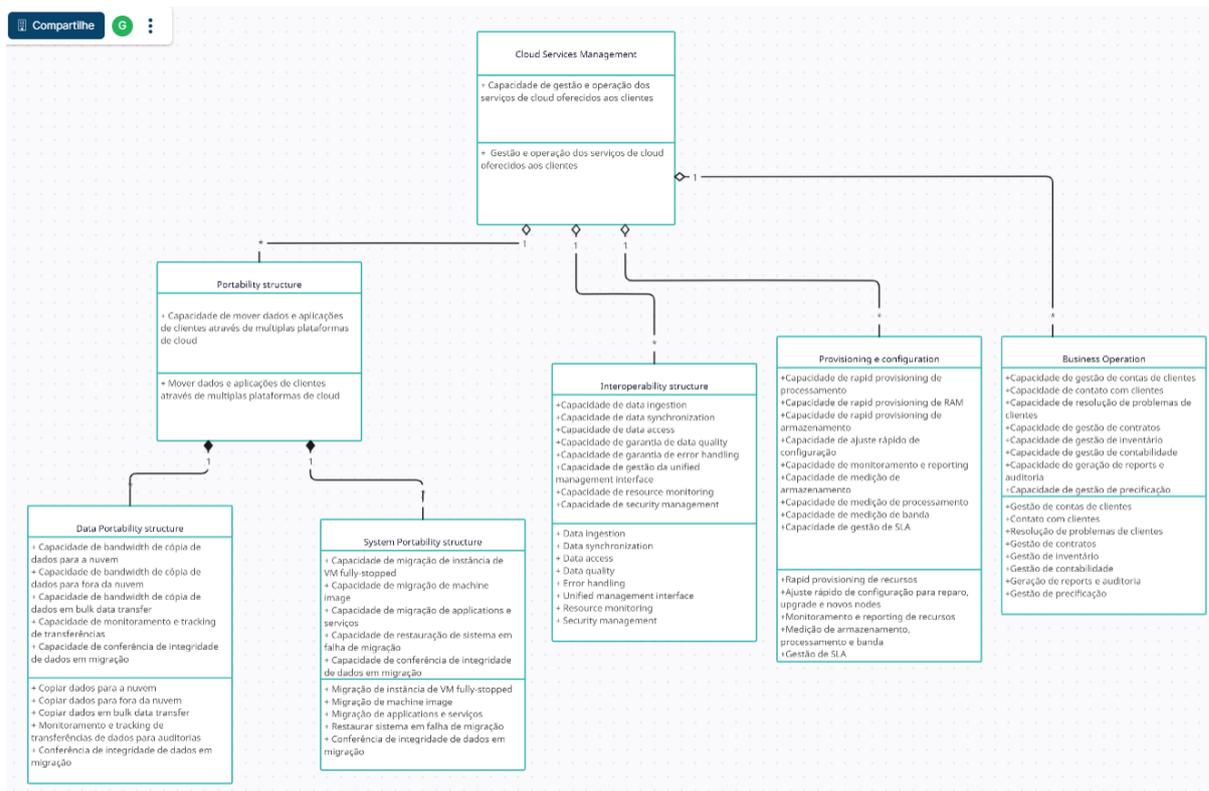


Figura 15 – Diagrama de classe da atividade Cloud Services Management

### Modelo de classe para segurança

A definição da arquitetura de referência para segurança é uma atividade essencial da arquitetura que indiretamente engloba todas as etapas da operação. Um aspecto importante dessa atividade é que a arquitetura de referência considera que existem responsabilidades compartilhadas entre o provedor de cloud e o consumidor final, dessa forma, existem requisitos nesta atividade por parte dos clientes que não são considerados na análise da arquitetura.

O diagrama de classes desenvolvido para essa classe é apresentado na figura 16 e é composto de apenas uma classe "security", que possui como requisitos funcionais a capacidade de autenticação, controle de autorizações, controle de fault tolerance para garantir disponibilidade, controle de confidencialidade, gestão de identidades, gerenciamento de

integridade, monitoramento de segurança, resposta a incidentes e gestão de políticas de segurança.

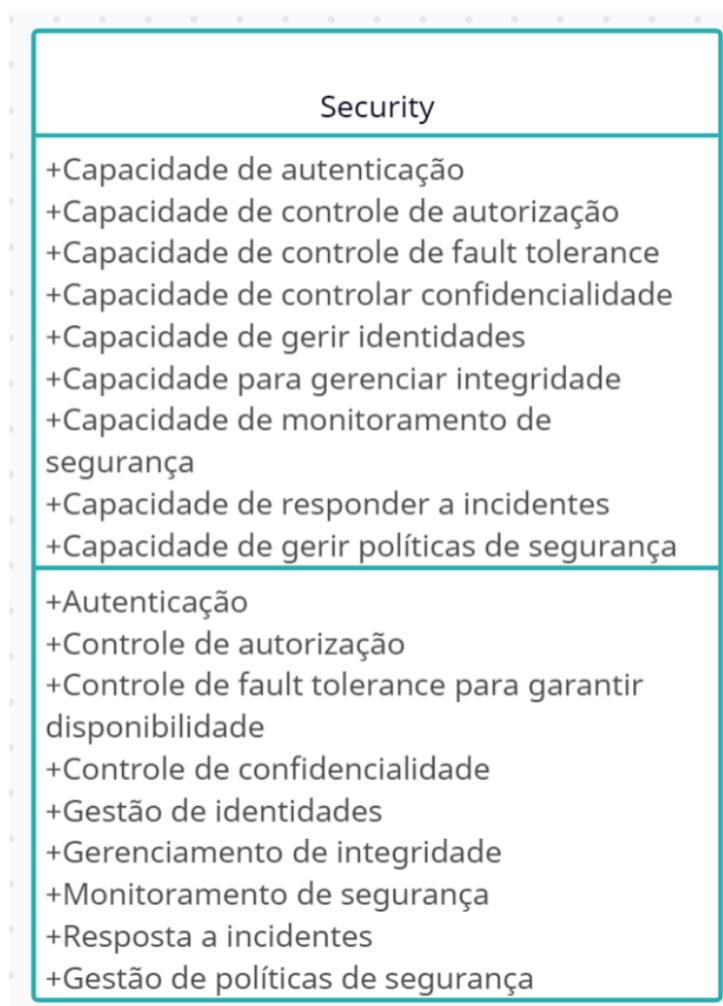


Figura 16 – Diagrama de classe da atividade Security

### Modelo de classe para privacy

A arquitetura de referência determina que essa atividade deve garantir requisitos relacionados a coleta, processamento, comunicação, uso e disposição de informações pessoais. O diagrama de classe desenvolvido para essa atividade, como pode ser visualizado na imagem 17, possui apenas uma classe "Privacy" que possui como requisitos funcionais a capacidade de data erasure, gerenciamento de dados sensíveis, restrição de processamento, captura de consentimento para coleção e uso de dados, armazenamento e auditoria de histórico de consentimento, gestão de governança de dados e gestão de compliance.

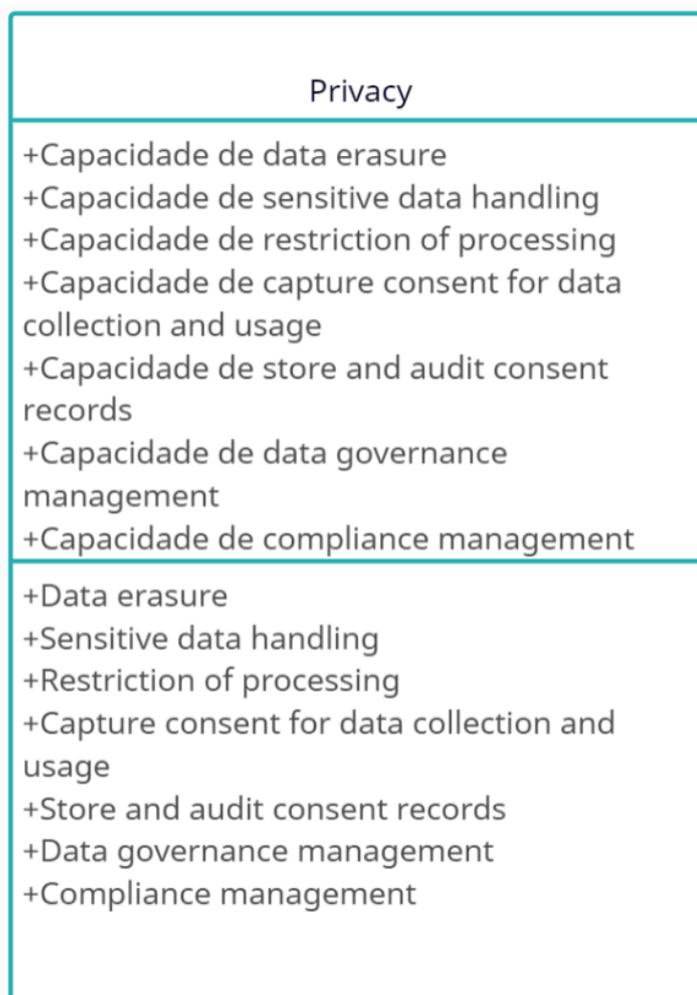


Figura 17 – Diagrama de classe da atividade Privacy

Com os diagramas de classe desenvolvidos nesse capítulo, através da utilização da metodologia proposta com o paradigma de OOP, é possível ter uma visualização estruturada de cada componente e segmento da arquitetura de referência de cloud e seus requisitos funcionais e não funcionais relacionados a capacidade. Esse modelo desenvolvido será aplicado na arquitetura de cloud da empresa TOTVS para demonstrar a análise de escalabilidade a partir do framework proposto.

### 3.2.2 Aplicação do modelo de classe proposto na arquitetura de cloud TOTVS

Esta etapa consiste em aplicar o modelo de classes proposto através da arquitetura de referência na arquitetura de cloud da empresa TOTVS. Dessa forma, serão utilizados os requisitos não funcionais de capacidade da empresa TOTVS no componente de arquitetura de service orchestration. Esses requisitos funcionais foram adquiridos por um conjunto de fontes, como informações disponíveis publicamente no site de relações com investidores da empresa; informações disponíveis publicamente no site da Comissão de Valores Mobiliários (CVM); informações disponíveis em relatórios de research de bancos de investimento;

contato direto com a empresa e por fim estimativas de elaboração própria. A aplicação na arquitetura de cloud da empresa TOTVS é uma demonstração de aplicação do modelo de análise desenvolvido e, portanto, imprecisões nos valores dos requisitos da arquitetura da TOTVS considerados nesse exemplo não são necessariamente relevantes para a finalidade proposta. Essa análise será realizada a partir de três instâncias de requisitos. A primeira instância é a utilização média hoje na arquitetura de cloud da TOTVS. A segunda instância é a capacidade de utilização na arquitetura da TOTVS hoje, ou seja, o limite de escalabilidade desse requisito nas condições atuais. A terceira instância é a capacidade futura desejada, de forma que fique visível onde estão os gargalos na arquitetura atual para chegar nessa capacidade. Essa análise da arquitetura de cloud da TOTVS considera a terceira instância de capacidade futura como a capacidade necessária para que 100% da base de clientes da TOTVS utilize o modelo de serviço SAAS em cloud. Hoje, aproximadamente 31% dos clientes de software ERP utilizam o modelo de serviço de SAAS em cloud, contra 69% dos clientes utilizando modelo de serviço tradicional de software como produto, segundo o relatório (ABES, 2023), como pode ser visto na imagem 18. Dessa forma, por simplicidade, será considerado que a capacidade para que 100% dos clientes utilizem a arquitetura de cloud no modelo SAAS é três vezes a capacidade atual, dado que esse é aproximadamente o multiplicador necessário para que a capacidade atual de 31% chegue em 100%.

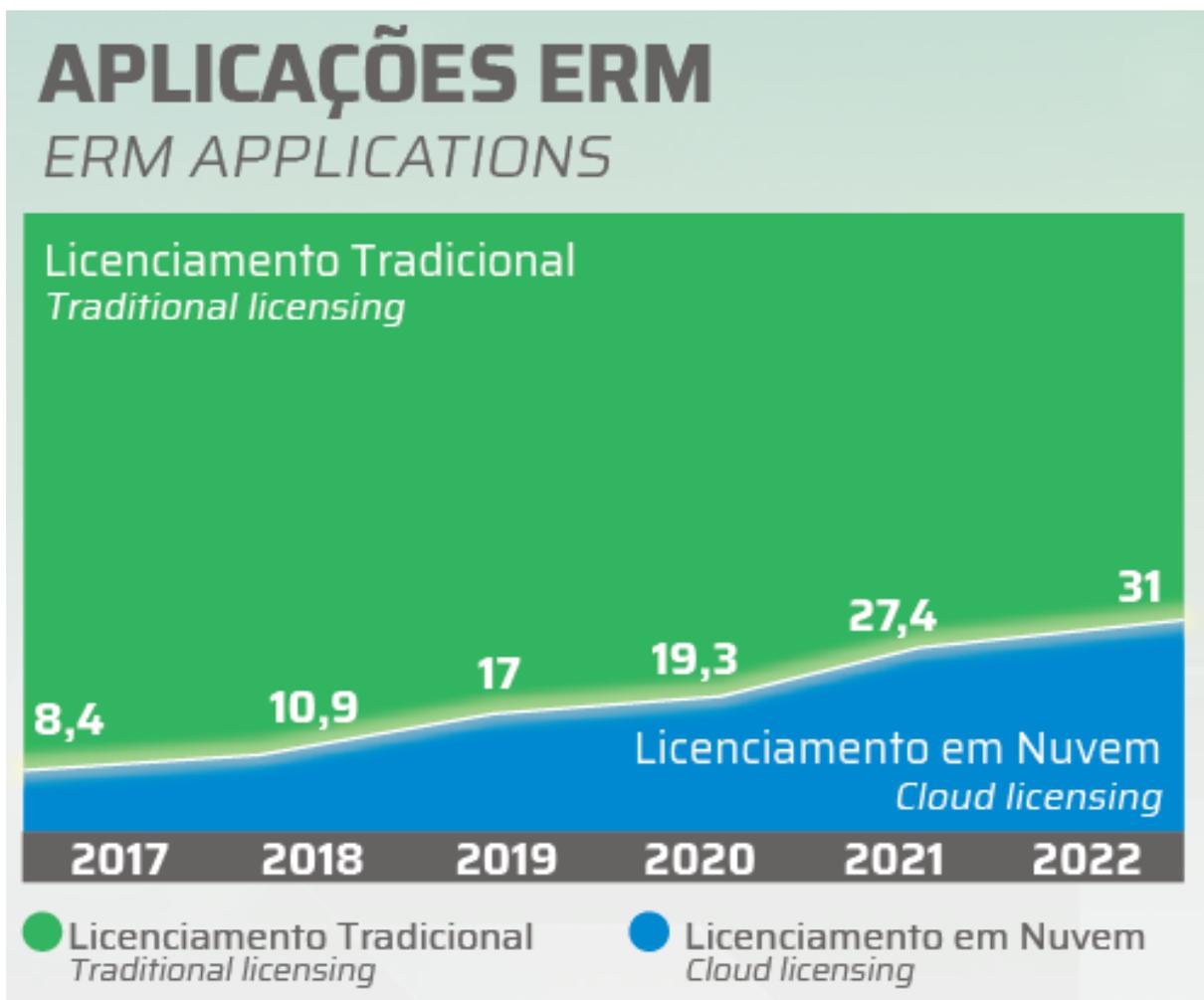


Figura 18 – Percentual de cada modelo de serviço nas aplicações de software ERP de acordo com (ABES, 2023)

### Service Orchestration

O componente service orchestration, como demonstrado no modelo de classe anterior, é composto de 3 componentes: Service Layer, Resource Abstraction e Physical Resources. O componente de Resource Abstraction, por sua vez, é composto de três componentes adicionais: Scheduler, Hyperscaler e Virtual Machine. A análise de escalabilidade será realizada pelo nível mais baixo de hierarquia, ou seja, a análise do componente "Resource Abstraction" é realizada através dos 3 segmentos que compõe essa classe. As tabelas abaixo demonstram as três instâncias de requisitos descritas anteriormente, tal como uma coluna apresentando a classificação do requisito como "suficiente" nos casos em que a arquitetura atual tem a capacidade de comportar o aumento proposto ou "gargalo" nos casos em que a arquitetura atual não tem a capacidade de comportar esse aumento. Os únicos requisitos abaixo cuja escalabilidade assumindo crescimento de demanda não segue o padrão proposto são os requisitos de capacidade de aplicações e capacidade de comunicação com hardware

da classe VM, pois normalmente o aumento de demanda de clientes implica em uma maior necessidade de máquinas virtuais sendo executadas em paralelo, sem que cada uma dessas máquinas virtuais tenham como requisito maior capacidade de executar aplicações individualmente.

Service Layer	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
Capacidade de recebimento de demandas	10.000 requests/s	100.000 requests/s	30.000 requests/s	Suficiente
Capacidade de envio de respostas	10.000 respostas/s	100.000 respostas/s	30.000 respostas/s	Suficiente

Figura 19 – Tabela de análise de escalabilidade do componente service layer

Scheduler	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
capacidadeRecebimentoRequests	10.000 requests/s	150.000 requests/s	30.000 requests/s	Suficiente
capacidadeProcessamentoRequests	10.000 requests/s	100.000 requests/s	30.000 requests/s	Suficiente
capacidadeAlocaçãoHyperscaler	7.000 requests/s	100.000 requests/s	21.000 requests/s	Suficiente
capacidadePrevisãoDemanda	10.000 usuários	50.000 usuários	30.000 usuários	Suficiente
capacidadeMonitoramentoDemanda	10.000 usuários	50.000 usuários	30.000 usuários	Suficiente

Figura 20 – Tabela de análise de escalabilidade do componente scheduler

Hyperscaler	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
capacidadeProcessamentoScheduler	7.000 requests/s	100.000 requests/s	21.000 requests/s	Suficiente
capacidadeAlocaçãoProcessamento	20.000 cores	30.000 cores	60.000 cores	Gargalo
capacidadeAlocaçãoRAM	8 TB	20 TB	24 TB	Gargalo
capacidadeAlocaçãoArmazenamento	500 TB	700 TB	1500 TB	Gargalo
capacidadeControleMV	40.000 MV	60.000 MV	120.000 MV	Gargalo
capacidadeAbsArmazenamento	40.000 MV	60.000 MV	120.000 MV	Gargalo
capacidadeMonitoramento	40.000 MV	60.000 MV	120.000 MV	Gargalo

Figura 21 – Tabela de análise de escalabilidade do componente hyperscaler

VM	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
capacidadeInstancias	8.000 VMs	10.000 VMs	24.000 VMs	Gargalo
capacidadeAplicações	5 aplicações/VM	7 aplicações/VM	5 aplicações/VM*	Suficiente
capacidadeComunicacaoHardware	5 aplicações/VM	20 aplicações/VM	5 aplicações/VM*	Suficiente

Figura 22 – Tabela de análise de escalabilidade do componente VM

Physical Resources	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
Capacidade processamento	16.000 cores	20.000 cores	48.000 cores	Gargalo
Capacidade de memória	32 TB	40 TB	96 TB	Gargalo
Capacidade de armazenamento	400 TB	750 TB	1.200 TB	Gargalo
Capacidade de rede	40 GBPS	400 GBPS	120 GBPS	Suficiente
Capacidade de potência	4 MW	15 MW	12 MW	Suficiente
Capacidade de resfriamento	1 MW	3 MW	3 MW	Suficiente
Capacidade de controle de acesso	50 pessoas/dia	500 pessoas/dia	150 pessoas/dia	Suficiente

Figura 23 – Tabela de análise de escalabilidade do componente physical resources

Analisando as tabelas nas figuras de 19 a 23, é possível visualizar todos os gargalos do componente service orchestration, ou seja, os requisitos não funcionais de capacidade desse componente que não comportam o aumento de escala proposto. Esses componentes são apresentados em resumo na tabela abaixo.

Hyperscaler	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
capacidadeAlocaçãoProcessamento	20.000 cores	30.000 cores	60.000 cores	Gargalo
capacidadeAlocaçãoRAM	8 TB	20 TB	24 TB	Gargalo
capacidadeAlocaçãoArmazenamento	500 TB	700 TB	1500 TB	Gargalo
capacidadeControleMV	40.000 MV	60.000 MV	120.000 MV	Gargalo
capacidadeAbsArmazenamento	40.000 MV	60.000 MV	120.000 MV	Gargalo
capacidadeMonitoramento	40.000 MV	60.000 MV	120.000 MV	Gargalo

VM	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
capacidadeInstancias	8.000 VMs	10.000 VMs	24.000 VMs	Gargalo

Physical Resources	Uso médio	Capacidade hoje	Capacidade de análise	Classificação
Capacidade processamento	16.000 cores	20.000 cores	48.000 cores	Gargalo
Capacidade de memória	32 TB	40 TB	96 TB	Gargalo
Capacidade de armazenamento	400 TB	750 TB	1.200 TB	Gargalo

Figura 24 – Tabela resumida dos gargalos de service orchestration

### 3.2.3 Estimativa de impactos financeiros do aumento de escala na arquitetura de cloud TOTVS

Essa etapa consiste em analisar os impactos financeiros necessários para que a arquitetura de cloud da TOTVS atenda os requisitos de escalabilidade descritos na etapa anterior. Os impactos financeiros desses investimentos afetam essencialmente a operação da empresa em três aspectos principais: nos custos de produtos vendidos (COGS), nas despesas operacionais (SG&A) ou no fluxo de caixa de investimento (capex). Para o output da tese de investimento quantitativa através do método do Discounted Cash Flow (DCF), tanto o COGS, quanto o SG&A, quanto o capex são descontados diretamente do fluxo de caixa e, portanto, a linha em que esses investimentos são alocados não fazem diferença para o resultado final, desde que sejam alocados em uma dessas três linhas. A partir da imagem 24 é possível perceber que a análise de escalabilidade do componente de service orchestration apontou três componentes contendo gargalos: Hyperscaler, VM e Physical Resources.

Uma pesquisa superficial para obter a precificação média de mercado de um hyperscaler no serviço SAAS para a funcionalidade proposta na arquitetura de referência indica que os custos unitários giram em torno de, em dólares americanos, 0,05\$ por VM por hora, 0,002\$ por núcleo de processamento por hora, 0,005\$ por GB RAM por hora e 0,01\$ por GB de armazenamento por hora. Dessa forma, o custo mensal aproximado para a TOTVS hoje, considerando o uso médio de 8.000 VMs, 20.000 cores de processamento, 8 TB RAM e 500 TB de armazenamento é em torno de 324 mil dólares americanos por

mês. Utilizando a taxa de conversão de 5,01 reais brasileiros por dólar americano (média de janeiro de 2023 até novembro de 2023 de acordo com <http://www.ipeadata.gov.br/>), resulta em um gasto médio mensal de aproximadamente 1,6 milhões de reais. Como o preço do hyperscaler é baseado no custo unitário de VMs, núcleos de processamento, RAM e armazenamento, triplicar esse uso deve triplicar o valor para algo em torno de 4,9 milhões de reais mensais. Na prática, ao orçar um volume de uso significativamente maior, é frequentemente possível conseguir descontos ao custo unitário de cada indicador, então, na prática, o gasto mensal real pode estar abaixo dessa estimativa. Como o serviço de hyperscaler é pago em modelo de SAAS, esses 4,9 milhões de reais por mês entram na linha de COGS da empresa, como custo recorrente. Assim, para comportar o aumento de escala proposto, o custo mensal com o hyperscaler da arquitetura de cloud da empresa TOTVS foi estimado em 4,9 milhões de reais mensais, sendo um aumento de aproximadamente  $(4,9 - 1,6 = 3,3)$  3,3 milhões de reais mensais ou 39,6 milhões de reais anuais.

As licenças de máquinas virtuais custam em média em torno de 20 dólares americanos por VM por ano. Hoje a TOTVS possui em torno de 10.000 licenças de máquinas virtuais (embora o uso médio esteja em torno de 8.000 MVs), que custa em torno de 200 mil dólares americanos anuais, que, usando a mesma taxa média de 5,01 reais brasileiros por dólares americanos, resulta em aproximadamente 1 milhão de reais anuais. Para atingir a escala proposta de 24.000 máquinas virtuais e com o mesmo preço médio de 20 dólares americanos por VM por ano, seria um custo anual em torno de 480 mil dólares americanos atuais, que com a taxa média de câmbio de 5,01, chega-se em um custo anual de aproximadamente 2,4 milhões de reais. Dessa forma, o aumento de custo anual estimado é de  $(2,4 - 1,0 = 1,4)$  1,4 milhões de reais com as licenças de máquinas virtuais adicionais. Como essas licenças são um custo recorrente anual, são normalmente reportadas na linha de COGS da empresa.

Por último, os recursos físicos da arquitetura de cloud apresentam gargalos em capacidade de processamento, memória e armazenamento. Assumindo que a TOTVS paga valores próximos aos de mercado para componentes de servidor, cada núcleo de CPU custa em torno de 100 dólares americanos, cada GB de RAM custa em torno de 10 dólares americanos e cada TB de armazenamento custa em torno de 500 dólares americanos. A partir desses valores, é possível concluir que a empresa TOTVS investiu em torno de 2,1 milhões de dólares americanos em componentes relacionados a processamento, memória e armazenamento em sua arquitetura atual. Para atingir a escala proposta de 48.000 cores, 96 TB de RAM e 1.200 TB de armazenamento, é necessário um investimento adicional em 32.000 cores, 64 TB de RAM e 800 TB de armazenamento. A partir dos valores unitários utilizados, será necessário um investimento adicional de aproximadamente 4,3 milhões de dólares americanos. Utilizando a taxa de câmbio de 5,01 acima, resulta em um investimento de aproximadamente 21,9 milhões de reais. Como esse investimento é em infraestrutura, é considerado capex e deve ser considerado no balanço patrimonial da companhia.

Em resumo, a estimativa realizada dos impactos financeiros necessários para que a arquitetura de cloud da empresa TOTVS alcance a escala proposta é de aproximadamente 39,6 milhões de reais por ano adicionais em hyperscaler e 1,4 milhões de reais anuais em MVs, ambos impactando a linha de COGS da empresa em um total de 41 milhões de reais anuais. Adicionalmente, a empresa precisará investir aproximadamente 21,9 milhões em infraestrutura que impacta a linha de capex da empresa.

### 3.2.4 Modelo de engenharia econômico-financeira para cálculo do DCF

Este componente do projeto é um modelo de engenharia econômico-financeiro da empresa TOTVS, cujo objetivo é calcular uma estimativa do fluxo de caixa futuro da empresa, usando dados operacionais como inputs. Esses dados operacionais devem incluir os efeitos da análise de escalabilidade de cloud, conforme a metodologia do primeiro componente do projeto. O resultado do modelo é o fluxo de caixa livre da empresa, que é um componente necessário para o cálculo do valuation da empresa pela metodologia de DCF proposta. O modelo será desenvolvido combinando Excel e VBA. O Excel foi escolhido por permitir uma maior transparência nas etapas do modelo, ao contrário de um modelo feito inteiramente em linguagem de programação, que pode acabar com o efeito "caixa-preta" sem visibilidade dos cálculos intermediários.

#### Descrição funcional

O modelo se inicia com a projeção de receitas da empresa, fundamentada em análises de mercado, histórico de vendas e expectativas de crescimento. Essas projeções de receita servem como base para a elaboração das linhas da Demonstração de Resultado do Exercício (DRE), a partir de onde são deduzidos os custos de bens vendidos (COGS), despesas operacionais e despesas administrativas (SG&A), depreciação e amortização, resultados financeiros e impostos, resultando no lucro líquido. O modelo também deve abranger a projeção das linhas do Balanço Patrimonial, incluindo ativos, passivos e patrimônio líquido, refletindo investimentos em ativos, financiamentos e retorno aos investidores. A partir desses dados, é calculado o fluxo de caixa livre da empresa, que considera o lucro líquido, ajustes por itens não-caixa, variações no capital de giro e investimentos. O fluxo de caixa livre é então utilizado no cálculo do DCF, em que cada fluxo de caixa projetado é descontado a valor presente utilizando uma taxa de desconto apropriada. O modelo também inclui a estimativa do valor terminal no final do período projetado, que é adicionado aos fluxos de caixa descontados para determinar o valor presente líquido (VPL) do negócio, fornecendo uma avaliação abrangente do seu valor intrínseco.

#### Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais do modelo são:

- Projeção de receita: capacidade de inserir dados e fazer previsões de receitas futuras com base em variáveis de mercado, tendências históricas e expectativas de crescimento.
- Cálculo de Custos e Despesas: função para calcular custos de bens vendidos, despesas operacionais, administrativas, e outras despesas relevantes a partir de projeções de receita.
- Cálculo de Depreciação e Amortização: função para estimar os impactos contábeis de depreciação e amortização, importante para entender o desgaste dos ativos e a diluição de intangíveis ao longo do tempo.
- Cálculo do resultado financeiro: função para estimar as receitas e despesas financeiras da empresa baseado na posição de caixa e endividamento.
- Cálculo de Impostos: capacidade de calcular impostos com base no lucro antes dos impostos, considerando as alíquotas fiscais aplicáveis e os subsídios e isenções pertinentes.
- Elaboração da DRE: organização da Demonstração de Resultado do Exercício, apresentando o resultado desde as receitas, custos, despesas, depreciação, amortização, resultado financeiro e impostos até chegar no lucro líquido.
- Projeção do Balanço Patrimonial: capacidade de projetar ativos, passivos e patrimônio líquido, incluindo mudanças em ativos fixos, capital de giro e dívidas de curto e longo prazo.
- Cálculo do Fluxo de Caixa livre: funções para calcular o fluxo de caixa operacional, de investimento e de financiamento, integrando dados da DRE e do balanço patrimonial, ajustado por itens não-caixa, variações no capital de giro e investimentos em capex.
- Estimativa do Valor Terminal: funcionalidade para calcular o valor terminal do negócio no final do período projetado baseado em uma taxa de crescimento constante.
- Cálculo do DCF: mecanismo capaz de descontar os fluxos de caixa futuros, incluindo o fluxo de caixa livre e o valor terminal, para o valor presente utilizando uma taxa de desconto apropriada.

#### Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais do modelo são:

- Usabilidade: a interface da planilha deve ser intuitiva e fácil de usar, com codificação bem definida de cores nas células de forma que seja possível identificar cálculos e inputs.

- Desempenho: deve ter a capacidade de recalculando o modelo inteiro a partir de qualquer alteração em menos de 5 segundos no computador de referência (Intel Core i7-10510U CPU @ 1.80GHz).
- Organização: cada segmento da operação deve ser dividido em páginas diferentes do Excel para manter organização do modelo
- Granularidade: o modelo deve apresentar tanto métricas financeiras trimestrais quanto anuais, de forma que permita mais granularidade na visualização dos resultados.

### Arquitetura consolidada

A arquitetura consolidada do modelo será visualizada pela abstração de páginas do Excel. A arquitetura de cada página será explorada em mais detalhes na sequência. A primeira página é a “Company info”, que corresponde ao conjunto de informações históricas da companhia que são acessíveis publicamente pelos documentos publicados no site da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), principalmente os documentos press release e formulário de demonstrações financeiras padronizadas (DFP); essa página alimenta todas as outras páginas com o histórico relevante da companhia. A próxima página é a “Revenue Breakdown”, que corresponde a uma estimativa de receita futura da empresa a partir de estimativas de crescimento. A próxima página é a “Modelos individuais”, que corresponde a uma estimativa das métricas financeiras principais das 3 linhas de negócio principais da empresa (software de ERP, software de Business Performance e software de techfin). A página seguinte é a “modelo consolidado” e a partir das estimativas de receita e métricas financeiras dos segmentos das páginas anteriores, faz todo o cálculo da DRE, balanço patrimonial e fluxo de caixa livre. Por fim, a página “Valuation” faz o cálculo do valuation pela metodologia DCF a partir do fluxo de caixa livre calculado na página anterior. Na figura 25 a relação entre os componentes do modelo é ilustrada, de forma que as setas azuis representam a relação entre os componentes do modelo, as setas vermelhas representam inputs do modelo e a seta verde representa o output do modelo.

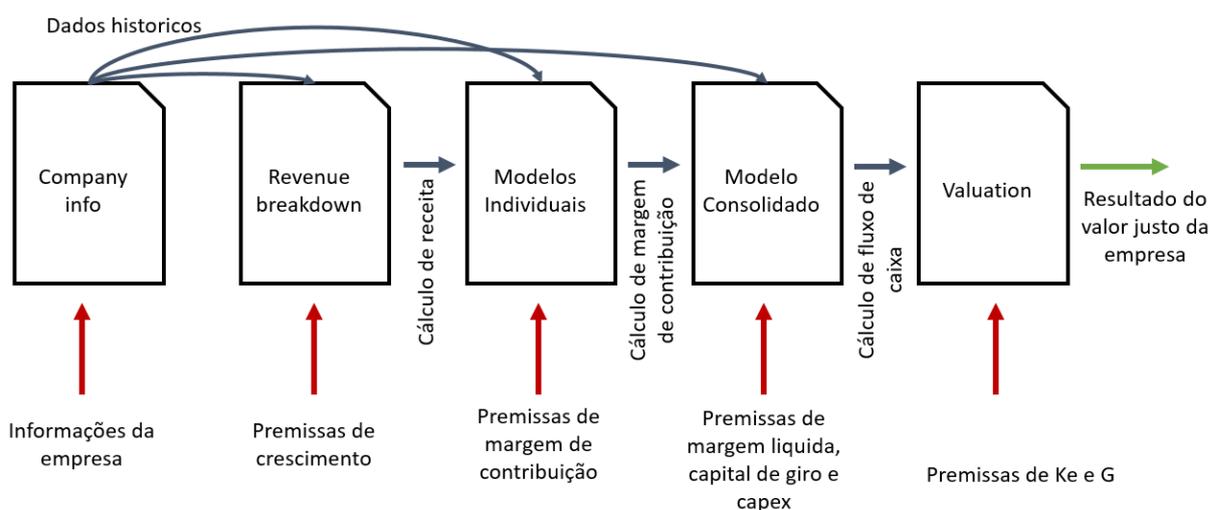


Figura 25 – Diagrama relacional dos componentes do modelo econômico-financeiro

### Descrição dos componentes

Segue abaixo uma descrição das funcionalidades e relações de cada página do modelo.

#### Página Company Info

A página de “Company info” tem o objetivo de consolidar os inputs históricos de informações financeiras e operacionais da empresa disponíveis publicamente no site da Comissão de Valores Mobiliários (CMV). Essa página possui oito agrupamentos principais, sendo eles:

- Informações operacionais: apresenta o histórico operacional de cada segmento da empresa, partindo de métricas de receita como Receita Anual Recorrente (ARR) e chegando até a margem de contribuição.
- P&L: demonstrativo do resultado do exercício consolidado da empresa, com todas as linhas reportadas na DFP.
- Balance Sheet - Non-gaap: corresponde ao balanço patrimonial da companhia com ajustes baseados em aquisições para facilitar a comparabilidade entre resultados históricos e futuros.
- Balance Sheet - GAAP: corresponde ao balanço patrimonial da companhia pelos padrões internacionais de Generally Accepted Accounting Principles (GAAP).
- Balance Sheet - IFRS (ITR): corresponde ao balanço patrimonial da companhia pelos padrões internacionais de International Financial Reporting Standards (IFRS).

- Balance Sheet - comparação entre diferentes métodos: Corresponde a um balanço patrimonial que consiste na diferença entre os métodos contábeis, para explicitar as diferenças entre eles.
- Balance Sheet - Resumo GAAP: corresponde a um balanço resumido do balanço seguindo o padrão GAAP, para facilitar a visualização das linhas principais.

	A	B	C	D	E	F	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1																		
2		<b>Company Information</b>																
3		(R\$ in millions)																
4																		
5																		
6						2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
7																		
8	x	Informações operacionais																
9																		
10		Gestão																
31		Business Performance																
49		Techfin																
74																		
75		Delta 3Q22 reports with older																
85																		
86	x	P&L																
178	x	Balance Sheet - Non-GAAP																
206	x	Balance Sheet - GAAP																
273	x	Balance Sheet - IFRS (ITR)																
383	x	Balance Sheet - Comparação entre diferentes métodos																
406	x	Balance Sheet - Resumo GAAP																
483	x	DFC																

Figura 26 – Página Company Information do modelo

### Página Revenue Breakdown

Essa página visa estimar a receita da empresa pelos próximos anos a partir de informações históricas e estimativas de crescimento. Para maior precisão dos cálculos, essa página é dividida em três agrupamentos, um para cada linha de negócio da empresa: gestão, business performance e techfin. Essa página recebe as informações históricas de métricas operacionais de receita e as informações financeiras de receita por segmento da página "company info".

O agrupamento de "Gestão" estima a receita a partir de uma taxa de receita recorrente anual (ARR), que corresponde ao valor anual dos contratos recorrentes de gestão. A evolução dessa taxa ocorre a partir de cinco fatores: taxa de renovação trimestral percentual (que representa as perdas), repasse de inflação prevista em contrato (índices IPCA e IGP-M), novas receitas, adições inorgânicas de receita (aquisições) e adições no modelo corporativo. Utilizando esses componentes, é possível estimar a taxa de ARR futura baseada na fórmula ARR do ano seguinte é a ARR do ano atual \* (taxa de renovação) + repasse de inflação + novas adições + adições inorgânicas + adições no modelo corporativo. A partir do ARR, é realizada uma conversão de ARR para receita. Essa conversão não é igual, pois a receita assinada atual é diferente do faturamento da empresa, principalmente por inadimplências e bonificações de carências entre o período de assinatura e o período de uso efetivo do software. Dessa forma, é utilizada a premissa de que a receita líquida do

período corresponde ao ARR de 6 meses atrás, que se aproxima do padrão observado nos dados históricos.

	A	B	C	D	E	F	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
	Revenue Breakdown					Historical												Estimates n10y											
	[R\$ in millions]																												
						2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022												2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033											
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
32																													
33																													
34																													
35																													
36																													
37																													
38																													
39																													
40																													
41																													
42																													
43																													
44																													
45																													

Figura 27 – Página Revenue Breakdown, agrupamento Gestão, estimativa de ARR

	A	B	C	D	E	F	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
	Revenue Breakdown					Historical												Estimates n10y											
	[R\$ in millions]																												
						2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022												2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033											
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
32																													
33																													
34																													
35																													
36																													
37																													
38																													
39																													
40																													
41																													
42																													
43																													
44																													
45																													

Figura 28 – Página Revenue Breakdown, agrupamento Gestão, conversão de ARR em receita

Adicionalmente, essa página também possui dois agrupamentos adicionais de "Business Performance" e "Techfin", que são as duas outras linhas de receita da empresa. Esses dois agrupamentos, juntos, correspondem a aproximadamente 10% da receita da empresa e, portanto, são menos relevantes que o modelo de negócio principal de software de ERP.

Página Modelos Individuais

Essa página é responsável por calcular as principais métricas financeiras de cada uma das três linhas de negócio da empresa. Essa página recebe como inputs métricas financeiras históricas da página “Company info” e os cálculos e estimativas futuras de receita de cada linha de negócio da página “revenue breakdown”. Essa página possui quatro agrupamentos principais: Gestão, Business Performance, Techfin e Consolidado.

O agrupamento de gestão parte da receita líquida estimada na página “revenue breakdown”, passa para os COGS, estimados a partir de premissas de margem bruta. Descontados os COGS da receita líquida, chega-se ao lucro bruto. A partir do lucro bruto, são descontadas as despesas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e provisão para perda esperada, também estimadas a partir de premissas de margem, e chega-se a linha de margem de contribuição.

	A	B	C	D	E	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
1																													
2	<b>Modelos individuais</b>																												
3	(R\$ in millions)																												
4																													
5	Historical											Estimates																	
6	2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022											2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033																	
7																													
8	<b>Gestão</b>																												
9																													
10	Net revenues	1.414	1.612	1.814	1.872	1.940	1.993	2.111	2.282	2.468	2.818	3.475	4.074	4.810	5.589	6.369	7.062	7.704	8.334	9.004	9.727	10.508	11.350						
11	growth	-	198	202	57	68	53	118	171	186	350	657	598	737	778	780	693	642	630	670	723	781	842						
12	growth (%)	-	14.0%	12.6%	3.2%	3.6%	2.7%	5.9%	8.1%	8.1%	14.2%	23.3%	17.2%	18.1%	16.2%	14.0%	10.9%	9.1%	8.2%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%						
13	COGS							(739)	(744)	(735)	(800)	(988)	(1.140)	(1.337)	(1.542)	(1.744)	(1.920)	(2.079)	(2.232)	(2.394)	(2.567)	(2.752)	(2.972)						
14	growth (%)							0.6%	-1.2%	8.9%	23.5%	15.3%	17.2%	15.3%	13.1%	10.1%	8.3%	7.4%	7.2%	7.2%	7.2%	8.0%							
15	Gross profit							1.372	1.538	1.735	2.018	2.487	2.934	3.474	4.047	4.625	5.142	5.625	6.101	6.610	7.161	7.756	8.378						
16	margin (%)							65.0%	67.4%	70.2%	71.6%	71.6%	72.0%	72.2%	72.4%	72.6%	72.8%	73.0%	73.2%	73.4%	73.6%	73.8%	73.8%						
17	growth							166	195	285	469	447	540	573	578	517	483	476	509	550	596	622							
18	growth (%)							12.1%	12.7%	16.4%	23.2%	18.0%	18.4%	16.5%	14.3%	11.2%	9.4%	8.5%	8.3%	8.3%	8.3%	8.0%							
19	P&D							(382)	(398)	(427)	(490)	(601)	(696)	(818)	(939)	(1.038)	(1.059)	(1.156)	(1.250)	(1.351)	(1.459)	(1.576)	(1.703)						
20	margin (%)							-18.1%	-17.4%	-17.3%	-17.4%	-17.3%	-17.1%	-17.0%	-16.6%	-16.3%	-15.0%	-15.0%	-15.0%	-15.0%	-15.0%	-15.0%							
21	growth (%)							4.1%	7.4%	14.7%	22.5%	15.8%	17.5%	14.8%	10.6%	2.0%	9.1%	8.2%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%							
22	Provisão para perda esperada							(37)	(28)	(39)	(18)	(22)	(30)	(34)	(39)	(45)	(49)	(54)	(58)	(63)	(68)	(74)	(79)						
23	margin (%)							-1.8%	-1.2%	-1.6%	-0.7%	-0.6%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%							
24	growth (%)							-23.1%	37.3%	-52.8%	19.6%	34.3%	13.8%	16.2%	14.0%	10.9%	9.1%	8.2%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%							
25	check																												
26	Margem de contribuição							953	1.112	1.267	1.509	1.864	2.208	2.622	3.069	3.542	4.033	4.415	4.793	5.197	5.633	6.107	6.596						
27	margin (%)							45.1%	48.7%	51.3%	53.6%	53.6%	54.2%	54.2%	54.9%	55.6%	57.1%	57.3%	57.5%	57.7%	57.9%	58.1%	58.1%						
28	growth							159	155	242	355	344	414	447	473	491	392	379	403	437	473	490							
29	growth (%)							16.7%	13.9%	19.1%	23.5%	18.5%	18.7%	17.0%	15.4%	13.9%	9.5%	8.6%	8.4%	8.4%	8.4%	8.0%							

Figura 29 – Página Modelos Individuais, agrupamento gestão

Essa página também possui outros três agrupamentos principais. Os agrupamentos de modelos individuais de “Business Performance” e “Techfin”, com estrutura e funcionamento similar ao agrupamento de gestão ilustrado acima, e um agrupamento final consolidado, composta da soma das três linhas de negócio que constituem a empresa TOTVS.

Página Modelo Consolidado

Essa página consiste em consolidar o resultado da empresa como um todo e calcular e estimar o resto das métricas financeiras que ainda não foram calculadas na página de modelos individuais, tanto o resto da DRE quanto o balanço patrimonial e fluxo de caixa. Essa página recebe inputs de todas as outras páginas: Company info para dados históricos de métricas financeiras e operacionais, revenue breakdown para cálculos e estimativas de

receita e modelos individuais para métricas financeiras calculadas por segmento at a margem de contribuição. Essa página possui oito agrupamentos principais: P&L, Fluxo de Caixa, Balanço Patrimonial, Working Capital, Permanente, Endividamento, resultado financeiro e dividendos/JCP.

O agrupamento de P&L consiste em calcular o demonstrativo do resultado do exercício consolidado, recebendo os cálculos dos modelos individuais e adicionando cálculo das despesas operacionais (SG&A), depreciação e amortização (D&A), resultado financeiro, impostos e lucro de não controladores, até chegar no cálculo do lucro líquido da empresa, como demonstrado na imagem 30.

	A	B	C	D	E	F	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD								
1	Modelo consolidado																																		
2	(R\$ in millions)																																		
3	Historical														Estimates																				
4	2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022														2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033																				
42	Margem de contribuição	833	952	910	931	970	953	1.112	1.343	1.723	2.170	2.565	3.076	3.640	4.207	4.777	5.236	5.884	6.155	6.664	7.209	7.779	2.565	3.076	3.640	4.207	4.777	5.236	5.884	6.155	6.664	7.209	7.779		
43	margin (%)	51.7%	52.2%	48.0%	48.0%	48.7%	45.1%	48.7%	52.4%	54.3%	53.7%	54.0%	54.2%	54.9%	55.8%	57.2%	57.3%	57.8%	57.8%	58.0%	58.2%	58.4%	58.4%	54.0%	54.2%	54.9%	55.8%	57.2%	57.3%	57.8%	57.8%	58.0%	58.2%	58.4%	58.4%
44	growth (%)	10%	14%	-4%	2%	4%	-2%	17%	-21%	29%	29%	19%	20%	18%	16%	14%	10%	8%	8%	8%	8%	8%	19%	20%	18%	16%	14%	10%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	
45	(-) SG&A (Adj.)	(432)	(492)	(499)	(576)	(670)	(606)	(643)	(754)	(934)	(1,211)	(1,417)	(1,703)	(1,964)	(2,203)	(2,406)	(2,587)	(2,756)	(2,930)	(3,115)	(3,336)	(3,590)	(1,417)	(1,703)	(1,964)	(2,203)	(2,406)	(2,587)	(2,756)	(2,930)	(3,115)	(3,336)	(3,590)		
46	margin (%)	-28.8%	-27.1%	-28.7%	-29.7%	-33.6%	-29.7%	-29.2%	-29.4%	-29.4%	-30.0%	-29.9%	-30.1%	-30.0%	-29.8%	-29.4%	-29.3%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	-29.9%	-30.1%	-30.0%	-29.8%	-29.4%	-29.3%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	-29.1%	
47	EBITDA (adj.)	402	460	411	355	300	347	469	589	789	960	1,147	1,373	1,676	2,004	2,370	2,649	2,928	3,224	3,549	3,874	4,181	1,147	1,373	1,676	2,004	2,370	2,649	2,928	3,224	3,549	3,874	4,181		
48	margin (%)	24.9%	25.4%	22.0%	18.3%	15.1%	16.4%	20.6%	23.0%	24.6%	23.8%	24.2%	24.2%	25.3%	25.6%	28.4%	29.1%	29.3%	30.4%	31.0%	31.4%	31.4%	24.2%	24.2%	25.3%	25.6%	28.4%	29.1%	29.3%	30.4%	31.0%	31.4%	31.4%	31.4%	
49	growth (%)	6.2%	14.6%	-10.7%	-13.6%	-15.6%	15.6%	35.3%	25.5%	34.0%	21.6%	19.6%	19.7%	22.1%	19.5%	18.3%	11.8%	10.5%	10.1%	10.1%	9.2%	7.9%	19.6%	19.7%	22.1%	19.5%	18.3%	11.8%	10.5%	10.1%	10.1%	9.2%	7.9%		
50	(-) D&A	(83)	(92)	(104)	(128)	(148)	(122)	(147)	(205)	(261)	(283)	(313)	(289)	(285)	(284)	(285)	(287)	(291)	(297)	(304)	(313)	(323)	(289)	(285)	(284)	(285)	(287)	(291)	(297)	(304)	(313)	(323)			
51	margin (%)	-5.1%	-5.1%	-5.6%	-6.6%	-7.4%	-5.8%	-6.4%	-8.0%	-8.2%	-7.0%	-6.6%	-5.1%	-5.6%	-3.8%	-3.4%	-3.2%	-3.0%	-2.8%	-2.7%	-2.5%	-2.4%	-6.6%	-5.1%	-5.6%	-6.6%	-7.4%	-5.8%	-6.4%	-8.0%	-8.2%	-7.0%			
52	EBIT	319	368	307	227	153	225	322	384	528	677	834	1,085	1,391	1,720	2,086	2,362	2,637	2,927	3,245	3,561	3,858	1,085	1,391	1,720	2,086	2,362	2,637	2,927	3,245	3,561	3,858			
53	margin (%)	19.8%	20.3%	16.4%	11.7%	7.7%	10.8%	14.1%	15.0%	16.6%	16.8%	17.0%	19.1%	21.0%	22.8%	25.0%	25.9%	28.9%	27.6%	28.3%	29.8%	29.0%	17.0%	19.1%	21.0%	22.8%	25.0%	25.9%	28.9%	27.6%	28.3%	29.8%	29.0%		
54	growth (%)	7%	15%	-17%	-26%	-33%	47%	44%	19%	37%	28%	23%	30%	28%	24%	21%	13%	12%	11%	11%	10%	8%	23%	30%	28%	24%	21%	13%	12%	11%	11%	10%	8%		
55	Recultas financeiras	40	75	122	74	51	38	69	47	90	383	349	351	342	355	364	367	365	374	383	393	402	349	351	342	355	364	367	365	374	383	393	402		
56	Despesas financeiras	(43)	(67)	(90)	(111)	(90)	(78)	(70)	(59)	(146)	(342)	(360)	(305)	(291)	(290)	(289)	(296)	(303)	(311)	(320)	(329)	(338)	(360)	(305)	(291)	(290)	(289)	(296)	(303)	(311)	(320)	(329)	(338)		
57	(+/-) Resultado financeiro	(3)	8	25	(37)	(39)	(40)	(1)	(11)	(56)	21	(11)	46	51	60	76	71	62	63	64	64	64	(11)	46	51	60	76	71	62	63	64	64	64		
58	margin (%)	-0.2%	0.4%	1.4%	-1.9%	-2.0%	-1.9%	-0.1%	-0.4%	-1.8%	0.5%	-0.2%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%	-0.2%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%		
59	EBT	316	376	332	190	113	184	321	373	472	698	823	1,131	1,442	1,780	2,161	2,433	2,698	2,990	3,309	3,625	3,923	1,131	1,442	1,780	2,161	2,433	2,698	2,990	3,309	3,625	3,923			
60	margin (%)	19.6%	20.7%	17.8%	9.8%	5.7%	14.1%	14.5%	14.9%	17.3%	17.3%	17.3%	19.9%	21.7%	23.6%	25.9%	28.7%	27.4%	28.2%	28.9%	29.3%	29.4%	17.3%	19.9%	21.7%	23.6%	25.9%	28.7%	27.4%	28.2%	28.9%	29.3%	29.4%		
61	growth (%)	10%	19%	-12%	-43%	-41%	63%	74%	19%	27%	48%	19%	37%	28%	23%	21%	13%	11%	11%	11%	10%	8%	19%	37%	28%	23%	21%	13%	11%	11%	11%	10%	8%		
62	(-) Tax rate total	(83)	(99)	(58)	(28)	(14)	(47)	(69)	(83)	(93)	(153)	(134)	(256)	(326)	(403)	(489)	(550)	(610)	(676)	(748)	(820)	(1,247)	(134)	(256)	(326)	(403)	(489)	(550)	(610)	(676)	(748)	(820)	(1,247)		
63	EBT %	-29%	-26%	-18%	-15%	-12%	-25%	-22%	-20%	-22%	-22%	-16%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-16%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%	-23%		
64	Net income (w/ non-controlling)	223	277	274	167	102	137	251	287	382	555	689	875	1,116	1,377	1,672	1,883	2,088	2,314	2,560	2,805	2,675	689	875	1,116	1,377	1,672	1,883	2,088	2,314	2,560	2,805	2,675		
65	margin (%)	13.8%	15.3%	14.0%	8.8%	5.1%	6.5%	11.0%	11.2%	12.0%	13.7%	14.5%	15.4%	16.8%	18.3%	20.0%	20.7%	21.2%	21.8%	22.4%	22.7%	20.1%	14.5%	15.4%	16.8%	18.3%	20.0%	20.7%	21.2%	21.8%	22.4%	22.7%	20.1%		
66	growth (%)	7.7%	24.1%	-1.0%	-39.0%	-38.8%	34.3%	83.0%	14.2%	33.3%	45.2%	24.0%	27.1%	27.5%	22.4%	21.4%	12.0%	10.9%	10.8%	10.7%	9.6%	-4.5%	24.0%	27.1%	27.5%	22.4%	21.4%	12.0%	10.9%	10.8%	10.7%	9.6%	-4.5%		
67	(-) Non-controlling										(6)	(25)	(31)	(39)	(50)	(27)	(75)	(85)	(94)	(104)	(115)	(120)	(6)	(25)	(31)	(39)	(50)	(27)	(75)	(85)	(94)	(104)	(115)	(120)	
68	Net income (%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-1.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-1.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%	-4.5%		
69	Controlling net income	223	277	274	167	102	137	251	287	377	530	657	836	1,066	1,315	1,597	1,798	1,994	2,210	2,445	2,679	2,555	657	836	1,066	1,315	1,597	1,798	1,994	2,210	2,445	2,679	2,555		
70	margin (%)	13.8%	15.3%	14.0%	8.8%	5.1%	6.5%	11.0%	11.2%	11.9%	13.1%	13.8%	14.7%	16.1%	17.4%	19.1%	19.7%	20.3%	20.8%	21.3%	21.7%	19.2%	13.8%	14.7%	16.1%	17.4%	19.1%	19.7%	20.3%	20.8%	21.3%	21.7%	19.2%		

Figura 30 – Página Modelos Consolidado, agrupamento P&L

O agrupamento de Balanço Patrimonial consiste em calcular os ativos, passivos e patrimônio líquido da empresa. Os ativos são compostos de caixa, recebíveis, estoques, ativos mantidos para venda, ativos fiscais, PP&E e Outros. Os passivos são compostos de empréstimos, debentures, arrendamentos, fornecedores, comissões a pagar, salários a pagar, obrigações por aquisição de investimentos, passivos mantidos para venda, passivos fiscais e outros. O agrupamento está ilustrado na figura abaixo.

	A	B	C	D	E	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
1																	
2		<b>Modelo consolidado</b>															
3		(R\$ in millions)									2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
4																	
5						Historical										Estimates	
6						2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
7																	
8	x	<b>Revenues</b>															
23	x	<b>P&amp;L</b>															
97	x	<b>Cash flow</b>															
137	x	<b>Balance sheet</b>															
138																	
139		check				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
140		<b>Ativo</b>	<b>2,391</b>	<b>3,536</b>	<b>4,135</b>	<b>9,945</b>	<b>10,616</b>	<b>10,800</b>	<b>10,832</b>	<b>10,980</b>	<b>11,124</b>	<b>11,318</b>	<b>11,530</b>				
141		Caixa	503	1,565	1,184	2,781	2,820	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720				
142		Recebíveis net de PDD	405	383	618	483	514	591	704	823	926	1,019	1,106				
146		Estoques	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
147		Ativos mantidos para venda	-	-	-	2,641	2,824	3,212	3,140	3,145	3,141	3,178	3,220				
152		Tax assets	164	130	139	175	221	254	303	354	398	438	476				
156		PP&E	1,056	1,200	1,951	3,540	3,923	3,633	3,575	3,548	3,549	3,574	3,619				
159		Outros	221	258	244	326	314	390	390	390	390	390	390				
166																	
167		<b>Passivo</b>	<b>2,391</b>	<b>3,536</b>	<b>4,135</b>	<b>9,945</b>	<b>10,616</b>	<b>10,800</b>	<b>10,832</b>	<b>10,980</b>	<b>11,124</b>	<b>11,318</b>	<b>11,530</b>				
168		Empréstimos, debentures e arrendamentos	479	451	325	1,737	1,760	1,747	1,755	1,763	1,772	1,781	1,790				
175		Fornecedores	114	64	99	105	129	150	175	202	225	246	265				
176		Comission payables	43	46	54	58	66	75	90	105	118	130	141				
177		Worker payables	175	193	212	274	318	365	435	508	572	630	684				
178		Obrigações por aquisição de investimentos	75	43	208	465	564	610	319	242	203	171	-				
181		Passivos mantidos para venda	-	-	-	2,054	2,364	2,462	2,462	2,462	2,462	2,463	2,463				
184		Tax payables	47	55	79	76	97	112	133	155	175	192	209				
188		Outros	170	205	554	688	735	641	641	641	641	641	641				
196																	
197		<b>Patrimônio líquido</b>	<b>1,288</b>	<b>2,478</b>	<b>2,604</b>	<b>4,486</b>	<b>4,585</b>	<b>4,637</b>	<b>4,821</b>	<b>4,901</b>	<b>4,956</b>	<b>5,066</b>	<b>5,338</b>				
205																	

Figura 31 – Página Modelos Consolidado, agrupamento Balanço Patrimonial

O agrupamento de working capital consiste em calcular os indicativos de capital de giro da empresa. Os indicativos são calculados de duas formas: em dias de receita, ou seja, quantos dias de receita em média são necessários para esse indicador; ou em dias de COGS, ou seja, quantos dias de COGS em média são necessários para esse indicador. Os principais indicadores são os recebíveis em dias de receita, os estoques em dias de COGS e os fornecedores em dias de COGS.

O agrupamento de permanente consiste em calcular as linhas do balanço patrimonial relacionadas a permanente e imobilizado, assim como calcular a depreciação e amortização do período e o capex investido. O imobilizado de um período é calculado como o imobilizado do período anterior, descontado da depreciação e amortização do período e somado ao capex investido no período. Esse agrupamento também calcula o passivo de arrendamento, os juros de arrendamento e a depreciação e amortização relacionada ao arrendamento.

O agrupamento de endividamento consiste em calcular a dívida bruta e dívida líquida da empresa. A dívida bruta de um período é calculada como a dívida bruta no período anterior, descontada do pagamento de principal e somada às novas emissões de dívida. Neste modelo o juro composto da dívida não afeta a dívida bruta do período seguinte, por ser assumido que o juro incorrido que passa no demonstrativo do resultado será pago integralmente. A dívida líquida, por sua vez, é calculada como a dívida bruta descontada do caixa disponível da companhia. Por fim, esse agrupamento também calcula a dívida de aquisições da empresa.

O agrupamento de resultado financeiro calcula as receitas financeiras e despesas financeiras da empresa. As receitas financeiras são calculadas como o montante em caixa da empresa rentabilizando um percentual da taxa de Certificado de Depósito Interbancário (CDI) e somada a um fator de outras receitas financeiras calculadas como um percentual da receita líquida da empresa. As despesas financeiras são calculadas como a dívida bruta da empresa multiplicada por um percentual da taxa do CDI, além do fator de outras despesas financeiras calculadas por meio de um percentual da receita líquida. O resultado financeiro em si é a soma das receitas financeiras com as despesas financeiras.

O agrupamento de dividendos e Juros sobre Capital Próprio (JCP) calcula os dividendos e JCP pagos no período como percentual do lucro líquido do período. Como o JCP é descontado do imposto de renda do período, o cálculo é realizado através do lucro antes de impostos (EB T) para evitar um cálculo circular no modelo.

O agrupamento de cash flow calcula o fluxo de caixa da empresa de duas formas distintas. A primeira forma é o Fluxo de Caixa Livre para o Equity (FCFE) que parte do lucro líquido total, adiciona novamente depreciação e amortização (por ser uma despesa não-caixa), adiciona novamente a depreciação de IFRS16 (por representar uma depreciação com consumo de caixa), desconta variação do working capital, desconta capex, adiciona variação da dívida bruta, desconta lucro líquido de não controladores, desconta ajustes não recorrentes, desconta dividendos, desconta JCP, desconta recompras e adiciona caixa de follow-on. A segunda forma é o Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF), que é calculado a partir do EBIT, que é descontado dos juros de arrendamento e taxa de imposto nominal, resultando no lucro operacional pós-impostos (NOPAT), que por sua vez é descontado dos mesmos fatores que no primeiro método. Os dois métodos de cálculo do fluxo de caixa podem ser visualizados na imagem abaixo.

	A	B	C	D	E	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
1																	
2		<b>Modelo consolidado</b>															
3		(R\$ in millions)															
4											2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
5																	
6																	
97	x	<b>Cash flow</b>															
98																	
99	x	<b>Net income</b>															
100		(+)	D&A	-	147	205	261	283	305	289	285	284	285	287			
101		(-)	IFRS16	-	(62)	(55)	(47)	(56)	(52)	(46)	(48)	(50)	(52)	(54)			
102		(-)	Δ WC operacional	-	14	(200)	233	(22)	(135)	(88)	(91)	(80)	(72)	(68)			
103		(-)	Δ WC other	-	63	41	28	25	39	57	60	52	47	44			
104		(-)	Δ WC supplier (aumento carteira própria)	-	154	297	(239)	(187)	47	66	(8)	4	(34)	(37)			
105		(-)	Capex organico	-	(60)	(85)	(176)	(186)	(205)	(170)	(199)	(226)	(251)	(273)			
106		(-)	Capex M&A	-	(5)	(336)	(1,739)	(390)	(81)	(291)	(77)	(39)	(32)	(171)			
107		(+)	Δ Gross debt	-	(227)	(108)	1,408	38	4	-	-	-	-	-			
108		(-)	Non-controlling	-	-	-	(6)	(25)	(31)	(39)	(50)	(62)	(75)	(85)			
109		(+/-)	Ajustes não recorrentes	-	3	8	(8)	(32)	(41)	-	-	-	-	-			
110		(+/-)	Outros	-	(29)	371	(330)	3	(61)	-	-	-	-	-			
111		(=)	FCFE	-	249	425	(233)	7	478	652	986	1,259	1,488	1,526			
112		(-)	Dividendos e JCP	-	(50)	(108)	(144)	(140)	(609)	(652)	(986)	(1,259)	(1,488)	(1,526)			
113		(-)	Recompras	-	4	(93)	-	(109)	(66)	-	-	-	-	-			
114		(-)	Follow on	-	1,038	-	1,403	-	-	-	-	-	-	-			
115		(=)	Varição caixa	-	1,240	224	1,026	(242)	(197)	-	-	(0)	-	-			
116																	
117			Varição efetiva	-	1,062	(381)	1,596	39	(6)	-	-	-	-	-			
118			Diferença	-	178	605	(570)	(281)	(192)	-	-	(0)	-	-			
119																	
120			EBIT	-	322	384	528	677	834	1,085	1,391	1,720	2,086	2,362			
121		(-)	Juros IFRS16	-	(15)	(12)	(16)	(13)	(12)	(12)	(13)	(13)	(14)	(14)			
122			EBIT adj.	-	307	372	511	664	822	1,072	1,379	1,707	2,072	2,347			
123		(-)	Nominal tax	-	(104)	(127)	(174)	(226)	(280)	(365)	(469)	(580)	(704)	(798)			
124		(=)	NOPAT	-	203	246	338	438	543	708	910	1,126	1,367	1,549			
125		(+)	D&A	-	147	205	261	283	305	289	285	284	285	287			
126		(-)	IFRS16	-	(62)	(55)	(47)	(56)	(52)	(46)	(48)	(50)	(52)	(54)			
127		(-)	Δ WC operacional	-	14	(200)	233	(22)	(135)	(88)	(91)	(80)	(72)	(68)			
128		(-)	Δ WC other	-	63	41	28	25	39	57	60	52	47	44			
129		(-)	Δ WC supplier (aumento carteira própria)	-	154	297	(239)	(187)	47	66	(8)	4	(34)	(37)			
130		(-)	Capex organico	-	(60)	(85)	(176)	(186)	(205)	(170)	(199)	(226)	(251)	(273)			
131		(-)	Capex M&A	-	(5)	(336)	(1,739)	(390)	(81)	(291)	(77)	(39)	(32)	(171)			
132		(-)	Non-controlling	-	-	-	(6)	(25)	(31)	(39)	(50)	(62)	(75)	(85)			
133		(=)	FCFF	-	454	113	(1,347)	(120)	430	485	780	1,009	1,183	1,193			
134		(+/-)	Incentivos e descontos	-	34	40	84	83	145	109	143	178	216	248			
135		(=)	FCFF w/ tax incentives	-	488	153	(1,262)	(36)	575	594	922	1,186	1,398	1,440			

Figura 32 – Página modelo consolidado, agrupamento do cálculo do fluxo de caixa pelos dois métodos (Fluxo de caixa livre para o equity e fluxo de caixa livre para a firma).

### Página Valuation

Essa página consiste em calcular o valuation da empresa pela metodologia de Fluxo de Caixa Descontado (DCF). Essa página recebe o fluxo de caixa futuro estimado pela empresa da página modelo consolidado. A página também recebe como inputs as premissas de "g", que corresponde a taxa de crescimento constante após o período de último fluxo de caixa estimado; e de "Ke", que corresponde ao custo de equity, que deve ser calculado pela metodologia de Capital Asset Pricing Model (CAPM). Essa página estima o valor da perpetuidade assumindo crescimento constante do input de "g" utilizando a fórmula  $\text{valor da perpetuidade} = (\text{fluxo de caixa do último período estimado}) * (1 + g) / (Ke - g)$ . Na sequência, essa página traz o fluxo de caixa estimado e o valor da perpetuidade a valor presente descontando o custo de capital "Ke" composto anualmente até o período do fluxo de caixa. Esse fluxo de caixa a valor presente é somado e corresponde ao valor de equity "justo" da empresa. Esse valor é dividido pelo número de ações listadas da empresa, resultando no valor "justo" por ação da empresa. Esse valor "justo" por sua vez

é comparado ao valor de mercado atual da empresa, sugerindo a possível valorização ou desvalorização da ação da empresa caso as expectativas do mercado de capitais convirjam para o cenário com as premissas adotadas nesse modelo. Por fim, essa página contém dois outputs visuais, uma tabela de múltiplos de valuation, mostrando quantas vezes lucro está o valor de mercado da empresa e quantas vezes EBITDA está o valor implícito da empresa a valor de mercado; e uma tabela de sensibilidade, mostrando a relação entre o valor "justo" estimado e o valor atual de mercado baseado em variações dos inputs "g" e "Ke".

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1																						
2		<b>Valuation</b>																				
3		(R\$ in millions)																				
4							BoP.O.	1Q24		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
5		g	7,00%	Historical				Estimates														
6		Ke	12,50%	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033				
12		DCF - FCFE		249	425	-233	7	478	652	986	1.259	1.488	1.526	1.873	2.067	2.278	2.487	2.338				
13		Present value	8.660	41%																		
14		Perpetuity	12.452	59%																		12.452
15		Equity value		21.112																		
16		# shares	606																			
17		Per share	34,85																			
18		Current price	27,20																			
19		[Up/down] side		28,1%																		
21		DCF - FCFF		454	113	-1.347	-120	430	485	790	1.009	1.183	1.193	1.515	1.675	1.848	2.021	2.198				
22		Present value	7.057																			
23		Subvenção	1.178						455	645	743	773	693	783	769	755	733	709				
24		Perpetuity	12.076						97	113	125	135	138	140	139	137	134	134				12.076
25		(-) Net debt	1.189																			
26		Equity value		21.480																		
27		# shares	606																			
28		Per share	35,46																			
29		Current price	27,20																			
30		[Up/down] side		30,4%																		
33		x Sensitivities																				
34		34,85	10,5%	11,5%	12,5%	13,5%	14,5%															
35		5,0%	40,30	33,82	29,09	25,49	22,67															
36		6,0%	46,05	37,45	31,53	27,20	23,90															
37		7,0%	55,08	42,71	34,85	29,43	25,46															
38		8,0%	71,33	50,96	39,66	32,47	27,51															
39		9,0%	109,26	65,81	47,20	36,87	30,30															
40		28,1%	10,5%	11,5%	12,5%	13,5%	14,5%															
41		5,0%	48,2%	24,3%	6,9%	-6,3%	-16,7%															
42		6,0%	69,3%	37,7%	15,9%	0,0%	-12,1%															
43		7,0%	102,5%	57,0%	28,1%	8,2%	-6,4%															
44		8,0%	162,3%	87,3%	45,8%	19,4%	1,1%															
45		9,0%	301,7%	142,0%	73,5%	35,5%	11,4%															
46																						
47																						

Figura 33 – Página Valuation

### Premissas do modelo econômico-financeiro

O modelo econômico-financeiro depende de várias premissas para a realização de seus cálculos. A primeira premissa utilizada é o crescimento de receita líquida da empresa nos próximos anos. Para estimar esse crescimento, usarei dados do setor relacionados ao mercado total endereçável (TAM). O crescimento do TAM do setor de software de ERP pode ser dividido em dois componentes: o crescimento do percentual de adoção nas empresas e o crescimento do gasto médio por empresa. Como pode ser visto na imagem 34, a adoção de ERP no Brasil está um pouco abaixo da média da OCDE em pequenas e médias empresas, que são o foco principal da TOTVS. A premissa utilizada será que, em 5 anos, a penetração de pequenas empresas chega em 35%, a de médias empresas chega em 65% e a de grandes empresas chega em 85%. Com essas premissas e com a composição aproximada de 50/50 na receita da TOTVS entre pequenas e médias empresas (SME)

e corporativas e considerando que a receita de SME são 35% pequenas e 65% médias, isso resulta em um crescimento de aproximadamente 13% de receita em decorrência desse componente.

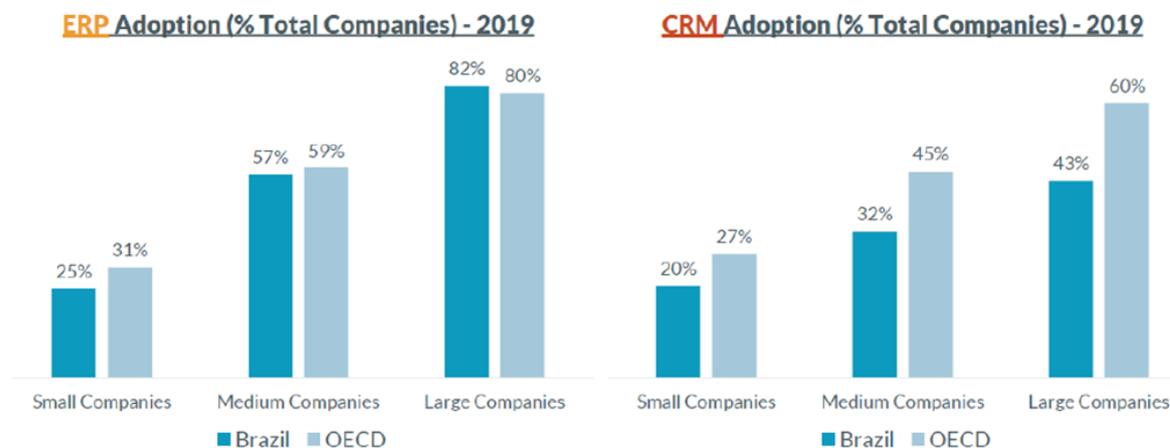
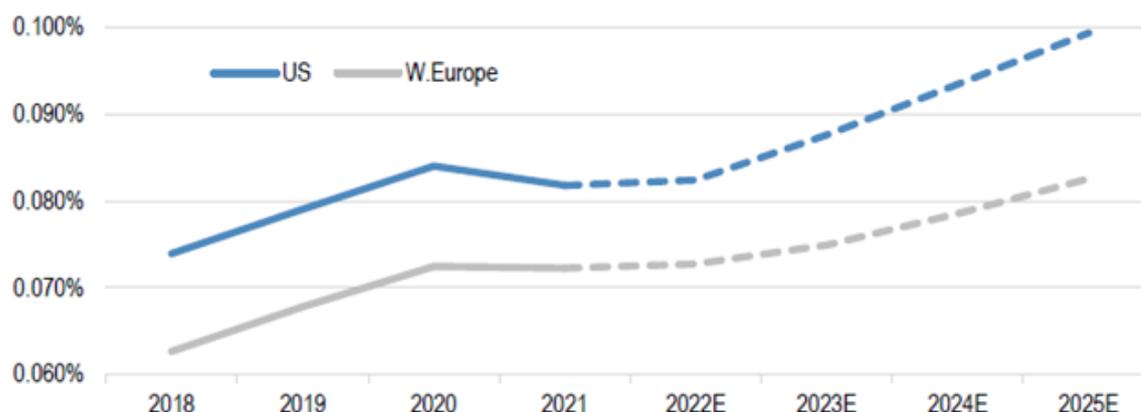


Figura 34 – Gráfico da TOTVS com adoção de ERP no Brasil e na OCDE

Já em relação ao segundo componente de crescimento do gasto médio por empresa, é possível estimar o crescimento do gasto por empresa com o gráfico de estimativas do banco de investimento JPMorgan Chase & Co (JPM) e Gartner na imagem 35, que estima que receita de ERP como percentual do PIB nos Estados Unidos deve crescer aproximadamente 25% em três anos. Considerando o crescimento esperado para o PIB dos Estados Unidos, o crescimento nominal deve ser aproximadamente 30% em três anos, que anualizado e considerando um período de 5 anos resulta em um crescimento aproximado de 55%. O gráfico na figura 36 mostra que o setor é sub penetrado no Brasil se comparado com Estados Unidos e portando é esperado que o crescimento no Brasil seja mais rápido de forma que essa diferença se reduza. Por conservadorismo, a premissa utilizada será que esse componente de crescimento no Brasil seja igual ao crescimento desse componente nos EUA. Dessa forma, considerando os dois componentes de crescimento de 13% e 55% em 5 anos, o crescimento total do TAM é de 75%. Adicionalmente, uma empresa pode crescer acima ou abaixo do crescimento de seu TAM, que corresponde a ganhar ou perder participação no mercado. A premissa utilizada nesse ponto é que a empresa manterá sua participação no mercado constante, ou seja, seu crescimento será igual ao crescimento do setor. Assim, a premissa total de crescimento do segmento de ERP da empresa será de 75% em 5 anos. Considerando uma inflação anual de 4% em cima desse valor, resulta em um crescimento total de aproximadamente 113% em 5 anos considerando inflação. A empresa TOTVS possui dois segmentos, além de ERP, que são menos relevantes, pois juntos constituem menos de 5% do lucro líquido consolidado. Para esses segmentos a premissa de crescimento é semelhante à de ERP.

**Figure 5: Nonetheless, ERP penetration continues to grow even in the US and Western Europe**

ERP vendor revenues as % of GDP



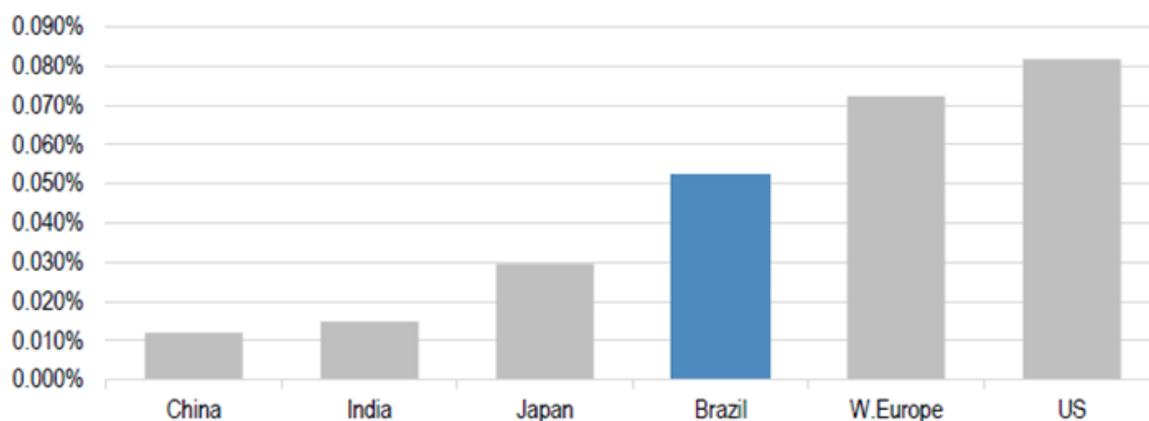
Source: Gartner and J.P. Morgan estimates.

The Gartner data ex-Brazil is based on the 2-Mar-22 [report](#) *China Software/Saas: The Time is Ripe(r); Our Playbook to Ride This Trend* by DS Kim and team.

Figura 35 – Gráfico do JPM e Gartner estimando crescimento de receita de ERP como percentual do PIB

**Figure 4: Brazilian ERP penetration is below Western Europe and the US, but not substantially**

ERP vendor revenues as % of GDP, 2021



Source: Gartner, company reports and J.P. Morgan estimates. Brazil is JPMe, assuming (1) Totvs reported share of 48%; (2) 85% of Totvs management recurring and license revenues are ERP revenues. Other countries are calculated from Gartner data.

Figura 36 – Gráfico do JPM e Gartner mostrando adesão de ERP no Brasil como percentual do PIB comparado com outros países

Por simplicidade, o modelo irá considerar como a premissa de margens operacionais da empresa que devem se manter aproximadamente constantes no futuro, ou seja, os custos operacionais e despesas operacionais da empresa devem crescer em ritmo semelhante ao

crescimento de receitas. Na prática, muito provavelmente existem economias de escala que beneficiam os custos e despesas da empresa e podem apresentar melhorias de margem conforme a empresa cresce, porém, esses efeitos não serão considerados no modelo. A partir da premissa original de margens constantes, o COGS da empresa terá o impacto adicional dos investimentos de arquitetura de cloud propostos anteriormente, que correspondem a 41 milhões de reais anuais conforme a base de clientes é convertida para o modelo de serviço de SAAS. Na prática, esse investimento seria provavelmente realizado gradualmente, porém por simplicidade o modelo considera que esse investimento será realizado inteiramente a partir de 2024. A premissa para a alíquota de imposto para o futuro é que seja em torno de 23% da base de lucro antes de impostos (EBT), que corresponde a uma média dos últimos anos da empresa. Essa alíquota é abaixo da alíquota nominal de 34% para empresas no Brasil, pois a TOTVS dispõe de alguns benefícios fiscais como JCP e lei 11.196, porém, por conservadorismo, o modelo considera que esses benefícios não serão renovados em seu término em 2033. As premissas de Working Capital são que os dias de receita e dias de COGS se mantêm constantes, ou seja, as linhas respectivas do balanço patrimonial crescem na mesma velocidade da receita líquida e do COGS. As premissas de permanente são que a depreciação do permanente é em torno de 7,2% da base anualmente e o capex se mantém em torno de 3% da receita líquida, em linha com histórico e projeções da companhia. Adicionalmente a essa base de 3% da receita líquida de capex, está sendo considerado o capex de investimento na arquitetura de cloud da empresa proposto na etapa anterior de 21,9 milhões de reais divididos em três anos. A premissa de endividamento é que o nível de endividamento da empresa permanece constante, ou seja, a empresa emite dívida na mesma frequência que repaga o montante atual. A premissa de "G" da empresa, que corresponde ao crescimento da empresa após o período considerado no modelo, será de 7%. O custo de capital "Ke" utilizado será baseado na metodologia do Capital Asset Pricing Model (CAPM) em que  $Ke = Rf + \beta * (Rm - Rf)$ . Considerando um risk free rate de 4,2% como a taxa do US treasury de 10 anos, um beta de 1,37 para a empresa (obtido em <https://pages.stern.nyu.edu/> para o setor de software) e um Rm de 9,57% (obtido em <https://pages.stern.nyu.edu/> para o risco de equity do Brasil) com um diferencial de inflação de 2%, resultando em um Rm de 11,57%; o Ke resultante é de 12,8%.

### 3.2.5 Tese de Investimento

A tese de investimento quantitativa pela metodologia de DCF possui como output proposto o valor "justo" da empresa, consistindo na soma do fluxo de caixa futuro descontado a valor presente. Esse output, para as premissas propostas e para o impacto estimado dos investimentos em escalabilidade de cloud para comportar 100% da base de clientes, pode ser visualizado na imagem 37. Também pode ser visualizado nessa imagem o resultado desse cálculo, que é de 20,163 bilhões de reais. Dividindo esse valor pelo número de ações em circulação da companhia (de ticker "TOTS3"), chega em um valor "justo"

por ação de 33 reais e 29 centavos. Na data de 8 de dezembro de 2023, o valor de mercado de fechamento da ação da empresa foi de 34 reais e 36 centavos, ou seja, o valor "justo" calculado para a empresa é 3,1% abaixo de seu valor de mercado nessa data. A proximidade do valor "justo" calculado e do valor de mercado da empresa indicam que de maneira geral as estimativas adotadas nesse projeto devem apresentar certo grau de proximidade com as estimativas de consenso no mercado, que ajuda a validar minimamente a confiabilidade do modelo econômico-financeiro, pois, caso os valores destoassem significativamente, indicaria que ou possivelmente teria um erro no modelo, ou um erro no consenso de mercado, de forma que a probabilidade do primeiro cenário seria significativamente maior. De maneira geral, a conclusão dessa tese de investimento é que o valor de mercado da empresa está acima de seu valor "justo" e, portanto, segundo a metodologia adotada, parece oferecer uma assimetria negativa para investidores. Uma hipótese possível para essa diferença entre o valor "justo" calculado e o valor de mercado da empresa é que os investimentos necessários na arquitetura de cloud da empresa que foram estimados em detalhes nesse projeto estão sendo subestimados nas análises de mercado. Outra hipótese possível é que o modelo econômico-financeiro está sendo conservador demais em alguns aspectos em comparação com o consenso de mercado, como a premissa de que não há ganho de margem nas despesas operacionais da empresa ou a premissa de que os benefícios fiscais não serão renovados após seu término.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																					
2		<b>Valuation</b>																			
3		(R\$ in millions)																			
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					

Figura 37 – Fluxo de caixa de output da tese de investimento com as premissas propostas

### 3.3 Tecnologias Utilizadas

O trabalho é majoritariamente estratégico, portanto foram utilizadas poucas tecnologias em seu desenvolvimento. Os diagramas de classes pertencentes ao modelo de análise de escalabilidade de software foram desenvolvidos usando a plataforma online de diagramas "app.creately.com". O modelo econômico-financeiro foi desenvolvido utilizando a ferramenta Microsoft Excel 2016. Adicionalmente, pode-se mencionar a base teórica tecnológica utilizada com os conceitos da arquitetura de referência de cloud (NIST, 2011) e com a base teórica de OOP de (WEISFELD, 2013).

## 4 Considerações Finais

### 4.1 Conclusões do Projeto de Formatura

Neste projeto foi desenvolvido uma metodologia que permite organizar e analisar em alto nível de abstração a escalabilidade de uma arquitetura genérica de cloud em modelo de serviço SAAS. Para validar o funcionamento do modelo proposto, o modelo foi aplicado na arquitetura de cloud da empresa TOTVS para analisar o cenário em que 100% da base de clientes passa para o modelo cloud SAAS. A partir dessa análise, foram identificados os gargalos nos requisitos não funcionais de capacidade da arquitetura e foram estimados os impactos financeiros necessários para que a arquitetura de cloud da empresa tenha capacidade para comportar o cenário proposto. Na sequência, foi desenvolvido um modelo econômico-financeiro para calcular o valor "justo" da empresa na metodologia de DCF, a partir de premissas operacionais da empresa e baseado nos impactos financeiros dos investimentos necessários para o cenário proposto em sua arquitetura de cloud. Por fim, a conclusão desse modelo foi que o valor "justo" calculado a partir dos impactos financeiros calculados com a arquitetura de cloud e a partir das premissas adotadas é próximo do atual valor de mercado da empresa na elaboração desse relatório, porém, como o valor calculado é inferior ao valor de mercado, a metodologia adotada indica que possivelmente a empresa não representa a melhor alocação de capital para investidores no preço de mercado atual.

### 4.2 Contribuições

A principal contribuição do trabalho é o método desenvolvido para analisar a escalabilidade de uma arquitetura de cloud em modelo de serviço SAAS qualquer em alto nível de abstração. Esse método permite que empresas tenham uma metodologia estruturada para analisar a escalabilidade de sua própria arquitetura de cloud. Adicionalmente, o método desenvolvido possibilita que até mesmo um analista ou investidor externo que não tenha acesso a detalhes técnicos da implementação de cloud SAAS de uma empresa consiga realizar uma análise de escalabilidade de sua arquitetura de cloud, caso tenha acesso a requisitos funcionais e requisitos não funcionais de capacidade dos componentes da arquitetura de cloud. Uma segunda contribuição do projeto é a análise de impactos operacionais e financeiros da tendência de migração de modelo de serviço de software como produto para software como serviço em cloud para uma empresa de software. A análise de escalabilidade realizada para a arquitetura da empresa TOTVS a partir dessa tendência de migração permitiu a elaboração de uma análise financeira que, consequentemente, permitiu a consideração adequada de seus impactos na tese de investimento realizada.

### 4.3 Perspectivas de Continuidade

A principal perspectiva de continuidade do projeto seria estender o método proposto para, além de ter a capacidade de analisar uma arquitetura de cloud no modelo de serviço SAAS, também conseguir analisar a escalabilidade dos modelos de serviço de Platform as a Service (PAAS) ou Infrastructure as a Service (IAAS). Uma segunda perspectiva de continuidade seria analisar a arquitetura de referência utilizada e sugerir evoluções para melhorar a aderência do modelo proposto em implementações fora do padrão que destoem muito da arquitetura de referência.

# Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. *Mercado Brasileiro de Software: Panorama e tendências*. [S.l.], 2023. 32 p. Citado 4 vezes nas páginas 6, 13, 37 e 38.

KOLLER, M. G. T.; WESSELS, D. *MEASURING AND MANAGING THE VALUE OF COMPANIES*. 5. ed. [S.l.]: JohnWiley Sons, 2010. Citado 4 vezes nas páginas 13, 14, 22 e 23.

MARSTON, S. R. et al. Cloud computing - the business perspective. *Decis. Support Syst.*, v. 51, n. 1, p. 176–189, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.12.006>>. Citado na página 12.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. *NIST Cloud Computing Reference Architecture: Recommendations of the national institute of standards and technology*. [S.l.], 2011. 35 p. Citado 5 vezes nas páginas 12, 14, 15, 23 e 57.

VASKA MAURIZIO MASSARO, E. M. B. S.; MAS, F. D. The digital transformation of business model innovation: A structured literature review. *Frontiers in Psychology*, v. 11, n. 539363, 2021. Citado na página 11.

WEISFELD, M. *The Object-Oriented Thought Process*. 4. ed. [S.l.]: Developer's Library, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 14, 21, 25 e 57.

ZHANG, W. T. Y. X. Integration of on-premises and cloud-based software: The product bundling perspective. *Journal of the Association for Information Systems*, 2020. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3569026>>. Citado na página 12.