

MESTRADO EM
GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

O PAPEL DAS APIS NA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

PAULO ALEXANDRE ALCÂNTARA JORGE

OUTUBRO - 2020



LISBON
SCHOOL OF
ECONOMICS &
MANAGEMENT
UNIVERSIDADE DE LISBOA

MESTRADO EM

GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

O PAPEL DAS APIS NA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

PAULO ALEXANDRE ALCÂNTARA JORGE

ORIENTAÇÃO:

PROFESSORA DOUTORA WINNIE PICOTO

OUTUBRO – 2020

Agradecimentos

Quero aproveitar esta oportunidade para agradecer a ajuda de várias pessoas que contribuíram para o bom sucesso desta dissertação, em especial:

À minha família que me apoiou e me possibilitou estudar e obter conhecimento sobre a minha área de interesse.

À minha orientadora Professora Doutora Winnie Picoto pela sua disponibilidade e orientação.

Aos respondentes que prescindiram de um pouco do seu tempo para responder ao questionário.

Ao José Quispe, cujo projeto serviu de inspiração, por se ter disponibilizado para partilhar o seu conhecimento comigo.

Resumo

Nos últimos tempos temos assistido à valorização da informação, ao aumento da relevância da transformação digital e ao aumento de utilização de APIs. Nos últimos meses a transformação digital tornou-se ainda mais imperativa em função das consequências da pandemia.

Tendo sido identificada uma lacuna na literatura existente, o presente trabalho tem como objetivo propor e testar um modelo teórico para avaliar a utilização das APIs, identificando os seus *business drivers*, os seus desafios e os seus efeitos.

Com recurso a um questionário respondido por 124 indivíduos, na sua maioria programadores e diretores de sistemas de informação e à metodologia PLS-SEM executada no programa *SmartPLS*, foi possível encontrar evidência estatística para suportar oito das treze hipóteses formuladas.

Foram identificadas como razões para utilizar APIs: a procura por uma independência, por novos modelos de negócio e por uma melhoria de processos. Como desafio apenas o custo foi identificado. Proveniente da utilização advêm benefícios relativos à acessibilidade, à integração de sistemas, à especialização da organização e ao aumento da eficiência.

Palavras-chave: API, Transformação Digital, Informação, Acessibilidade, Integração

Abstract

In recent times we have seen the valorization of information, the increase of the relevance of digital transformation and the increase in the use of APIs. In recent months, digital transformation has become even more imperative due to the consequences of the pandemic.

Having identified a gap in the existing literature, the present work aims to propose and test a theoretical model to assess the use of APIs, identifying their business drivers, their challenges and their effects.

By running a survey answered by 124 individuals, mostly programmers and information systems managers and the PLS-SEM methodology executed in the SmartPLS software, it was possible to find statistical evidence to support eight of the thirteen formulated hypotheses.

The reasons for using APIs were identified as: the search for independence, for new business models and for process improvement. As challenges only the cost was identified. From the use of APIs there are benefits related to accessibility, systems integration, specialization of the organization and increased efficiency.

Keywords: API, Digital Transformation, Information, Accessibility, Integration

Índice

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO.....	1
1.2	OBJETIVOS E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO.....	2
2.	REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1	TRANSFORMAÇÃO DIGITAL	3
2.2	ECOSSISTEMA DIGITAL	4
2.3	APPLICATION PROGRAM INTERFACE	5
2.4	EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE APIS	7
2.5	BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE APIS	8
2.5.1	<i>Acesso</i>	8
2.5.2	<i>Integração</i>	9
2.5.3	<i>Especialização</i>	10
2.5.4	<i>Eficiência</i>	10
2.5.5	<i>Modularização</i>	11
2.6	OBSTÁCULOS NA UTILIZAÇÃO DE APIS	11
3.	MODELO CONCEPTUAL.....	13
3.1	BUSINESS DRIVERS	14
3.1.1	<i>Independência</i>	14
3.1.2	<i>Inovação</i>	15
3.1.3	<i>Melhoria de Processos</i>	15
3.1.4	<i>Criação de valor</i>	15
3.2	DESAFIOS	16
3.2.1	<i>Mau desenho da API</i>	16
3.2.2	<i>Gestão da mudança</i>	18
3.2.3	<i>Segurança</i>	18
3.2.4	<i>Custo</i>	19
3.3	EFEITOS	19
3.3.1	<i>Acessibilidade</i>	20
3.3.2	<i>Integração</i>	20
3.3.3	<i>Especialização</i>	21
3.3.4	<i>Modularização</i>	21
3.3.5	<i>Eficiência</i>	21

4.	METODOLOGIA.....	22
5.	ANÁLISE DOS DADOS	23
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	23
5.2	ANÁLISE DO MODELO	25
5.2.1	<i>Análise do modelo de medida</i>	<i>26</i>
5.2.2	<i>Análise do modelo estrutural</i>	<i>30</i>
6.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	32
7.	CONCLUSÕES	33
	BIBLIOGRAFIA	35

Índice de Figuras

FIGURA 1: MODELO CONCEPTUAL EM ANÁLISE	14
--	----

Índice de Tabelas

TABELA I - FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A AMOSTRA.....	24
TABELA II - INDICADORES DE CONFIABILIDADE	26
TABELA III – INDICADOR AVE	27
TABELA IV – CRITÉRIO FORNELL-LARCKER	28
TABELA V – <i>LOADINGS</i> DOS INDICADORES	29
TABELA VI – COLINEARIDADE NO MODELO ESTRUTURAL (VALORES VIF)	30
TABELA VII – COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO	30
TABELA VIII – <i>PATH COEFFICIENTS</i> E <i>P-VALUES</i>	31
TABELA IX – TAMANHO DO EFEITO NA VARIÁVEL “UTILIZAÇÃO DE APIS”	32

Lista de Abreviaturas

- AC – *Alpha de Cronbach*
- API - *Application Programming Interface*
- ATM - *Automated Teller Machine*
- AVE - *Average Variance Extracted*
- CR – *Composite Reliability*
- CRUD – *Create, Read, Update and Delete*
- GUI – *Graphical User Interface*
- IoT – *Internet of Things*
- REST - *REpresentational State Transfer*
- SOAP - *Simple Object Access Protocol*
- VIF - *Variance Inflation Factor*

1. Introdução

1.1 Enquadramento

Ao longo das últimas décadas assistimos à valorização da informação, aliada à evolução das novas tecnologias que transformam a maneira como interagimos com o mundo e que mudam radicalmente a forma de fazer negócio. O mantra “*Data is the new oil*” (Economist, 2017) começou a ganhar relevo, fruto do crescimento acelerado de líderes tecnológicos como a *Google*, *Facebook*, entre outros que têm nos dados o seu maior ativo capaz de produzir valor para a organização.

Com base nesta premissa de criação de valor, direta ou indireta, através da utilização da informação e da digitalização, as organizações iniciaram processos de transformação digital com o propósito de ter uma visão mais clara do ambiente que as rodeia e também dentro de si próprias. Proporcionou também a possibilidade de criar eficiências através da automatização de processos e da facilidade de partilha de informação.

A transformação digital e o *outsourcing* permitem às empresas eliminar constrangimentos da localização física e dos materiais físicos, tal como concentrarem-se no seu core business, de modo a construir vantagens competitivas delegando os processos de suporte a terceiros especializados nesses mesmos processos, sendo então possível de uma forma geral alcançar resultados com maior qualidade a um menor custo. Podemos dizer então que de uma forma crescente nos últimos tempos, as organizações especializam-se e recrutam parceiros de negócios, na maioria dos casos numa relação pura de cliente-fornecedor, mas também entre concorrentes, dando origem ao termo *coopetition*.

A API (*Application Programming Interface*) não é um conceito novo, no entanto foi nos últimos anos que este conceito começou a ter mais relevância e maior utilização sendo que o desenvolvimento das tecnologias de informação, nomeadamente o aumento da capacidade de transferência de dados e a maior utilização da *cloud*, pode ter sido o fator fundamental que contribuiu para este crescimento (Jacobson, Woods and Brail, 2012; De, 2017; Santos, 2019).

Mais recentemente as APIs e a transformação digital foram uma vez mais impulsionadas, desta vez em resultado da pandemia *COVID-19* que tem afetado o mundo, sendo que as organizações procuram agora o seu caminho para o “novo normal”, isto é, o período pós-pandemia (Buheji and Ahmed, 2020). A *Gartner* (2020) reporta que durante os períodos de confinamento as APIs registaram, em média, 1,5 vezes mais interações do que o normal, indicando o aumento do uso de aplicações remotas e dispositivos, influenciado pelo teletrabalho, como causa.

1.2 Objetivos e Questões de Investigação

Tendo em conta a instabilidade económica e social, tal como o aumento de relevância das APIs no contexto da transformação digital, torna-se imperativo para as organizações compreender de que forma este conceito pode melhorar o desempenho das organizações, de forma a sobreviver e criar vantagens competitivas.

Neste tópico a literatura tem-se focado principalmente numa perspetiva tecnológica, em temas como o desenho ou a usabilidade, negligenciando uma perspetiva sociotécnica (Ofoeda, Boateng and Effah, 2019). Para abordar esta lacuna na literatura, pretende-se dar resposta às seguintes questões de investigação:

- Questão de Investigação 1 – Quais principais *business drivers* para adotar APIs?
- Questão de Investigação 2 – Que desafios as organizações encontram na utilização de APIs?
- Questão de Investigação 3 – Quais os efeitos das APIs nas organizações?

2. Revisão da literatura

2.1 Transformação Digital

A transformação digital é o fenómeno pelo qual as organizações transformam-se utilizando e adotando novas tecnologias de informação, com a finalidade de reestruturar ou simplesmente melhorar o seu negócio (Fitzgerald *et al.*, 2013).

Com a massificação da internet e da *World Wide Web* nos anos 90 assistimos a uma alteração de paradigma na comunicação entre consumidores e empresas, surgindo conceitos como o *e-commerce* e o *e-business* que no início vieram apenas melhorar a eficácia e eficiência dos processos tradicionais, mas que atualmente são os catalisadores de novos modelos de negócio, produtos e serviços (Châlons and Dufft, 2017).

Este fenómeno foi ganhando importância à medida que os consumidores foram aumentando a utilização das novas tecnologias, e conseqüentemente alteraram as suas expectativas quanto ao serviço prestado pelas empresas, exigindo mais comodidade e uma melhor experiência de utilização do serviço (Fitzgerald *et al.*, 2013).

A transformação digital das organizações é principalmente suportada pelos principais avanços tecnológicos (Châlons and Dufft, 2017):

- Mobilidade – Com a invenção dos *smartphones* e de outras tecnologias móveis os consumidores têm acesso à informação mais facilmente e conseguem interagir com as organizações a qualquer hora em qualquer lugar;
- *Cloud* – O crescimento de soluções *cloud* com um custo financeiro razoável veio providenciar mais flexibilidade às organizações, diminuir os custos e os riscos das tradicionais soluções *in-house* ao permitir escalar facilmente recursos consoante as necessidades em tempo real da organização;
- Redes Sociais – O aumento da utilização das redes sociais criou um canal com novas oportunidades para as empresas interagirem com os seus clientes e vice-versa, onde as organizações podem moldar e aumentar a visibilidade da sua marca e conhecer melhor o seu cliente, abrindo caminho para a uma maior personalização do marketing e do serviço;

- *Analytics e Big Data* – Melhora a capacidade de decisão da organização transformando dados em informação e conhecimento, tendo como base uma análise a uma maior quantidade de dados e a uma maior velocidade (às vezes em tempo real);
- *Internet of Things* – Estabelece novos canais de informação e interação através de sensores e outros pequenos dispositivos no mundo real, diminuindo a barreira entre o físico e o virtual.

Abolhassan (2017) refere que a digitalização e a *cloud* são os *business drivers* chaves do séc. XXI, oferecendo às organizações oportunidades de crescimento, de alcançar uma posição competitiva e aumentar a inovação.

Jacobson et al. (2012) afirmam que as APIs têm um impacto profundo nas organizações e que transformam os negócios e as indústrias onde se inserem. Num inquérito realizado pela Mulesoft (2020a), os respondentes apontam para a falta de integração dos silos de informação como um obstáculo no processo de transformação digital e utilizam as APIs para integrar estes silos.

2.2 Ecossistema Digital

Jansen et al. (2009, p. 35) definem um ecossistema de *software* como “um conjunto de atores que funcionam como uma unidade e interagem com um mercado partilhado de *software* e serviços” e apresentam fatores que identificam os vários tipos de ecossistemas:

- Mercado – Um ecossistema pode ser centrado num mercado, tal como o setor bancário, que tem como agentes os diversos bancos e que ultimamente tem assistido à entrada de novos agentes tecnológicos como a *Apple*, *Revolut*, entre outros. No setor bancário o ecossistema permitiu o aparecimento da rede ATM que melhorou a acessibilidade aos serviços financeiros por parte dos clientes. Neste tipo de ecossistema os agentes tendem a ser concorrentes entre si;
- Tecnologia – Um ecossistema pode ser centrado numa tecnologia, tal como a linguagem de programação *Python* que conta com milhares de módulos e ferramentas, maior parte criada por utilizadores, sendo este ecossistema de

bibliotecas um dos pontos chaves na crescente utilização desta linguagem de programação;

- Plataforma – Um ecossistema pode ser centrado numa plataforma ou produto que é expandida pela adição de componentes, tal como o sistema operativo *Android*, que facilita o desenvolvimento de aplicações e extensões por parte de terceiros;
- Organização – Um ecossistema pode ser centrado numa organização, tal como a Microsoft que fomenta a interoperacionalidade entre as suas aplicações, criando valor a partir das relações entre elas.

Um ecossistema é definido principalmente pela interação entre os seus elementos, de uma forma harmoniosa e coordenada num ambiente partilhado (Boley and Chang, 2007). Deste modo podemos classificar os atores de três formas (Hanssen, 2012):

- Uma organização que age como o pilar do ecossistema e que de uma maneira mais rígida ou liberal lidera o desenvolvimento do ecossistema;
- Os utilizadores finais que utilizam o ecossistema para alcançarem os seus objetivos;
- Terceiros que utilizam o ecossistema para criar soluções ou serviços.

Em suma, podemos afirmar que um ecossistema digital transforma produtos isolados numa rede descentralizada de vários produtos interligados. Estes fomentam a partilha de serviços e informação e conseqüentemente a inovação que resultará na cocriação de valor entre parceiros.

Esta cocriação de valor é possibilitada pelas APIs que facilitam a integração de módulos, isto é, os serviços prestados pelos atores do ecossistema (Hein *et al.*, 2020). Estes serviços com um elevado grau de standardização e modularização, suprimem a necessidade de criar uma sistema de raiz e têm como benefícios o facilitamento da substituição de módulos, a redução dos custos de integração e o aceleração do desenvolvimento de *software* (Hein *et al.*, 2020). Sendo assim, os ecossistemas digitais capacitam as organizações de combinar serviços e tecnologias, possibilitando a criação de novos produtos e modelos de negócio, e conseqüentemente transformar a organização, o ecossistema e a indústria onde se inserem (Riasanow *et al.*, 2018).

2.3 Application Program Interface

De uma forma simples, uma API é uma interface que facilita a interação entre programas de *software*, obedecendo a um conjunto de regras que permite a comunicação entre si (Mosqueira-Rey et al., 2018).

As APIs permitem a desagregação entre os recursos da empresa, nomeadamente os dados que a empresa possui, das aplicações que utilizam esses mesmos dados facilitando então a partilha de informação entre equipas internas de colaboradores ou para o exterior da organização (Lindman *et al.*, 2020).

As APIs podem também ser consideradas como uma camada de abstração pois proporcionam métodos para interagir com aplicações através das operações *CRUD*, isto é, “*Create, Read, Update, Delete*” sem ser necessário conhecer a lógica dos processos, sendo assim possível utilizar APIs para criar GUIs (*Graphical User Interface*) ou *Mashups* para simplificar a tomada de decisões por parte do utilizador final (Freeman, 2019).

Assim, a utilização de APIs torna-se num catalisador e facilitador da transformação digital nas organizações, não só de um ponto vista técnico, isto é, de melhorar os processos e criar novos canais de comunicação, mas como um elemento que possibilita a reestruturação dos processos e modelos de negócios existentes (Jacobson, Woods and Brail, 2012).

As organizações utilizam as APIs como uma ferramenta da transformação digital, para entre outros, acelerar e facilitar a inovação nomeadamente em aplicações digitais, possibilitar interações em tempo real entre diferentes entidades e ecossistemas de uma forma simples, criar uma presença omnicanal onde apenas existe uma visão única empresarial do cliente e criar novos canais de receitas ao monetizar os recursos digitais da empresa através de subscrições num modelo *pay-per-use* (Bonnen *et al.*, 2020).

As APIs podem ser divididas em três tipos consoante a sua exposição (Jacobson, Woods and Brail, 2012; Zachariadis and Ozcan, 2017):

- Aberta quando é disponibilizada ao público em geral;
- Semiprivada quando é disponibilizada para parceiros que se encontram no exterior da organização como por exemplo clientes ou fornecedores;
- Interna quando se destina apenas a consumo interno dentro da organização.

Esta distinção é importante porque influencia em grande medida o desenho e arquitetura da API para alcançar os objetivos diferenciados de cada tipo de API.

Também o contexto da aplicação e do negócio onde se insere, a estrutura da organização e das suas bases de dados, as características dos programadores influenciam o desenvolvimento e as características das APIs, aumentando a heterogeneidade das técnicas e práticas utilizadas. Contudo, ao longo do tempo a popularidade de certas práticas e tecnologias possibilitou uma aproximação à existência de standards, como os protocolos *REST (Representational State Transfer)*, *SOAP (Simple Object Access Protocol)* e o mais recente *GraphQL* que apesar de ter sido lançado relativamente há pouco tempo foi adotado por organizações de grande relevo tais como o Facebook (*GraphQL Users*, 2020).

2.4 Evolução da utilização de APIs

A utilização de APIs atualmente é muito vasta, e apesar de não ser um conceito muito conhecido pelo público em geral, está presente em muitas aplicações que utilizamos no nosso dia a dia sem que nos apercebamos da sua presença. Como por exemplo o *Google Maps* que muitas empresas usam nos seus *websites* para mostrar as localizações dos seus escritórios, ou que utilizam o serviço como suporte para o seu *core business*, como por exemplo as empresas transportadores de passageiros como a *Lyft* (Hawkins, 2017), etc.

Empresas como o *Twilio* e o *Zapier* viram nas APIs o seu *core business*, sendo o *Twilio* um serviço que permite a programadores de *software* realizar chamadas, mensagens de texto e outras comunicações através de APIs e o *Zapier* é uma plataforma que permite integrar aplicações e serviços de modo a automatizar *workflows* dando a oportunidade dos seus utilizadores melhorarem os seus processos.

Temos também o surgimento do conceito *open banking* que tem vindo a ganhar relevo nos últimos anos, permitindo uma maior transparência e integração entre as contas e os pagamentos bancários. Ainda recentemente foi aprovada a diretiva *Payment Services Directive 2* que tem como objetivo facilitar a transferência de fundos e promover a concorrência tendo em conta os novos *players* do mercado, nomeadamente *fintechs* e outros serviços de pagamento similares. O papel das APIs torna-se então chave para possibilitar os acessos às contas bancárias dos clientes por parte das entidades,

promovendo assim transparência, segurança, e qualidade de serviço no setor bancário (Zachariadis and Ozcan, 2017).

Jacobson et al. (2012) dão quatro razões para o crescimento da utilização de APIs nos últimos anos:

- Maturidade de processos – As APIs resolvem um problema de comunicação ao oferecerem um veículo comum de comunicação para as pessoas e organizações colaborarem;
- *Self-service* – As APIs tornam o consumo de serviços fácil de usar com a possibilidade de adaptação ao consumidor;
- Maturidade tecnológica – As APIs têm sido utilizadas há várias décadas, mas apenas agora é visível o sucesso de grandes organizações que utilizaram APIs para mudar o seu negócio, tal como o *Twitter* e a *Netflix*.
- Mobilidade – Os consumidores cada vez mais acedem a conteúdos e serviços através de aplicações em dispositivos móveis (e.g. *smartphones*, *tablets*, etc.) e não apenas através de *browsers* nos seus computadores.

2.5 Benefícios da implementação de APIs

2.5.1 Acesso

As APIs melhoram o acesso de informação através da desconstrução de silos de informação, sendo que esta característica ganha importância à medida que os consumidores utilizam um maior número de dispositivos para aceder a serviços, em alguns casos, usando os mesmos serviços em vários dispositivos (e.g. *Netflix*, *Amazon Kindle*) (Jacobson, Woods and Brail, 2012; Preibisch, 2018). Este comportamento dos utilizadores requer então às organizações a capacidade de sincronização do conteúdo do utilizador por esses vários dispositivos de forma a satisfazer as necessidades do cliente, que prefere uma sincronização do seu conteúdo de forma automática, e até em tempo real, do que uma sincronização manual através da transferência de ficheiros entre dispositivos (Jacobson, Woods and Brail, 2012). Esta crescente descentralização dos dispositivos é ampliada pelo aumento da utilização de dispositivos IoT (*Internet of Things*) nos últimos tempos (Jacobson, Woods and Brail, 2012; De, 2017).

O aumento de dispositivos móveis e da utilização de novos sistemas operativos, tais como os sistemas *Android* e *iOS*, vieram aumentar os custos de desenvolvimento de *software* devido às suas complexidades e incompatibilidades, obrigando as organizações a criar diferentes aplicações para o mesmo produto de forma a poderem satisfazer a plenitude do mercado (Jacobson, Woods and Brail, 2012; De, 2017). Para evitar esta duplicação de trabalho, as organizações utilizam as APIs para possibilitar a interoperabilidade das aplicações em diversos sistemas (Jacobson, Woods and Brail, 2012; De, 2017). Recentemente a *Apple* e a *Google* colaboraram na criação de uma API dedicada às aplicações de rastreamento promovidas por vários governos no combate contra o COVID-19 (Etherington, 2020).

Também no caso de necessidade de disponibilizar dados a terceiros a API também traz benefícios, pois limita o acesso de terceiros aos dados de uma forma segura e autorizada, isto é, sem dar acesso total ao sistema da organização, sendo possível controlar e regular este acesso através da monitorização da utilização e caso seja necessário aplicar *throttling*, isto é, reduzir a velocidade a que os dados são transferidos (Jacobson, Woods and Brail, 2012).

2.5.2 Integração

As APIs facilitam e simplificam a integração de sistemas, em contraste com a integração manual ou através de protocolos complexos e proprietários criados de raiz (Jacobson, Woods and Brail, 2012).

A possibilidade de integração de diversos sistemas e funcionalidades permite às organizações acrescentar valor aos seus produtos e facilitar a implementação de um modelo de negócio *Software as a Service* (Jacobson, Woods and Brail, 2012).

A utilização de APIs permite aceder e conectar informação dentro de outros sistemas, facilitando o consumo de dados e melhorando a experiência do utilizador (Jacobson, Woods and Brail, 2012; De, 2017).

A integração de sistemas permite também às organizações utilizar componentes de terceiros dentro dos seus sistemas, eliminando a necessidade da organização desenvolver os seus próprios e em alguns casos melhorar a qualidade global do seu sistema (Preibisch, 2018).

2.5.3 Especialização

A utilização de APIs facilita então o acesso aos dados e a integração dos mesmos nos sistemas das organizações, deste modo, promove a especialização das organizações através de extensões desenvolvidas por terceiros no *software* de base permitindo à organização focar-se no seu *core business* e relegar atividades de suporte para terceiros. É assim desenvolvida uma infraestrutura mais descentralizada e distribuída que possibilita alternativas modulares que se podem complementar (Murphy and Sloane, 2016).

Esta característica torna-se num benefício pois permite às organizações adicionar funcionalidades específicas que não estão disponíveis ou que não atingem a melhor qualidade possível nos seus sistemas a um menor custo, com maior facilidade e flexibilidade de modo a interligar cada elemento da cadeia de valor da organização (Nah, 2002).

2.5.4 Eficiência

Pela perspetiva de fornecedor é possível alcançar ganhos de eficiência através da criação de canais de comunicação utilizando APIs, pois a reutilização do canal concebido permite a implementação de automatismos e facilita a escalabilidade da distribuição de conteúdo para mais clientes (Jacobson, Woods and Brail, 2012).

A automatização e a facilidade de escalar não só permitem alcançar ganhos de eficiência, como também eliminar erros na transferência de dados, comparando com métodos mais arcaicos como por exemplo o envio de ficheiros por *e-mail*, que podem constituir ameaças sérias à credibilidade da organização e à segurança de dados sensíveis.

Pela perspetiva do cliente, é possível utilizar as APIs como um mecanismo de reutilização de código, seja este proveniente de terceiros ou do interior da organização, sendo que este código de forma geral terá melhor qualidade pois foi testado em vários cenários por diferentes programadores (Reddy, 2011). Esta reutilização de código não só permite evitar gastar recursos e tempo no desenvolvimento do código como também estimula a convergência de standards e interoperacionalidade.

2.5.5 Modularização

O desenvolvimento de APIs promove a modularização de recursos e processos, isto é, torna-os independentes entre si mantendo a possibilidade de interação (Baldwin and Clark, 2000; Reddy, 2011).

A modularização proporciona uma maior flexibilidade aos programadores pois a alteração de um recurso não afeta os outros recursos que estão interligados a este, dando uma maior facilidade na reestruturação de código e redesenho de processos e reduz o aparecimento de *bugs*.

A modularização permite de certa forma personalizar as transferências de dados, sendo possível simplificar os pedidos de informação de modo a que cada utilizador apenas receba os dados que lhe realmente interessam, sem ruído de fundo, isto é, sem ter de requisitar a totalidade dos dados.

2.6 Obstáculos na utilização de APIs

Apesar da sua aparente simplicidade e de todas as vantagens ocorrentes da sua utilização, os utilizadores enfrentam diversos desafios na construção e utilização de APIs, que podem reduzir os possíveis benefícios da utilização desta solução.

Um dos principais problemas na utilização de APIs assenta na dificuldade dos utilizadores em aprenderem e compreenderem como utilizar corretamente a solução, isto é, utilizar a API de um modo eficiente alcançando os resultados desejados, sendo que este problema pode ser exacerbado pelo mau desenho do produto ou pela falta de qualidade da documentação do produto. É então importante que os criadores da solução tenham em atenção os vários fatores de usabilidade no processo de desenvolvimento da API (Zibran, Eishita and Roy, 2011).

Mosqueira-Rey et al. (2018) propuseram um modelo de abordagem que enumera vários fatores e características que afetam e podem comprometer a usabilidade de APIs:

- Cognoscibilidade – O utilizador deve ser capaz de aprender e compreender como usar o sistema. Esta capacidade é influenciada pela clareza dos elementos, da estrutura e do funcionamento do produto, pela consistência, coesão e pela facilidade de memorização, sendo que é benéfica a utilização de standards para

melhorar estas características e por fim na prestação de ajuda através de mensagens de erro úteis e de documentação.

- Operacionalidade - O sistema deve providenciar as funcionalidades aos utilizadores, satisfazendo os requisitos do utilizador e oferecendo flexibilidade.
- Eficiência - O sistema deve produzir resultados apropriados através da aplicação de recursos investidos, sejam eles recursos humanos, económicos ou temporais.
- Robustez - O sistema deve ser resiliente aos erros e a situações adversas, sendo que estes podem surgir de *bugs* na própria aplicação, na utilização incorreta por parte do utilizador, etc.
- Segurança – O sistema deve ser capaz de evitar danos no sistema e proteger a confidencialidade e integridade dos dados.
- Satisfação – O sistema deve capturar o interesse e manter a atenção do utilizador.
- Contexto de utilização – O contexto de utilização da aplicação afeta a usabilidade pois é influenciada por diversas características do utilizador, do processo e ferramentas e pelo ambiente que contempla fatores externos de ordem física, social e técnica.

Um dos recursos mais críticos na aprendizagem e utilização das APIs é a documentação que se equipara a um manual de instruções, podendo ter diversas estruturas e formas de apresentação de API para API pois estas são elaboradas por diferentes pessoas com diferentes experiências e cargos e em diferentes contextos. (Scaffidi, 2006; Robillard and Deline, 2011; Zibran, Eishita and Roy, 2011).

Os problemas associados à documentação são vários, podendo alguns ser subjetivos em função das preferências e características do utilizador, tal como por exemplo a inclusão de exemplos de código ou a seleção e granularidade das funções documentadas, mas também podem ser mais objetivos como as inconsistências demonstradas entre a documentação e a aplicação real utilizada, a falta de informação sobre as funções e funcionalidades ou na falta de manutenção da própria documentação, deixando-a desatualizada (Zibran, Eishita and Roy, 2011). Em função destes problemas os utilizadores confiam menos na documentação e alguns optam primariamente pelo estudo do código base, quando este está disponível, pois “em muitos casos, este é a única representação exata do sistema” (Singer, 1998, p. 4).

A evolução da API também pode ser um obstáculo para os utilizadores caso as novas versões criem incompatibilidades com o código dos utilizadores, e por isso torna-se difícil para o criador implementar modificações que não quebrem o código dos utilizadores (Zibran, Eishita and Roy, 2011; Xavier *et al.*, 2017).

Por último, os criadores da solução devem assegurar o funcionamento normal da API evitando problemas de sobrecarga e segurança, utilizando variadas técnicas como por exemplo a encriptação dos dados, a autenticação fiável dos utilizadores e *throttling* (Lamba, 2019).

3. Modelo conceptual

De modo a podermos responder às questões de investigação foi elaborado um modelo conceptual (Figura 1) que permite visualizar e explorar as diversas variáveis encontradas na revisão da literatura e que servem de base na formulação de hipóteses apresentadas neste trabalho.

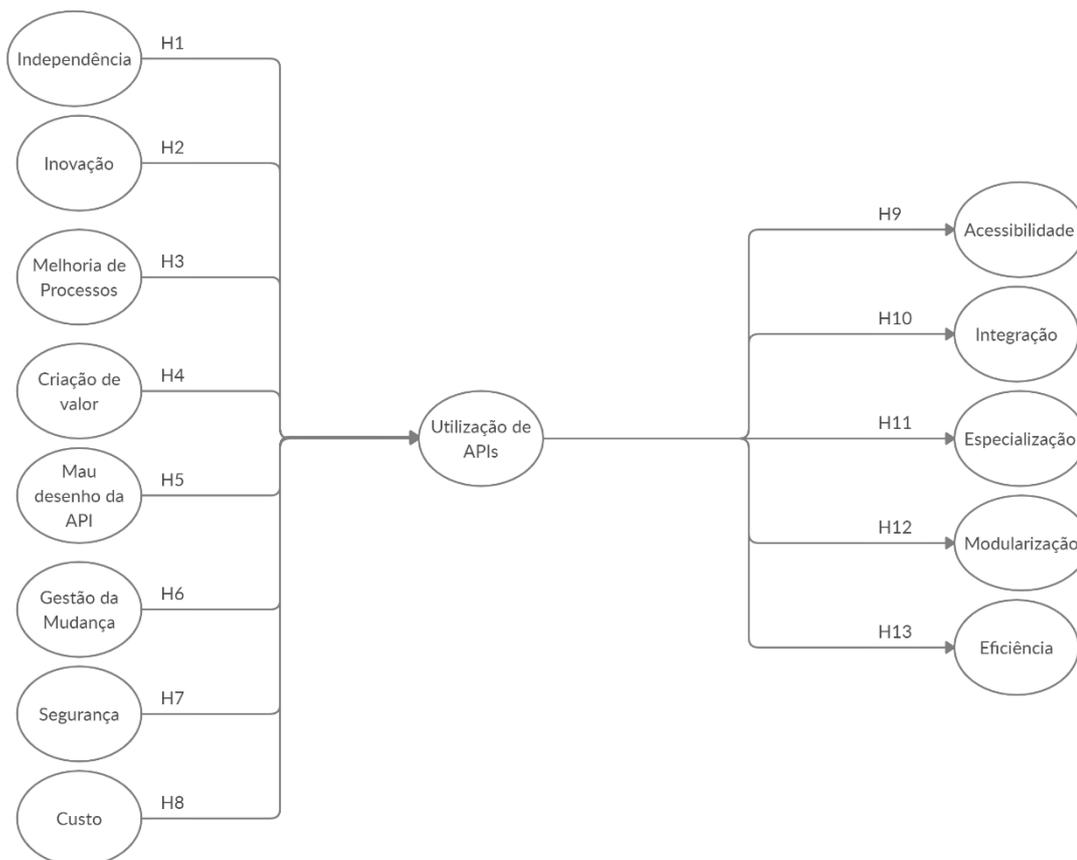


Figura 1: Modelo Conceptual em análise

3.1 Business Drivers

Para perceber quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs foram identificados quatro possíveis *business drivers*.

3.1.1 Independência

O crescimento da utilização de dispositivos móveis nos últimos anos, como *tablets*, *smartphones* ou outros dispositivos relacionados com a *Internet of Things*, criou a necessidade de os utilizadores acederem à informação em vários dispositivos de uma forma fácil, simples e sincronizada (Jacobson, Woods and Brail, 2012). Neste cenário as APIs podem ser uma alternativa às técnicas mais tradicionais como o *download* manual de ficheiros para um dispositivo de memória ou para a *cloud* de modo a poder fazer o *upload* no dispositivo pretendido. Estas técnicas tradicionais, como podemos facilmente entender, só fazem sentido caso sejam utilizadas pouco frequentemente em situações onde o tempo não é um fator crítico, pois caso contrário, em que é exigida uma sincronização em tempo real, é virtualmente impossível em função do custo e do tempo para o utilizador ou organização fazerem a sincronização de dados.

Influenciado em medida pelo aparecimento de novos dispositivos móveis também se verificou uma diversificação de sistemas de software que observam incompatibilidades entre eles, dificultando também a transferência de informação, sendo necessário para o desenvolvedor conhecer os sistemas onde quer disponibilizar a sua aplicação e informação (De, 2017). O desenvolvedor da aplicação tem então de despende de mais recursos, seja em contratar recursos humanos com conhecimento específico nos sistemas pretendidos, a treinar os colaboradores já existentes, entre outras opções, aumentando assim o custo de desenvolvimento e manutenção, a complexidade do sistema e o tempo de desenvolvimento. Em último caso o desenvolvedor pode simplesmente optar por não disponibilizar a sua aplicação para os outros sistemas.

É então formulada a hipótese 1: **A maior procura pela independência de dispositivos e ou sistemas está associada a uma maior utilização de APIs.**

3.1.2 Inovação

Num mundo cada vez mais global e tecnológico, as organizações têm sido postas à prova por rápidas mudanças tecnológicas e pela evolução das exigências e características dos consumidores. Para ultrapassar estes desafios, garantir a sobrevivência da organização e até prosperar, as organizações têm vindo a apostar na inovação para se tornarem mais competitivas e diferenciarem-se da concorrência. Com o objetivo de inovar, as organizações começam a interagir com outros agentes do ambiente envolvente, criando relações de cooperação e partilhando conhecimento e informação entre si (Schweitzer, Gassmann and Gaubinger, 2011). A partir desta perspetiva de inovação aberta, as APIs abrem as portas da organização e permitem aos seus parceiros uma fácil utilização dos seus serviços, combinando diferentes contextos e criando novos modelos que trazem mais valor para a organização e para os consumidores (Rudrakshi *et al.*, 2014). É então proposta a hipótese 2: **A maior procura por novos modelos de negócio está associada a uma maior utilização de APIs.**

3.1.3 Melhoria de Processos

As APIs podem ser também ser criadas com a intenção de melhorar os processos, podendo reduzir custos através de uma filosofia de reutilização de código e serviços já existentes (Rudrakshi *et al.*, 2014). Esta reutilização não permite apenas reduzir o custo absoluto do produto que se pretende desenvolver, mas também de aproveitar um produto com uma maior qualidade a um custo relativamente baixo, fruto de existir uma tendência para que o criador da API seja um especialista no serviço que a API presta e de existirem vários agentes que testam e usam a API para os seus próprios processos. As APIs também podem melhorar os processos ao facilitarem a partilha de informação entre utilizadores e departamentos dentro da mesma organização, como também para fora da organização. É então sugerida a hipótese 3: **A maior procura pela melhoria de processos está associada a uma maior utilização de APIs.**

3.1.4 Criação de valor

Criar uma API para partilhar serviços da organização permite que terceiros concebam novas camadas de apresentação, como websites e aplicações, que melhorem a experiência de utilização do consumidor ou que simplesmente disponibilizem esses serviços e

informação em novos meios e a novas audiências permitindo assim alcançar novos consumidores e novos mercados (De, 2017). Com base nestes pressupostos é possível fomentar parcerias entre organizações que oferecem produtos complementares, atraindo consumidores de parceiros através da integração de serviços, criando assim um ecossistema que facilita as interações com o consumidor (Strecker and Kellermann, 2017).

Criar uma API permite também rentabilizar os recursos existentes da organização, vendendo acesso à informação e aos serviços que a organização contém de uma forma fácil e escalável, permitindo ao utilizador da API um modelo flexível de pagamento consoante a utilização dos dados (De, 2017). Desta forma é estabelecida uma parceria em que ambas as partes beneficiam, tendo em conta que o fornecedor da API rentabiliza os seus recursos enquanto que o utilizador da API consegue valorizar ou até mesmo viabilizar o seu produto.

Outra razão que leva as organizações a oferecerem APIs é a procura por novos utilizadores para as suas plataformas, adotando por vezes modelos grátis ou *freemium*, isto é, oferecendo serviços grátis até certos limites sendo que para utilizar mais funcionalidades ou ultrapassar os limites previamente definidos é necessário efetuar pagamentos. Este modelo, utilizado por grandes empresas tecnológicas como a *Google* e o *Facebook*, aumenta a adoção e a popularidade das plataformas e ecossistemas, atraindo utilizadores para estes e para outros produtos da organização (Schindler, 2013; De, 2017). É então formulada a hipótese 4: **A maior procura pela criação de valor está associada a uma maior utilização de APIs.**

3.2 Desafios

As APIs são um conceito simples de perceber, mas a sua implementação pode ter vários desafios que a organização tem de ultrapassar. Foram então identificados quatro possíveis desafios na implementação de APIs.

3.2.1 Mau desenho da API

Um dos tópicos mais estudados em relação às APIs é a dificuldade de uso destas soluções por parte dos seus utilizadores. Muitas vezes a criação de uma API é feita sem

conhecer o contexto e as necessidades dos vários consumidores que a vão utilizar, acabando por gerar dificuldades ao utilizador de compreender e de retirar as funcionalidades e eficiências desejadas da API (Zibran, Eishita and Roy, 2011).

É de realçar que a complexidade das APIs pode ser alvo de subjetividade por parte dos envolvidos no desenvolvimento e uso das APIs, existindo até contradições na literatura em relação a *trade-offs* entre as características desejáveis (Mosqueira-Rey *et al.*, 2018).

O mau desenho da API pode ser também resultado de uma fraca qualidade técnica e estrutural, isto é, pouca clareza das nomenclaturas e dos métodos, inconsistências nos elementos e de conceitos ao longo da API, falta de convicções, entre outros (Mosqueira-Rey *et al.*, 2018).

Devido à complexidade e dificuldade de utilização por partes dos utilizadores, a documentação torna-se uma parte essencial da API ao invés de ser considerado como um extra (Zibran, 2008). Para os desenvolvedores da API a criação de uma boa documentação pode ser vista como um gasto de recursos desnecessário e que não gera retorno, mas para os utilizadores é uma peça fundamental na aprendizagem da API e permite-lhes reconhecer e diagnosticar erros mais facilmente. Mas a sua utilidade está dependente da sua qualidade, isto é, a documentação deve ser completa e clara, e igualmente importante, deve estar atualizada (Singer, 1998; Zibran, 2008).

Apesar de ser pouco frequente, principalmente à medida que os dispositivos vão ficando mais rápidos e eficientes, o mau desenho de uma API pode ter implicações na sua performance, isto é, na rapidez com que executa os seus processos. Este problema diminui a qualidade da API o que pode significar a perda de clientes. Cabe então ao fornecedor da API medir e monitorizar o tráfego da sua solução, compreender a raiz do problema e posteriormente solucioná-lo através de medidas como por exemplo o *caching* ou *throttling* (Jacobson, Woods and Brail, 2012). É então formulada a hipótese 5: **Uma maior expectativa de um mau desenho da API está associado a uma menor utilização da API.**

3.2.2 Gestão da mudança

As APIs, tal como a maioria dos produtos digitais, estão em constante mudança e evolução. Existem várias razões que levam os desenvolvedores a mudar as suas APIs, que por exemplo, podem estar relacionadas com a segurança ou com a otimização do código, podem implementar novas funcionalidades ou simplesmente corrigir erros. Independentemente da razão, a mudança pode trazer benefícios para os utilizadores, mas também pode causar consequências nefastas, visto que os utilizadores construíram produtos que estão diretamente dependentes das APIs e modificações simples como a alteração de nomes de variáveis ou da estrutura da resposta a um método da API pode perturbar o bom funcionamento dos produtos dependentes. As mudanças que podem inutilizar o produto do utilizador da API são conhecidas na literatura como “*breaking changes*” pois não oferecem compatibilidade com as versões anteriores, criando a necessidade de ajustar o produto à API novamente (Bogart *et al.*, 2016; Xavier *et al.*, 2017). O fardo da gestão da mudança da API pode ser carregado por apenas um ou pelos dois agentes: pelo fornecedor que pode investir recursos para facilitar a adoção da nova versão e pelo utilizador que pode investir recursos na monitorização da mudança ou limitar as dependências de modo a reduzir a exposição à mudança (Bogart *et al.*, 2016).

Com base nestas premissas, a gestão da mudança pode ser um desafio para a utilização de APIs pois os utilizadores podem entender que existe uma falta de controlo sobre a remoção de funcionalidades de acordo com a vontade do fornecedor e que este efetua atualizações que criam incompatibilidades com o código dos utilizadores (Zibran, 2008). É então formulada a hipótese 6: **Uma maior expectativa de um fraco controlo da gestão da mudança da API está associado a uma menor utilização da API.**

3.2.3 Segurança

Com um papel cada vez mais relevante na organização e com a função de partilhar a informação da organização para fora, as APIs tornam-se um alvo de ataques cibernéticos. As APIs facilitam a partilha de dados com parceiros desconhecidos sem uma negociação cuidada, trazendo benefícios provenientes da diminuição de custos de transação e do aumento da eficiência (Benzell *et al.*, 2019). Esta facilidade de interação com as APIs aumenta o risco e cria novas oportunidades de ataque para aceder ilegalmente aos

sistemas e informação das organizações. Nos últimos anos foram noticiados vários casos de exposição não intencional de dados de grandes empresas através das suas APIs: a operadora de telecomunicações *T-Mobile* reportou em 2018 ter exposto nomes, códigos postais, números de telemóvel e endereços de e-mail de 2,3 milhões de subscritores (Spring, 2018); também em 2018 a *Google* anunciou que um *bug* na API da plataforma *Google+* expôs informação privada de 52,5 milhões de contas durante 6 dias (Newman, 2018); e no final de 2019 foi reportado pela multinacional *Starbucks* que um “caçador de vulnerabilidades” descobriu uma chave de uma API num repositório público do *Github* que permitia ao detentor executar comandos e adicionar ou remover utilizadores de sistemas internos da organização (Ilascu, 2019).

Em suma, a adoção de APIs pode aumentar o risco de exposição indesejada de informação da organização, tornando-se assim necessário que se adotem medidas de segurança para garantir que apenas utilizadores autorizados podem interagir com os sistemas internos e que apenas uma parte específica da informação é partilhada ao invés da base de dados completa (Lamba, 2019). É formulada a hipótese 7: **Uma maior expectativa de uma fraca segurança está associado a uma menor utilização da API.**

3.2.4 Custo

Como já foi referido anteriormente, a adoção de APIs reduz os custos de desenvolvimento de aplicações e cria eficiências. No entanto, tal não significa que não seja necessário despender de recursos financeiros para criar uma API de boa qualidade (Charboneau, 2020). O custo de uma API pode ser calculado desde a sua conceção que implica o levantamento de requisitos e *stakeholders*, o desenho de estruturas de dados e de modelos de integração, tal como a criação de documentação para os utilizadores poderem utilizar de forma eficiente a API. Após o desenho da API, a organização incorre em custos de manutenção que geralmente referem-se aos custos de hospedagem dependentes da utilização e à monitorização e auditoria do tráfego de modo a certificar o bom funcionamento e segurança da API. É formulada a hipótese 8: **Uma maior expectativa de um custo grande está associado a uma menor utilização da API.**

3.3 Efeitos

Neste modelo conceptual foram identificados, recorrendo à literatura, 5 efeitos consequentes da implementação e utilização de APIs.

3.3.1 Acessibilidade

Uma API tem como objetivo principal facilitar o acesso à informação que reside em sistemas internos das organizações, seja para fora da organização ou entre departamentos. As APIs permitem desconstruir silos de informação, possibilitando a transferência de dados entre sistemas a um custo baixo salvaguardando a segurança dos dados (Aherne, 2017). Esta partilha de informação é sustentada em ferramentas que permitem ao fornecedor ter o controlo dos dados e do tráfego, sendo que este pode implementar práticas de autenticação, permitindo que apenas certos agentes previamente autorizados possam utilizar a API, determinar níveis de autorização especificando que interações o utilizador pode ter com a API e que nível de acesso é que este tem (Lamba, 2019). Não obstante do acesso dado aos utilizadores, o fornecedor pode criar regras de controlo do tráfego executando *throttling*, isto é, restringindo o número de acessos do utilizador e pode registar todos os movimentos e pedidos de informação para posterior consulta (Lamba, 2019). É então formulada a hipótese 9: **A maiores níveis de utilização da API está associada uma melhoria de acessibilidade à informação.**

3.3.2 Integração

As APIs permitem uma fácil integração de sistemas ao permitirem a troca de informação sem interação humana entre diferentes programas e bases de dados. Sem APIs a integração de sistemas pode ser difícil de executar e demorar muito tempo.

Esta integração de sistemas permite à organização ter uma visão única, mais completa e correta de por exemplo os seus clientes, através da congregação da informação de várias fontes, dando capacidades da organização executar uma presença omnicanal aos seus clientes.

Além disso, torna-se assim mais fácil adicionar nos sistemas da organização funcionalidades específicas a um menor custo e com maior flexibilidade, colmatando eventuais lacunas nos sistemas da organização. É formulada a hipótese 10: **A maiores níveis de utilização da API está associada uma melhoria de integração dos sistemas.**

3.3.3 Especialização

A criação de novos modelos de negócio e abertura de serviços suportados em APIs pode ser um catalisador para a especialização das organizações. Ao poder relegar as atividades de suporte a empresas especializadas, as organizações podem reduzir os custos e/ou tirar proveito de resultados com maior qualidade. Este *outsourcing* permite que a organização possa focar-se mais no seu *core business*, focando os seus esforços no melhoramento das suas competências em relação à sua atividade principal ao mesmo tempo que tira proveito das capacidades e investimentos dos seus fornecedores externos (Quinn and Hilmer, 1994). É formulada a hipótese 11: **A maiores níveis de utilização da API está associada uma maior especialização da organização.**

3.3.4 Modularização

Geralmente uma API é criada com uma funcionalidade ou contexto de utilização em mente, sendo normal por vezes dividir uma API em várias de modo a reduzir troca de informação desnecessária e consequentemente melhorar a performance. A modularidade permite aos desenvolvedores criar e alterar subsistemas sem afetar as outras partes do sistema (Baldwin and Clark, 2000). Sendo assim, podemos afirmar que uma maior modularidade providencia uma maior flexibilidade pois facilita as alterações dos sistemas que se tornam independentes e autónomos.

Deste modo colocamos hipótese da API promover a modularização dos processos (Reddy, 2011). É formulada a hipótese 12: **A maiores níveis de utilização da API está associada uma maior modularização dos processos.**

3.3.5 Eficiência

De uma forma simples, a eficiência pode ser definida como um rácio entre os resultados (*outputs*) e os esforços (*inputs*) consumidos para alcançar esse resultado. Com o advento das tecnologias e sistemas de informação pudemos constatar ao longo do tempo que a eficiência, principalmente em tarefas mundanas, foi aumentando, deixando de ser necessário realizar estas tarefas manualmente e delegando-as para as tecnologias que são mais rápidas e eficazes. Sendo a API um elemento da transformação digital que permite a comunicação entre máquinas dispensando a interação humana, esta também é criadora de eficiências.

De um lado operacional, a API facilita a implementação de automatismos, o que permite não só redesenhar processos e implementar *workflows* mais produtivas mas também pode tornar a distribuição de conteúdo mais fácil e simples de uma forma escalável (MuleSoft Inc., 2020b). Com a eliminação do fator humano, a transferência e o tratamento de informação podem ser realizados recorrendo a menos recursos financeiros e temporais ao mesmo tempo que os erros são reduzidos ou totalmente eliminados (Preibisch, 2018).

De outro ponto de vista, o desenvolvimento de aplicações também se torna mais fácil, pois as APIs promovem a reutilização de código, não sendo necessário à organização desenvolver a aplicação no seu todo de raiz já que é possível através da utilização de APIs aproveitar código de terceiros que é testado por vários utilizadores (Reddy, 2011). Esta reutilização de código estimula a convergência de standards e resultado da utilização e testagem por parte de muitos utilizadores reduz o aparecimento de *bugs* atingindo mais rapidamente a maturidade. É formulada a hipótese 13: **A maiores níveis de utilização da API está associada uma maior eficiência.**

4. Metodologia

Dado que a intenção desta dissertação é identificar os efeitos das APIs nas organizações, os *business drivers* que levaram à sua adoção e quais os desafios que podem dificultar a sua implementação foi necessário realizar um questionário com o objetivo de dar resposta às hipóteses colocadas no modelo conceptual elaborado anteriormente.

O questionário foi elaborado na plataforma *Qualtrics* e é composto na sua maioria por questões utilizando a escala de cinco pontos de Likert (Likert, 1932) que varia de 1 (discordo fortemente) a 5 (concordo fortemente) em relação às preposições do questionário, assumindo uma distância simétrica entre cada opção.

Cada construto está relacionado com uma ou mais questões que permitem medir esse mesmo construto (Anexo 1).

De forma a garantir que as questões eram de fácil compreensão e que não existiam questões dúbias, foi realizado um pré-teste por três pessoas, tendo como resultado a alteração de alguns itens a nível de formulação e semântica.

Tendo em conta que as APIs são um artefacto que facilmente passa despercebido na sua utilização por pertencer ao *back-end* e que apesar do seu crescimento nos últimos anos é ainda uma tecnologia pouco conhecida por quem não tenha conhecimentos de tecnologias e sistemas de informação, a população é definida pelos elementos ligados às tecnologias de informação que possuem conhecimento sobre a tecnologia e que já tiveram experiência na utilização ou desenvolvimento de uma API.

Para alcançar a amostra pretendida, o questionário foi divulgado por e-mail a utilizadores da plataforma *Github* com localização em Portugal e partilhado na rede *LinkedIn* a utilizadores com o cargo de “Diretor de sistemas de informação”, “CTO”, “CIO” e similares. O período de recolha de dados compreendeu os meses de setembro e outubro de 2020.

Visto que cada respondente foi selecionado baseado nestas premissas e aceitou responder ao questionário, estamos perante uma amostra não probabilista por conveniência o que não garante que a amostra utilizada seja representativa da população e que possa existir enviesamento causado pelo grau de disponibilidade. Esta técnica é muito utilizada devido ao baixo custo e à rapidez na obtenção de resultados (Saunders, Mark; Lewis, Philip; Thornhill, 2013).

5. Análise dos dados

5.1 Caracterização da amostra

Em primeiro lugar, é feita uma análise às variáveis demográficas que caracterizam a amostra (Tabela I).

A amostra é constituída por 124 indivíduos, dos quais 117 (94,4%) são do género masculino e 5 são do género feminino (4%), o que mostra que a amostra é pouco equilibrada em termos de género, apesar de ser expectável visto que a área das tecnologias de informação é predominantemente dominada pelo género masculino à data de hoje (Bratteteig, 2008). Quanto à faixa etária, a maior percentagem de inquiridos situa-se entre os 25 e 34 anos (33,9%), seguindo-se uma parcela com 35 dos inquiridos com idades compreendidas entre 35 e 44 anos (28,2%), uma parcela de 29 inquiridos com idades compreendidas entre 45 e 54 anos (23,4%) e por último 13 inquiridos com idades

compreendidas entre 18 e 24 anos (10,5%). As parcelas de idades compreendidas entre 55 e 64 anos ou menos de 18 anos representam apenas 5 dos inquiridos (4%). Em relação às habilitações literárias, a maior parte tem grau académico (83,9%), sendo que o mais comum é o grau de licenciatura (32,3%).

Os setores de atividade com mais inquiridos são o setor de atividades de consultoria, científicas, técnicas e similares (40,3%), o setor de atividades de informação e de comunicação (15,3%) e outras atividades de serviços (13,7%).

A distribuição dos inquiridos pelos quatro tipos de dimensão da organização é relativamente equitativo, sendo a menor parcela relativa aos inquiridos que trabalham numa organização de dimensão média (15,3%) e a maior parcela relativa aos inquiridos que trabalham numa organização de dimensão grande (33,1%).

Quanto à posição que os inquiridos ocupam na sua organização, a maioria é composta por profissionais técnicos das tecnologias de informação (42,7%) e diretores de sistemas de informação (35,5%).

Tabela I - Frequência absoluta e relativa das variáveis que caracterizam a amostra

Variável	Grupo	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Género	Masculino	117	94,4
	Feminino	5	4,0
	Outro / Prefiro não dizer	2	1,6
Faixa etária	<18	1	0,8
	18 - 24	13	10,5
	25 - 34	42	33,9
	35 - 44	35	28,2
	45 - 54	29	23,4
	55 - 64	4	3,2
Habilitações literárias	Ensino Secundário	20	16,1
	Licenciatura	40	32,3
	Pós-Graduação	21	16,9
	Mestrado	33	26,6
	Doutoramento	10	8,1
Setor de atividade da organização	Atividades de consultoria, científicas, técnicas e similares	50	40,3
	Atividades de informação e de comunicação	19	15,3
	Outras atividades de serviços	17	13,7
	Atividades financeiras e de seguros	8	6,5
	Educação	7	5,6
	Indústrias transformadoras	4	3,2
	Atividades administrativas e dos serviços de apoio	4	3,2

	Comércio por grosso e a retalho	4	3,2
	Administração pública e defesa	3	2,4
	Transportes e armazenagem	2	1,6
	Atividades de saúde humana e apoio social	2	1,6
	Atividades artísticas, de espetáculos, desportivas e recreativas	1	0,8
	Construção	1	0,8
	Alojamento, restauração e similares	1	0,8
Dimensão da organização	Micro (<10 empregados)	31	25,0
	Pequena (<50 empregados)	33	26,6
	Média (<250 empregados)	19	15,3
	Grande (>=250 empregados)	41	33,1
Posição na organização	Programador / Engenheiro de <i>Software</i> / Técnico de informática	53	42,7
	Diretor de Sistemas de Informação / CTO / CIO / CDO	44	35,5
	Gestor de produto / projeto / Analista	11	8,9
	Administrador / CEO	4	3,2
	Outro	12	9,7

Em relação ao conhecimento e à experiência que os inquiridos detêm sobre as APIs, constatamos que 119 (96%) já esteve envolvido na utilização de uma API, sendo que destes, 101 (81,5%) inquiridos foram “consumidores” e “produtores” de APIs. Foram utilizadas ou oferecidas APIs públicas por 81 inquiridos, semiprivadas por 90 inquiridos e privadas por 92 inquiridos, demonstrando não haver um tipo de API que seja predominantemente mais ou menos utilizado ou oferecido pelos inquiridos.

5.2 Análise do modelo

Para analisar o modelo proposto foi utilizada a metodologia PLS através do programa SmartPLS (v.3.3.2) (Ringle, Wende and Becker, 2015). A metodologia PLS permite testar modelos complexos com muitos construtos, formativos e refletivos, podendo ser aplicado em amostras reduzidas sem gerar problemas de estimação (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009; Hair *et al.*, 2019).

Os construtos, também denominados como variáveis latentes, são formativos quando os seus indicadores têm uma relação de causalidade, formando assim o construto e são refletivos quando estes manifestam os seus efeitos nos seus indicadores, esperando-se então uma correlação entre eles (Jarvis, MacKenzie and Podsakoff, 2003).

Como não existe um único critério global para avaliar o modelo, a análise é dividida em duas partes: a análise do modelo de medida e a análise do modelo estrutural (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009).

5.2.1 Análise do modelo de medida

A análise do modelo de medida é utilizada para avaliar as relações entre os indicadores e a sua variável latente (F. Hair Jr *et al.*, 2014).

Em primeiro lugar são avaliadas a fiabilidade e validade dos construtos refletivos que devido à sua natureza devem ser permutáveis, altamente correlacionados e capazes de ser omitidos (F. Hair Jr *et al.*, 2014).

Para avaliar a fiabilidade da consistência interna dos construtos é utilizado o indicador *Composite Reliability* (CR), pois o *Alpha* de Cronbach (AC) assume que todos os indicadores são igualmente confiáveis, é sensível ao número de itens na escala e tende a subestimar a fiabilidade da consistência interna (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009; F. Hair Jr *et al.*, 2014). Independentemente do indicador utilizado, este deve ser superior a 0,7 (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009).

Tabela II - Indicadores de confiabilidade

	Cronbach's Alpha	Composite Reliability
Acessibilidade	0,705	0,815
Eficiência	0,796	0,840
Especialização	1,000	1,000
Integração	0,562	0,819
Mau desenho da API	0,796	0,857
Modularização	1,000	1,000
Utilização de APIs	0,702	0,869

Como podemos ver na tabela II, todos os construtos têm um AC superior a 0,7, à exceção do construto “Integração” que apesar de ter um AC de 0,562, tem um CR de 0,819. Deste modo podemos confirmar a confiabilidade da consistência interna destas variáveis latentes.

De seguida é avaliada a validade convergente de um construto que demonstra que um conjunto de indicadores representam o mesmo construto e somente esse construto. A

validade convergente é conferida quando o indicador *Average Variance Extracted* (AVE) é igual ou superior a 0,5 (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009; F. Hair Jr *et al.*, 2014).

Tabela III – Indicador AVE

	Average Variance Extracted (AVE)
Acessibilidade	0,537
Eficiência	0,408
Especialização	1,000
Integração	0,694
Mau desenho da API	0,546
Modularização	1,000
Utilização de APIs	0,769

Como se pode verificar pela tabela III, apenas o construto “Eficiência” tem um AVE menor a 0,5, indicando que em média este construto apenas explica 40,8% da variância dos seus itens (F. Hair Jr *et al.*, 2014).

Segundo os critérios sugeridos na bibliografia, o modelo deve ser ajustado, seguindo-se então uma análise dos *outer loadings*, que medem a correlação entre o indicador e o seu construto. De acordo com Henseler et. al (2009) e Hair et.al (F. Hair Jr *et al.*, 2014) este indicador deve ter um valor superior a 0,7, porém Henseler et. al (2009) advertem que apenas se devem eliminar indicadores quando a sua eliminação resulta num aumento substancial do indicador CR. De acordo com Churchill (1979), os indicadores com um *outer loading* menor a 0,4 devem ser eliminados.

Analisando os *outer loadings* (Anexo 2) podemos verificar que apenas os construtos “Acessibilidade”, “Eficiência” e “Mau desenho da API” possuem indicadores com um *outer loading* menor a 0,7. Tendo em conta que os construtos “Acessibilidade” e “Mau desenho da API” já detêm valores aceitáveis nos indicadores CR e AVE, resta analisar os *outer loadings* do construto “Eficiência”. Neste construto, o indicador com menor valor é o “Efic_5” que apresenta um valor de 0,373 e por isso deve ser eliminado de acordo com os critérios recomendados na bibliografia. Após esta exclusão, o AVE aumentou de 0,408 para 0,447, requerendo então a eliminação do indicador com menor *outer loading*, o indicador “Efic_6” que apresenta um valor de 0,473 (Anexo 3). Após a eliminação deste indicador, o AVE aumentou para 0,487 o que continuou a não ser suficiente, sendo necessário excluir o indicador “Efic_7” que apresenta um *outer loading* de 0,544 (Anexo 3). Com a exclusão deste indicador, o AVE apresenta o valor de 0,545 e o CR de 0,855,

o que permite comprovar a validade convergente deste constructo, bem como a fiabilidade interna

Por fim, é testada a validade discriminante, que representa o grau a que um construto é diferente dos outros, e que o construto mede aquilo que é suposto medir (F. Hair Jr *et al.*, 2014).

O primeiro método utilizado para auferir a validade discriminante é o critério de Fornell-Larcker (1981), que afirma que um construto deve partilhar mais variância com os seus indicadores do que com qualquer outro construto (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009; F. Hair Jr *et al.*, 2014). Sendo assim, a raiz quadrada da AVE de cada construto deve ser superior ao valor das correlações com os restantes construtos (F. Hair Jr *et al.*, 2014). Analisando a tabela IV podemos constatar que tal se verifica.

Tabela IV – Critério Fornell-Larcker

	Acess.	Efic.	Esp.	Int.,	MauDes	Modul.	Uso
Acessibilidade	0,733						
Eficiência	0,560	0,738					
Especialização	0,310	0,454	1,000				
Integração	0,647	0,634	0,388	0,833			
Mau desenho da API	-0,243	-0,304	-0,286	-0,231	0,739		
Modularização	0,379	0,301	0,359	0,597	-0,199	1,000	
Utilização de APIs	0,487	0,287	0,210	0,369	-0,137	0,142	0,877

O segundo método utilizado (cross-loadings), pretende verificar se as *loadings* de cada indicador no construto a que foi asignado, são maiores que nos restantes construtos.

Verificando os *cross-loadings* (Anexo 4) podemos constatar que à exceção do indicador “Aces_4”, todos os indicadores cumprem o critério. O indicador “Aces_4” tem um *loading* de 0,423 no construto de “Acessibilidade”, mas no construto de “Eficiência” tem um *loading* de 0,437. Com base nestas premissas, este indicador foi excluído do modelo e está assegurada a validade discriminante ao nível dos indicadores.

Após a análise dos construtos refletivos, segue-se a análise dos construtos formativos pois os critérios anteriores não se aplicam a estes construtos (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009; F. Hair Jr *et al.*, 2014).

Para avaliar os construtos formativos, os indicadores devem ser avaliados de acordo com a sua relevância na construção do construto, assegurando que o indicador tem um

impacto significativo no construto e que não é redundante (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009).

Para verificarmos que não existe redundância deve ser efetuada uma análise da colinearidade dos indicadores, calculando o indicador *Variance Inflation Factor* (VIF), sendo que este não deve ser substancialmente superior a 1 (Henseler, Ringle and Sinkovics, 2009; F. Hair Jr *et al.*, 2014). De acordo com Sarstedt (2014), o valor do VIF não deverá ser superior a 5.

Ao analisarmos os indicadores e os respetivos valores VIF (Anexo 5) podemos constatar que todos os indicadores possuem um valor VIF entre 1 e 2,3, cumprindo assim o critério de colinearidade.

De seguida, é analisada a significância estatística de cada indicador. Dado que o modelo PLS-SEM não assume uma distribuição normal, é necessário recorrer à rotina *Bootstrapping*, um método de reamostragem que cria um largo número de subamostras e estimações, utilizadas para calcular um erro padrão, e a partir deste, calcular a significância estatística dos indicadores com base em *t-values* (F. Hair Jr *et al.*, 2014). Para este modelo, a rotina *Bootstrapping* foi efetuada com recurso a 5.000 amostras.

Ao estudar os níveis de significância (Anexo 6), notamos que para um nível de significância de 0,1 apenas quatro dos dez indicadores se revelam estatisticamente significantes. No entanto, Henseler et al. (2009) advertem que os indicadores formativos não devem ser excluídos somente pelos resultados estatísticos e afirmam que desde que os indicadores sejam conceptualmente justificáveis, estes devem ser mantidos no modelo. Sarstedt et al. (2014) recomendam a manutenção do indicador no modelo, mesmo que o seu *weight* não seja estatisticamente significativa, caso o *loading* do indicador seja igual ou maior a 0,5. Como podemos observar na tabela V, o indicador “Indep_2” tem um *loading* de 0,343, e por isso é excluído do modelo.

Tabela V – *Loadings* dos indicadores

	Criação de Valor	Gestão da Mudança	Independência	Melhoria de Processos
Val_1	0,552			
Val_3	0,703			
GesMud_1		0,952		
GesMud_2		0,705		

Indep_2			0,343	
MeProc_1				0,549

5.2.2 Análise do modelo estrutural

Após a análise do modelo de medida é possível avaliar o modelo estrutural, que se refere às relações entre os construtos e permite verificar a confirmação ou rejeição das hipóteses propostas.

Primeiramente, o modelo deve ser testado para verificar a não existência de qualquer problema relativo à colinearidade (F. Hair Jr *et al.*, 2014). À semelhança do que foi feito anteriormente, é utilizado o indicador VIF. Como podemos ver na tabela VI, nenhum valor VIF está substancialmente acima de 1, cumprindo assim o critério de colinearidade.

Tabela VI – Colinearidade no modelo estrutural (valores VIF)

	Utilização de APIs
Criação de Valor	1,390
Custo	1,135
Gestão da Mudança	1,536
Independência	1,118
Inovação	1,281
Mau desenho da API	1,552
Melhoria de Processos	1,426
Segurança	1,135

Para avaliar o modelo estrutural, devemos analisar três elementos: o coeficiente de determinação (R^2), os *path coefficients* e o tamanho do efeito (f^2).

O coeficiente de determinação (R^2) é uma medida sobre a capacidade de explicação do modelo, que representa o efeito combinado nas variáveis exógenas nas variáveis endógenas. Este coeficiente varia de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam uma maior precisão preditiva do modelo (F. Hair Jr *et al.*, 2014). Segundo Falk e Miller (Falk and Miller, 1992), o R^2 deve ser igual ou superior a 0,1.

Tabela VII – Coeficientes de determinação

	R^2
Acessibilidade	0,241
Eficiência	0,082

Especialização	0,044
Integração	0,135
Modularização	0,020
Utilização de APIs	0,292

Como podemos observar na tabela VII, os coeficientes de determinação do modelo são relativamente baixos, sendo que apenas as variáveis “Acessibilidade” (0,241), “Integração” (0,135) e “Utilização de APIs” (0,292) apresentam um R^2 maior que 0,1. Este resultado pode ser explicado em parte, devido ao facto das variáveis com menor R^2 serem apenas explicadas por uma variável latente que é a variável que representa a utilização de APIs. Deste modo, o resultado desta análise constitui-se como uma limitação do modelo aplicado.

De seguida são analisados os valores dos coeficientes de caminho (*path coefficients*) das relações hipotéticas que conectam os construtos. Este coeficiente varia de -1 a +1, sendo que valores próximos de +1 indicam relações positivas fortes e valores próximos de -1 indicam relações negativas fortes (F. Hair Jr *et al.*, 2014). De modo a realizar uma análise correta aos *path coefficients*, Henseler *et al.* (2009) notam que os valores dos coeficientes devem ter um sinal algébrico expeável para poderem suportar as hipóteses formuladas anteriormente.

Tabela VIII – *Path coefficients* e *p-values*

	<i>Path coefficient</i>	<i>p-value</i>
Criação de Valor -> Utilização de APIs	0,010	0,916
Custo -> Utilização de APIs	-0,147	0,071
Gestão da Mudança -> Utilização de APIs	-0,057	0,572
Independência -> Utilização de APIs	0,177	0,057
Inovação -> Utilização de APIs	0,164	0,045
Mau desenho da API -> Utilização de APIs	-0,009	0,920
Melhoria de Processos -> Utilização de APIs	0,328	0,002
Segurança -> Utilização de APIs	-0,023	0,793
Utilização de APIs -> Acessibilidade	0,491	0,000
Utilização de APIs -> Eficiência	0,287	0,000
Utilização de APIs -> Especialização	0,210	0,010
Utilização de APIs -> Integração	0,369	0,000
Utilização de APIs -> Modularização	0,142	0,158

É utilizado novamente o método *Bootstrapping* para obter os *path coefficients* e os *p-values* observados na tabela VIII. Com base num nível de significância de 0,1, é

possível afirmar que, das treze hipóteses formuladas, oito são estatisticamente significativas e todas apresentam um sinal algébrico de acordo com o expectável. O custo ($\beta = 0,010$) é a única variável com um impacto negativo estatisticamente significativo na utilização de APIs, enquanto que a independência ($\beta = 0,177$), inovação ($\beta = 0,164$) e melhoria de processos ($\beta = 0,328$) impactam positivamente a utilização de APIs. Quanto aos efeitos, a utilização de APIs demonstra ter um impacto positivo na acessibilidade ($\beta = 0,491$), na eficiência ($\beta = 0,287$), na especialização ($\beta = 0,210$) e na integração ($\beta = 0,369$).

Por fim, resta analisar o tamanho do efeito (f^2) para cada relação, sendo para isso avaliada a alteração no valor do coeficiente de determinação (R^2) quando um construto exógeno é excluído do modelo (F. Hair Jr *et al.*, 2014). Valores de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados como pequenos, médios e grandes efeitos, respetivamente (F. Hair Jr *et al.*, 2014).

Tabela IX – Tamanho do efeito na variável “Utilização de APIs”

	Utilização de APIs
Custo	0,026
Independência	0,040
Inovação	0,030
Melhoria de Processos	0,106

Como podemos observar na tabela IX, as variáveis “Custo” ($f^2 = 0,026$), “Inovação” ($f^2 = 0,03$) e “Independência” ($f^2 = 0,04$) tiveram um tamanho do efeito relativamente pequeno na variável “Utilização de APIs” enquanto que a variável “Melhoria de Processos” ($f^2 = 0,106$) teve um efeito que pode ser considerado como médio.

6. Discussão dos resultados

Com base nos resultados obtidos, oito hipóteses foram suportadas e cinco foram rejeitadas (Anexo 7).

As hipóteses 1,2 e 3 foram suportadas pelos resultados obtidos e por isso podemos afirmar que a procura por independência, por novos modelos de negócio e por uma melhoria de processos são razões que levam as organizações a utilizarem APIs. A hipótese 4 não foi suportada, indicando que a procura pela criação de valor não tem influência na utilização de APIs. Uma possível razão para este resultado pode estar num

eventual desconforto das organizações em dar acesso aos seus ativos intangíveis a terceiros ou na convicção de que não existe benefício suficiente na partilha dos seus dados intangíveis.

Quanto aos desafios, referentes às hipóteses 5, 6 e 7, não foram encontradas evidências que suportam que estes têm um efeito negativo na utilização de APIs. Uma possível explicação para o resultado da hipótese 7 pode estar ligado a um eventual bom conhecimento dos respondentes relativo às práticas de segurança que podem ser aplicadas nas APIs. No entanto, a hipótese 8 foi suportada pelos resultados, relevando que o custo pode ser um desafio e tem consequentemente um efeito negativo na utilização de APIs.

Em relação aos efeitos resultantes da utilização de APIs, as hipóteses 9, 10, 11 e 13 foram suportadas, indicando que a utilização de APIs tem um efeito positivo na acessibilidade, na integração, na especialização e na eficiência. Apenas a hipótese 12 não foi suportada, indicando que não existe evidência que a utilização de APIs promova a modularização dos processos.

7. Conclusões

A presente dissertação teve como objetivo principal estudar a utilização de APIs identificando as razões que levam as organizações a utilizar APIs, os desafios na sua utilização e os efeitos que advêm da sua utilização.

Para responder às questões de investigação foi elaborado um questionário que obteve um total de 124 respostas, na maioria de programadores e diretores de sistemas de informação e através da técnica PLS foi possível testar o modelo conceitual proposto de modo a encontrar evidência estatística que permitisse testar as hipóteses formuladas. Com base nos resultados obtidos verificou-se que a procura por uma melhoria de processos é a principal razão para as organizações adotarem APIs e que apenas o custo se constitui como um desafio com impacto negativo na utilização de APIs. Por sua vez, a utilização de APIs tem como principais efeitos o aumento da acessibilidade à informação e o aumento da integração de sistemas.

Este estudo, tal como outros, tem as suas limitações. A amostra não é muito grande e é não probabilista por conveniência, pelo que a generalização dos resultados do presente estudo deve ser feita com cuidado. Também constitui como limitação o coeficiente de

determinação (R^2) obtido das variáveis do modelo, que é considerado baixo e que representa uma fraca capacidade de precisão do modelo. Em função de ter sido utilizado um questionário numa plataforma digital, os respondentes podem não ter compreendido ou respondido a todas as questões de maneira correta.

No entanto, a presente dissertação contribui para um maior conhecimento sobre a utilização de APIs, tendo em conta que a utilização desta tecnologia tem vindo a aumentar ao longo dos anos e recentemente neste período de pandemia (Gartner, 2020) e que existe uma lacuna na literatura existente (Ofoeda, Boateng and Effah, 2019).

Por fim, sugere-se para futura investigação, estudar as razões que levaram à rejeição das hipóteses não suportadas através de uma metodologia qualitativa. Também é sugerido o estudo de efeitos mais tangíveis e objetivos provenientes da utilização de APIs, que podem ser medidos através de indicadores financeiros, como por exemplo o *Return on Investment* e indicadores de satisfação e lealdade de clientes, como por exemplo o *Net Promoter Score*.

Bibliografia

- Abolhassan, F. (2017) ‘Pursuing Digital Transformation Driven by the Cloud’, in, pp. 1–11. doi: 10.1007/978-3-319-31824-0_1.
- Aherne, C. (2017) *How an API strategy can help agencies connect data silos*, GCN. Available at: <https://gcn.com/articles/2017/08/02/apis-connect-data-silos.aspx> (Accessed: 3 October 2020).
- Baldwin, C. Y. and Clark, K. B. (2000) *Design Rules, The Academy of Management Review*. Edited by Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: The MIT Press. doi: 10.7551/mitpress/2366.001.0001.
- Benzell, S. *et al.* (2019) ‘The Paradox of Openness: Exposure vs. Efficiency of APIs’, *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.3432591.
- Bogart, C. *et al.* (2016) ‘How to break an API: cost negotiation and community values in three software ecosystems’, in *Proceedings of the 2016 24th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering - FSE 2016*. New York, New York, USA: ACM Press, pp. 109–120. doi: 10.1145/2950290.2950325.
- Boley, H. and Chang, E. (2007) ‘Digital ecosystems: Principles and semantics’, *Proceedings of the 2007 Inaugural IEEE-IES Digital EcoSystems and Technologies Conference, DEST 2007*, (February), pp. 398–403. doi: 10.1109/DEST.2007.372005.
- Bonnen, C. *et al.* (2020) *SAP API Management*.
- Bratteteig, T. (2008) ‘Understanding IT and gender’, *OECD-CERI Conference ‘Return to Gender: Gender, ICT and Education’*, pp. 1–10.
- Buheji, M. and Ahmed, D. (2020) ‘Planning for “The New Normal”: Foresight and Management of the Possibilities of Socio-economic Spillovers due to COVID-19 Pandemic’, *Business Management and Strategy*, 11(1), p. 160. doi: 10.5296/bms.v11i1.17044.
- Châlons, C. and Dufft, N. (2017) ‘The Role of IT as an Enabler of Digital Transformation’, in, pp. 13–22. doi: 10.1007/978-3-319-31824-0_2.
- Charboneau, T. (2020) *Calculating the Total Cost of Running an API Product, Nordic APIs*.

Available at: <https://nordicapis.com/calculating-the-total-cost-of-running-an-api-product/> (Accessed: 12 September 2020).

- Churchill, G. A. (1979) 'A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs', *Journal of Marketing Research*, 16(1), p. 64. doi: 10.2307/3150876.
- De, B. (2017) *API Management, API Management*. Berkeley, CA: Apress. doi: 10.1007/978-1-4842-1305-6.
- Economist (2017) 'The world's most valuable resource is no longer oil, but data', *The Economist*.
- Etherington, D. (2020) *Apple and Google release sample code, UI and detailed policies for COVID-19 exposure-notification apps* | *TechCrunch, Tech Crunch*. Available at: <https://techcrunch.com/2020/05/04/apple-and-google-release-sample-code-and-detailed-policies-for-covid-19-exposure-notification-apps/> (Accessed: 15 October 2020).
- F. Hair Jr, J. *et al.* (2014) 'Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)', *European Business Review*, 26(2), pp. 106–121. doi: 10.1108/EBR-10-2013-0128.
- Falk, R. F. and Miller, N. B. (1992) 'A Primer for Soft Modeling', *The University of Akron Press*, (April), p. 103. Available at: http://books.google.com/books/about/A_Primer_for_Soft_Modeling.html?id=3CFrQgAACAAJ.
- Fitzgerald, M. *et al.* (2013) 'Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative | Capgemini Consulting Worldwide', *MIT Sloan Management Review*, 55(1), pp. 1–13. Available at: <https://www.capgemini-consulting.com/SMR>.
- Fornell, C. and Larcker, D. F. (1981) 'Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics', *Journal of Marketing Research*, 18(3), p. 382. doi: 10.2307/3150980.
- Freeman, J. (2019) *What is an API? Application programming interfaces explained, InfoWorld*. Available at: <https://www.infoworld.com/article/3269878/what-is-an-api-application-programming-interfaces-explained.html> (Accessed: 27 June 2020).
- Gartner (2020) *Magic Quadrant for Full Life Cycle API Management 2020, Gartner*. Available at: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-244J49X4&ct=200909&st=sb>.

- GraphQL Users* (2020) *GraphQL*. Available at: <https://graphql.org/users/> (Accessed: 4 August 2020).
- Hair, J. F. *et al.* (2019) ‘When to use and how to report the results of PLS-SEM’, *European Business Review*, 31(1), pp. 2–24. doi: 10.1108/EBR-11-2018-0203.
- Hanssen, G. K. (2012) ‘A longitudinal case study of an emerging software ecosystem: Implications for practice and theory’, *Journal of Systems and Software*, 85(7), pp. 1455–1466. doi: 10.1016/j.jss.2011.04.020.
- Hawkins, A. J. (2017) *Lyft says it will use Google Maps as its default navigation tool*, *The Verge*. Available at: <https://www.theverge.com/2017/10/12/16465414/lyft-google-maps-waze-navigation-app-drivers> (Accessed: 22 October 2020).
- Hein, A. *et al.* (2020) ‘Digital platform ecosystems’, *Electronic Markets*, 30(1), pp. 87–98. doi: 10.1007/s12525-019-00377-4.
- Henseler, J., Ringle, C. M. and Sinkovics, R. R. (2009) ‘The use of partial least squares path modeling in international marketing’, in *Advances in International Marketing*, pp. 277–319. doi: 10.1108/S1474-7979(2009)0000020014.
- Ilaşcu, B. I. (2019) *Starbucks Devs Leave API Key in GitHub Public Repo Serious impact*, *Bleeping Computer*. Available at: <https://www.bleepingcomputer.com/news/security/starbucks-devs-leave-api-key-in-github-public-repo/> (Accessed: 2 October 2020).
- Jacobson, D., Woods, D. and Brail, G. (2012) *APIs: A Strategy Guide, Creating Channels with Application Programming Interfaces*.
- Jansen, S., Brinkkemper, S. and Finkelstein, A. (2009) ‘Business network management as a survival strategy: A tale of two software ecosystems’, *CEUR Workshop Proceedings*, 505(2), pp. 34–48.
- Jarvis, C. B., MacKenzie, S. B. and Podsakoff, P. M. (2003) ‘A Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research’, *Journal of Consumer Research*, 30(2), pp. 199–218. doi: 10.1086/376806.
- Lamba, A. (2019) ‘API Design Principles & Security Best Practices – Accelerate your business without compromising security’, *SSRN Electronic Journal*, (3), pp. 21–25. doi:

10.2139/ssrn.3535436.

- Likert, R. (1932) 'A technique for the measurement of attitudes', *Archives of Psychology*.
- Lindman, J. *et al.* (2020) 'Emerging Perspectives of Application Programming Interface Strategy: A Framework to Respond to Business Concerns', *IEEE Software*, 37(2), pp. 52–59. doi: 10.1109/MS.2018.2875964.
- Mosqueira-Rey, E. *et al.* (2018) 'A systematic approach to API usability: Taxonomy-derived criteria and a case study', *Information and Software Technology*, 97(March 2017), pp. 46–63. doi: 10.1016/j.infsof.2017.12.010.
- MuleSoft Inc. (2020a) *2020 Connectivity benchmark report*. Available at: <https://www.mulesoft.com/lp/reports/connectivity-benchmark>.
- MuleSoft Inc. (2020b) *The role of APIs in business process automation*, MuleSoft. Available at: <https://www.mulesoft.com/resources/api/business-process-automation> (Accessed: 12 September 2020).
- Murphy, M. and Sloane, S. (2016) *The rise of APIs*, TechCrunch. Available at: <https://techcrunch.com/2016/05/21/the-rise-of-apis/> (Accessed: 22 June 2020).
- Nah, F. F. (2002) 'Enterprise Resource Planning Solutions & Management', in, p. 291.
- Newman, L. H. (2018) *A new Google+ blunder exposed data from 52.5 million users*, Wired. Available at: <https://www.wired.com/story/google-plus-bug-52-million-users-data-exposed/> (Accessed: 2 October 2020).
- Ofoeda, J., Boateng, R. and Effah, J. (2019) 'Application programming interface (API) research: A review of the past to inform the future', *International Journal of Enterprise Information Systems*, 15(3), pp. 76–95. doi: 10.4018/IJEIS.2019070105.
- Preibisch, S. (2018) *API Development*. Berkeley, CA: Apress. doi: 10.1007/978-1-4842-4140-0.
- Quinn, J. B. and Hilmer, F. G. (1994) 'Strategic outsourcing', *MIT Sloan Management Review*, 35(4), p. 43.
- Reddy, M. (2011) *API design for c++*, *API Design for C++*. doi: 10.1016/C2010-0-65832-9.
- Riasanow, T. *et al.* (2018) 'The generic ecosystem and innovation patterns of the digital

transformation in the financial industry’, in *Proceedings of the 22nd Pacific Asia Conference on Information Systems - Opportunities and Challenges for the Digitized Society: Are We Ready?, PACIS 2018*.

Ringle, C. M., Wende, S. and Becker, J.-M. (2015) ‘SmartPLS 3’. SmartPLS GmbH.

Robillard, M. P. and Deline, R. (2011) ‘A field study of API learning obstacles’, *Empirical Software Engineering*, 16(6), pp. 703–732. doi: 10.1007/s10664-010-9150-8.

Rudrakshi, C. *et al.* (2014) *API-fication: Core building block of the digital enterprise*, HCL Technologies Limited. Available at: <https://www.hcltech.com/white-papers/systems-integration/api-fication-core-building-block-digital-enterprise>.

Santos, W. (2019) *APIs show Faster Growth Rate in 2019 than Previous Years*, ProgrammableWeb. Available at: <https://www.programmableweb.com/news/apis-show-faster-growth-rate-2019-previous-years/research/2019/07/17> (Accessed: 20 October 2020).

Sarstedt, M. *et al.* (2014) ‘Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): A useful tool for family business researchers’, *Journal of Family Business Strategy*, 5(1), pp. 105–115. doi: 10.1016/j.jfbs.2014.01.002.

Saunders, Mark; Lewis, Philip; Thornhill, A. (2013) *Research methods for business students*, *International Journal of the History of Sport*. doi: 10.1080/09523367.2012.743996.

Scaffidi, C. (2006) ‘Why are APIs difficult to learn and use?’, *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students*, 12(4), pp. 4–4. doi: 10.1145/1144359.1144363.

Schindler, E. (2013) *Building a developer ecosystem: What vendors do to attract you to their platforms*, *Computerworld*. Available at: <https://www.computerworld.com/article/2704738/building-a-developer-ecosystem--what-vendors-do-to-attract-you-to-their-platforms.html> (Accessed: 20 August 2020).

Schweitzer, F. M., Gassmann, O. and Gaubinger, K. (2011) ‘OPEN INNOVATION AND ITS EFFECTIVENESS TO EMBRACE TURBULENT ENVIRONMENTS’, *International Journal of Innovation Management*, 15(06), pp. 1191–1207. doi: 10.1142/S1363919611003702.

Singer, J. (1998) ‘Practices of software maintenance’, in *Proceedings. International Conference*

- on Software Maintenance (Cat. No. 98CB36272)*. IEEE Comput. Soc, pp. 139–145. doi: 10.1109/ICSM.1998.738502.
- Spring, T. (2018) *T-Mobile Alerts 2.3 Million Customers of Data Breach Tied to Leaky API, Threatpost*. Available at: <https://threatpost.com/t-mobile-alerts-2-3-million-customers-of-data-breach-tied-to-leaky-api/136896/> (Accessed: 2 October 2020).
- Strecker, F. and Kellermann, J. (2017) ‘The Cloud in Practice’, in, pp. 57–71. doi: 10.1007/978-3-319-31824-0_6.
- Taylor, P. (2016) ‘Web APIs for environmental data’, (June 2016), pp. 1–80. doi: 10.13140/RG.2.2.17817.83047.
- Wulf, J. and Blohm, I. (2020) ‘Fostering Value Creation with Digital Platforms: A Unified Theory of the Application Programming Interface Design’, *Journal of Management Information Systems*, 37(1), pp. 251–281. doi: 10.1080/07421222.2019.1705514.
- Xavier, L. *et al.* (2017) ‘Historical and impact analysis of API breaking changes: A large-scale study’, *SANER 2017 - 24th IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering*, (Dcc), pp. 138–147. doi: 10.1109/SANER.2017.7884616.
- Zachariadis, M. and Ozcan, P. (2017) ‘The API Economy and Digital Transformation in Financial Services: The Case of Open Banking’, *SSRN Electronic Journal*, (June). doi: 10.2139/ssrn.2975199.
- Zibran, M. F. (2008) ‘What Makes APIs Difficult to Use?’, *International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)*, 8(4), pp. 255–261. Available at: http://paper.ijcsns.org/07_book/200804/20080436.pdf.
- Zibran, M. F., Eishita, F. Z. and Roy, C. K. (2011) ‘Useful, but usable? Factors affecting the usability of APIs’, *Proceedings - Working Conference on Reverse Engineering, WCRE*, (Table II), pp. 151–155. doi: 10.1109/WCRE.2011.26.

ANEXOS

Anexo 1 – Modelo Conceptual e questões

Variável Latente	Indicador	Questões (Escala de Likert 1-5)	Referência
Utilização	Uso_5	Como se efetuam as transferências de dados DENTRO da sua organização? (Ex: Ficheiros Excel) - APIs	
	Uso_9	Como se efetuam as transferências de dados PARA FORA da sua organização? (Ex: Ficheiros Excel) - APIs	
Independência (Agnóstico)	Indep_1	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Descentralização de dispositivos (Mobile, IoT, ...)	(Jacobson, Woods and Brail, 2012)
	Indep_2	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Incompatibilidade de sistemas (Android, iOS, ...)	(De, 2017)
Inovação	Inov_1	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Implementar novos modelos de negócio	(Rudrakshi <i>et al.</i> , 2014)
Melhoria de processos	MeProc_1	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Reduzir custos na execução dos processos de negócio	(Rudrakshi <i>et al.</i> , 2014)
	MeProc_2	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Partilhar mais facilmente os recursos dentro da organização	(Lindman <i>et al.</i> , 2020)
	MeProc_3	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Partilhar mais facilmente os recursos fora da organização	
Criação de valor	Val_1	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Alcançar novos consumidores / mercados	(Strecker e Kellermann, 2017)
	Val_2	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Rentabilizar os recursos existentes da organização	(Murphy and Sloane, 2016)
	Val_3	Quais as razões e causas que levam as organizações a adotar APIs? - Atrair utilizadores para a plataforma / organização / ecossistema	(Schindler, 2013)
Mau desenho da API	MauDes_1	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - Os utilizadores têm dificuldade em utilizar a API	(Zibran, Eishita and Roy, 2011) e (Mosqueira-

			Rey et al., 2018)
	MauDes_2	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - A API é complexa e difícil de perceber	(Mosqueira-Rey et al., 2018)
	MauDes_3	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - Documentação fraca ou inexistente	(Robillard and Deline, 2011)
	MauDes_4	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - A API tem pouca qualidade (nomenclaturas, conceitos, consistência, convenções, ...)	(Zibran, 2008)
	MauDes_5	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - A utilização da API é morosa	
Gestão da mudança	GesMud_1	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - Falta de controlo sobre a remoção de funcionalidades de acordo com a vontade do fornecedor da API	(Bogart et al., 2016)
	GesMud_2	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - Atualizações que criam incompatibilidades com o código dos utilizadores	(Zibran, Eishita and Roy, 2011; Xavier <i>et al.</i> , 2017)
Segurança	Seg_1	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - Fraca segurança na partilha de dados	(Lamba, 2019)
Custo	Custo_1	Quais os desafios que encontrou na implementação e/ou utilização de APIs? - Criar uma API de qualidade requer muitos recursos financeiros e humanos	(Charboneau, 2020)
Acessibilidade	Aces_1	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Facilitou o acesso à informação	(Taylor, 2016)
	Aces_2	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Desconstruiu silos de informação	(Murphy and Sloane, 2016)
	Aces_3	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Melhorou a partilha de informação com terceiros de uma forma segura e autorizada	(Lamba, 2019)
	Aces_4	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Tornou possível controlar o acesso aos dados (throttling)	
Integração	Integ_1	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Facilitou a integração de vários sistemas e programas informáticos	(Freeman, 2019)
	Integ_2	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Permitiu adicionar nos sistemas da organização funcionalidades específicas a um menor custo, com maior facilidade e flexibilidade	(Wulf and Blohm, 2020)

Especialização	Esp_1	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Promoveu a especialização da organização no seu core business relegando para terceiros atividades de suporte	(Murphy and Sloane, 2016)
Modularização	Mod_1	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Promoveu a modularização dos processos (tornando-os independentes)	(Reddy, 2011)
Eficiência	Efic_1	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Facilitou a implementação de automatismos	(Jacobson, Woods and Brail, 2012)
	Efic_2	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Facilitou a distribuição do conteúdo de forma escalável	
	Efic_3	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Reduziu o nº de recursos (ex: horas) relacionados com a transferência e tratamento de informação	(Preibisch, 2018)
	Efic_4	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Eliminou ou reduziu fortemente os erros na transferência de dados	(Reddy, 2011)
	Efic_5	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Promoveu a reutilização de código	
	Efic_6	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Reduziu o aparecimento de bugs	
	Efic_7	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Estimulou a convergência de standards	(Reddy, 2011)
	Efic_8	Quais os efeitos se verificaram na utilização de APIs? - Facilitou o redesenho de processos	(MuleSoft Inc., 2020b)

Anexo 2 – *Outer loadings* do modelo inicial

	Aces	Efic	Esp	Integ	MauDes	Mod	Uso
Aces_1	0,824						
Aces_2	0,796						
Aces_3	0,810						
Aces_4	0,423						
Efic_1		0,597					
Efic_2		0,796					
Efic_3		0,806					
Efic_4		0,702					
Efic_5		0,373					
Efic_6		0,480					
Efic_7		0,558					
Efic_8		0,675					
Esp_1			1,000				
Integ_1				0,868			
Integ_2				0,796			
MauDes_1					0,734		
MauDes_2					0,811		
MauDes_3					0,700		
MauDes_4					0,759		
MauDes_5					0,683		
Mod_1						1,000	
Uso_5							0,852
Uso_9							0,901

Anexo 3 – *Outer loadings* da variável “Eficiência”

	2ª iteração	3ª iteração	4ª iteração
Efic_1	0,598	0,600	0,644
Efic_2	0,796	0,803	0,809
Efic_3	0,809	0,819	0,846
Efic_4	0,702	0,688	0,708
Efic_6	0,473	-	-
Efic_7	0,553	0,544	-
Efic_8	0,677	0,691	0,662

Anexo 4 – Cross Loadings

	Aces	Efic	Esp	Integ	MauDes	Mod	Uso
Aces_1	0,824	0,417	0,189	0,548	-0,110	0,321	0,393
Aces_2	0,796	0,384	0,306	0,391	-0,269	0,193	0,444
Aces_3	0,810	0,498	0,163	0,601	-0,186	0,373	0,358
Aces_4	0,423	0,437	0,347	0,421	-0,139	0,308	0,147
Efic_1	0,372	0,644	0,334	0,519	-0,126	0,300	0,188
Efic_2	0,459	0,809	0,382	0,510	-0,269	0,273	0,229
Efic_3	0,415	0,846	0,369	0,454	-0,265	0,114	0,195
Efic_4	0,344	0,708	0,196	0,320	-0,270	0,151	0,229
Efic_8	0,467	0,662	0,398	0,544	-0,170	0,273	0,207
Esp_1	0,310	0,454	1,000	0,388	-0,286	0,359	0,210
Integ_1	0,549	0,500	0,227	0,868	-0,136	0,461	0,336
Integ_2	0,531	0,567	0,443	0,796	-0,263	0,545	0,275
MauDes_1	-0,141	-0,170	-0,155	-0,184	0,734	-0,102	-0,109
MauDes_2	-0,197	-0,266	-0,266	-0,194	0,811	-0,161	-0,113
MauDes_3	-0,152	-0,200	-0,176	-0,158	0,700	-0,175	-0,044
MauDes_4	-0,114	-0,226	-0,262	-0,151	0,759	-0,239	-0,105
MauDes_5	-0,283	-0,252	-0,183	-0,163	0,683	-0,078	-0,104
Mod_1	0,379	0,301	0,359	0,597	-0,199	1,000	0,142
Uso_5	0,380	0,253	0,191	0,249	-0,110	0,054	0,852
Uso_9	0,467	0,252	0,179	0,387	-0,130	0,184	0,901

Anexo 5 – Valores VIF

	VIF
Aces_1	1,715
Aces_2	1,356
Aces_3	1,633
Custo_1	1,000
Efic_1	1,325
Efic_2	1,856
Efic_3	2,292
Efic_4	1,540
Efic_8	1,351

	VIF
Esp_1	1,000
GesMud_1	1,259
GesMud_2	1,259
Indep_1	1,130
Indep_2	1,130
Inov_1	1,000
Integ_1	1,180
Integ_2	1,180
Mod_1	1,000

	VIF
Seg_1	1,000
MauDes_1	1,561
MauDes_2	1,849
MauDes_3	1,767
MauDes_4	1,741
MauDes_5	1,330
MeProc_1	1,239
MeProc_2	1,578
MeProc_3	1,706

	VIF
Uso_5	1,412
Uso_9	1,412
Val_1	1,462
Val_2	1,312
Val_3	1,341

Anexo 6 – *Outer Weights* e respetivos *p-values*

	Original Sample (O)	p-values
GesMud_1 -> Gestão da Mudança	0,804	0,178
GesMud_2 -> Gestão da Mudança	0,333	0,594
Indep_1 -> Independência	0,998	0,000
Indep_2 -> Independência	0,005	0,989
MeProc_1 -> Melhoria de Processos	0,143	0,493
MeProc_2 -> Melhoria de Processos	0,370	0,093
MeProc_3 -> Melhoria de Processos	0,659	0,002
Val_1 -> Criação de Valor	0,001	0,997
Val_2 -> Criação de Valor	0,766	0,004
Val_3 -> Criação de Valor	0,419	0,235

Anexo 7 – Tabela resumo de hipóteses

Hipóteses		Resultado
H1	A maior procura pela independência de dispositivos e ou sistemas está associada a uma maior utilização de APIs	Hipótese Suportada
H2	A maior procura por novos modelos de negócio está associada a uma maior utilização de APIs	Hipótese Suportada
H3	A maior procura pela melhoria de processos está associada a uma maior utilização de APIs	Hipótese Suportada
H4	A maior procura pela criação de valor está associada a uma maior utilização de APIs	Hipótese Não Suportada
H5	Uma maior expectativa de um mau desenho da API está associado a uma menor utilização da API	Hipótese Não Suportada
H6	Uma maior expectativa de um fraco controlo da gestão da mudança da API está associado a uma menor utilização da API	Hipótese Não Suportada
H7	Uma maior expectativa de uma fraca segurança está associado a uma menor utilização da API	Hipótese Não Suportada
H8	Uma maior expectativa de um custo grande está associado a uma menor utilização da API	Hipótese Suportada
H9	A maiores níveis de utilização da API está associada uma melhoria de acessibilidade à informação	Hipótese Suportada
H10	A maiores níveis de utilização da API está associada uma melhoria de integração dos sistemas	Hipótese Suportada
H11	A maiores níveis de utilização da API está associada uma maior especialização da organização	Hipótese Suportada
H12	A maiores níveis de utilização da API está associada uma maior modularização dos processos	Hipótese Não Suportada
H13	A maiores níveis de utilização da API está associada uma maior eficiência	Hipótese Suportada