

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE REDES DE
TELECOMUNICAÇÕES**

EDSON ROBERTO GASETA

**DIRETRIZES PARA GOVERNANÇA E IMPLANTAÇÃO
DE SERVIÇOS EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO
INTELIGENTE**

CAMPINAS

2018

EDSON ROBERTO GASETA

DIRETRIZES PARA GOVERNANÇA E
IMPLANTAÇÃO DE SERVIÇOS EM UM CAMPUS
UNIVERSITÁRIO INTELIGENTE

Dissertação apresentada como exigência curricular para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Redes de Telecomunicações, do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientador: Professor Doutor David Bianchini.

PUC-CAMPINAS

2018

Ficha catalográfica elaborada por Vanessa da Silveira – CRB 8/8423
Sistema de Bibliotecas e Informação – SBI – PUC-Campinas

t600
G247d

Gaseta, Edson Roberto.
Diretrizes para governança e implantação de serviços em um campus
universitário inteligente/ Edson Roberto Gaseta.- Campinas: PUC-
Campinas, 2018.
95f.

Orientador: David Bianchini.
Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Campi-
nas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-Gra-
duação em Redes de Telecomunicações.
Inclui anexo e bibliografia.

1. Tecnologia da informação. 2. Governança corporativa. 3. Inteligên-
cia artificial. 4. Framework (Programa de computador). I. Bianchini, David.
II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exa-
tas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-Graduação em Redes de Teleco-
municações. III. Título.

CDD - 18. ed. t600

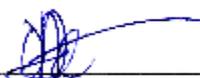
EDSON ROBERTO GASETA

**DIRETRIZES PARA GOVERNANÇA E IMPLANTAÇÃO
DE SERVIÇOS EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO
INTELIGENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão de Redes de Telecomunicações.

Área de Concentração: Engenharia Elétrica.
Orientador: Prof. Dr. David Bianchini

Dissertação defendida e aprovada em 30 de novembro de 2018 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Prof. Dr. David Bianchini
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Marcius Fabius Henriques de Carvalho
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Profa. Dra. Maria Cristina Aranda
Faculdade de Americana

Dedico esta dissertação de mestrado à minha amada esposa Aparecida, que esteve e está sempre ao meu lado me apoiando com paciência, sabedoria e compreensão.

Dedico aos meus filhos Carolina e Matheus, dos quais tenho tanto orgulho e admiração e que sempre me incentivaram a obter o título de mestre.

Dedico em memória dos meus pais, Alicio e Margarida, que foram meus verdadeiros mestres, me ensinando tudo com simplicidade e humildade.

Dedico também aos meus irmãos, Celso, José e Cristina dos quais tenho profundo carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor David Bianchini pelo acompanhamento e orientação.

Agradeço aos meus companheiros de classe, que estiveram presentes e me ajudaram nesta caminhada.

Agradeço ao Ser Maior, que nos protege e está sempre ao lado de todos.

RESUMO

GASETA, Edson Roberto. **Diretrizes para governança e implantação de serviços em um Campus Universitário Inteligente**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Redes de Telecomunicações) – Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas-SP, 2018.

As organizações públicas e privadas estão desenvolvendo estratégias para se inserir no mundo da Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) e pretendem explorar a potencialidade da IoT para colocar novos serviços tecnológicos e de negócios para usuários e clientes. Dentro deste contexto, estão inseridos ambientes de Cidade Inteligente e Campus Universitário Inteligente, sendo um fator crítico de sucesso elaborar diretrizes de governança de TI para garantir que os serviços inteligentes, providos por uma rede de telecomunicação de dados de alto desempenho e pela conectividade com sensores e atuadores, entreguem o valor desejado. Este trabalho tem como objetivo elaborar diretrizes para a governança de serviços de IoT, por meio da aplicação de uma metodologia adaptada, com a utilização de um modelo para a tomada de decisão baseando-se no método *Analytic Hierarchy Process - AHP* para a escolha de requisitos para uma plataforma tecnológica para IoT, no *framework* de Governança de TI COBIT 5 e no levantamento de informações de uma organização que deseja implantar serviços de IoT, especificamente para um Campus Universitário Inteligente. A aplicação da metodologia possibilitou a definição das diretrizes para a implantação dos serviços inteligentes desejados.

Palavras chaves: COBIT 5, IoT, serviços, governança, gestão, plataforma.

ABSTRACT

GASETA, Edson Roberto. **Guidelines for governance and implementation of services on an Intelligent University Campus**. 2018. Dissertation (Professional Master in Telecommunication Network Management) - Strictu Sensu Post-Graduation Program in Electrical Engineering, Pontifical Catholic University of Campinas, Campinas-SP, 2018.

Public and private organizations are developing strategies to enter the world of Internet (IoT) and are looking to explore the potential of IoT to bring new technology and business services to users and customers. Within this context, Intelligent City and Intelligent Campus environments are inserted, and it is a critical success factor to elaborate IT governance guidelines to ensure that intelligent services, provided by a high-performance data telecommunication network and connectivity with sensors and actuators, deliver the desired value. This work aims to elaborate guidelines for the governance of IoT services, through the application of an adapted methodology, using a model for decision making based on the Analytic Hierarchy Process - AHP for the choice of requirements to a technology platform for IoT, in the IT Governance framework COBIT 5 and in the information collection of an organization that wants to implement IoT services, specifically for a Intelligent University Campus. The application of the methodology allowed the definition of the guidelines for the implementation of the desired intelligent services

Keywords: COBIT 5, IoT, services, governance, management, platform.

Lista de Figuras

Figura 1: Matriz de priorização de verticais	2
Figura 2 – Visão geral técnica de IoT.....	6
Figura 3- Modelo de referência em camadas do ITU	8
Figura 4 – Ciclo de vida dos dados na Internet e na IoT	8
Figura 5 – Cidade Inteligente e IoT – Desafios e Tecnologias.....	10
Figura 6 – Interação entre dispositivos e plataforma de software.....	11
Figura 7 – Arquitetura de camadas para um Campus Universitário Inteligente.....	13
Figura 8 – Atributos genéricos de capacidade de processo.....	22
Figura 9 – Etapas onde será aplicada a metodologia	24
Figura 10- Atributo dos processos do domínio EDM	52
Figura 11 – Atributo dos processos do domínio APO.....	53
Figura 12 - Atributo dos processos do domínio BAI	54
Figura 13 - Atributo dos processos do domínio DSS.....	55
Figura 14 - Visão geral da capacidades dos processos analisados	56
Figura 15 – Organograma do Departamento de TI.....	61

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Suporte para dispositivos heterogêneos da plataforma IoT	15
Gráfico 2 – Tipo da plataforma IoT.....	16
Gráfico 3 – Arquitetura da plataforma IoT	16
Gráfico 4 – Interoperabilidade entre sistemas (REST) da plataforma IoT	17
Gráfico 5 – Distribuição baseada em software livre ou proprietária da plataforma IoT	17
Gráfico 6 – Controle de acesso aos dados da plataforma IoT	18
Gráfico 7 – Descoberta de serviços da plataforma IoT	18

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Escala de Saaty.....	25
Tabela 2 - Notas para a definição dos pesos.....	27
Tabela 3 – Exemplo de preenchimento e respectivo cálculo	27
Tabela 4 – Cálculos para definição de pesos e índices de consistência	28
Tabela 5 – Cálculo da taxa de consistência.....	29
Tabela 6 – Índices de consistência aleatória	29
Tabela 7 – Faixas para a avaliação da capacidade do processo.....	31
Tabela 8 – Processo EDM01.....	33
Tabela 9 – Processo EDM02.....	33
Tabela 10 – Processo APO01	34
Tabela 11 – Processo APO02.....	34
Tabela 12 – Processo APO04.....	35
Tabela 13 – Processo APO12.....	35
Tabela 14 – Processo APO13.....	36
Tabela 15 – Processo BAI01.....	36
Tabela 16 – Processo BAI04.....	37
Tabela 17 – Processo BAI09.....	37
Tabela 18 – Processo BAI10.....	38
Tabela 19 – Processo DSS01	38
Tabela 20 – Processo DSS02	39
Tabela 21 – Processo DSS03.....	39
Tabela 22 – Processo DSS04	40
Tabela 23 – Processo DSS05	40
Tabela 24 – Etapa 1	41
Tabela 25 – Etapa 2	41
Tabela 26 – Serviços inteligentes desejados.....	42
Tabela 27 – Cálculo para o 1º nível da hierarquia.....	44
Tabela 28 – Cálculo dos subcritérios para conectividade	45
Tabela 29 – Cálculo dos subcritérios para segurança.....	46
Tabela 30 – Cálculo dos subcritérios para modelo de operação	47
Tabela 31 – Cálculo dos subcritérios para gerenciamento de dados	48
Tabela 32 – Cálculo dos subcritérios para escalabilidade.....	49
Tabela 33 – Resumo dos requisitos par a escolha da Plataforma IoT.....	50
Tabela 34 – Resultado da avaliação dos processos do domínio EDM	53
Tabela 35 - Resultado da avaliação dos processos do domínio APO	54
Tabela 36 - Resultado da avaliação dos processos do domínio BAI.....	55
Tabela 37 - Resultado da avaliação dos processos do domínio DSS	56
Tabela 38 – Aspectos considerados para a avaliação da capacidade	57
Tabela 39 – Relação do conhecimento da equipe de TI	62
Tabela 40 – Fornecedores de TI da faculdade	62
Tabela 41 – Sistemas em uso na faculdade	63
Tabela 42 – Configuração dos equipamentos	63
Tabela 43 – Projetos em execução.....	65
Tabela 44 – Serviços de IoT pretendidos na fase de piloto	65
Tabela 45 – Nível de capacidade recomendada para os processos do COBIT 5	66
Tabela 46 – Processos do COBIT 5 priorizados.....	71

Lista de Equações

Equação 1 – Índice de consistência.....	28
Equação 2 – Taxa de consistência	28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Contexto de Internet das Coisas – IoT.....	1
1.2.	Motivação.....	3
1.3.	Objetivo.....	3
1.4.	Relevância da pesquisa.....	4
1.5.	Organização do trabalho.....	5
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1.	Visão geral de Internet das Coisas (IoT).....	6
2.2.	Cidades Inteligentes.....	9
2.3.	Campus Universitário Inteligente.....	11
2.4.	Plataforma tecnológica para IoT.....	14
2.5.	Programação Multicritério por meio do Processo de Hierarquia Analítica (AHP)...	19
2.6.	Modelo COBIT 5.....	20
3.	METODOLOGIA.....	23
3.1.	Método para a escolha de uma Plataforma IoT.....	24
3.2.	Método para a realização da avaliação de TI.....	29
3.3.	Método para levantamento de informações da organização.....	41
4.	RESULTADOS.....	43
4.1.	Estudo de caso.....	43
4.1.1.	Requisitos para a escolha de uma Plataforma IoT.....	43
4.1.2.	Avaliação e diagnóstico de TI.....	50
4.1.2.1.	Detalhamento do resultado da avaliação e diagnóstico.....	52
4.1.3.	Levantamento de informações da instituição de ensino.....	59
4.1.3.1.	Prioridades da instituição.....	59
4.1.3.2.	Missão e Visão da instituição.....	60
4.1.3.3.	Principais negócios da instituição.....	60
4.1.3.4.	Objetivos estratégicos da instituição.....	60
4.1.3.5.	Organograma da TI.....	61
4.1.3.6.	Conhecimento da equipe de TI.....	62
4.1.3.7.	Lista dos fornecedores.....	62
4.1.3.8.	Inventário de Software.....	63
4.1.3.9.	Inventário de Hardware.....	63
4.1.3.10.	Principais projetos de TI em execução.....	64
4.1.4.	Serviços de TI a serem suportados por IoT.....	65
4.2.	Análise de lacunas.....	65
4.2.1.	Processos do COBIT 5.....	66
4.2.2.	Infraestrutura de software.....	68
4.2.3.	Infraestrutura de hardware.....	68

4.2.4.	Conhecimento técnico.....	68
4.3.	Proposta de cenário de piloto com as diretrizes para a implantação dos serviços de IoT	68
4.3.1.	Etapa 1: Escolha da plataforma IoT	69
4.3.2.	Etapa 2: Aquisição de servidor para instalação da plataforma IoT	69
4.3.3.	Etapa 3: Instalação, treinamento e testes na plataforma escolhida	69
4.3.4.	Etapa 4: Aquisição de dispositivos para a implantação dos serviços.....	70
4.3.5.	Etapa 5: Testes iniciais com dispositivos e aplicações na plataforma	70
4.3.6.	Etapa 6: Desenvolvimento das aplicações para os serviços IoT	71
4.3.7.	Etapa 7: Testes iniciais dos serviços de IoT	71
4.3.8.	Etapa 8: Disponibilização em ambiente de produção para utilização	71
4.3.9.	Etapa 9: Processos do COBIT 5.....	71
5.	CONCLUSÃO	73
6.	REFERÊNCIAS	75
7.	ANEXOS	78
7.1.	Formulário de levantamento de informação da instituição	78
7.2.	Questões para a avaliação da capacidade dos processos do COBIT 5	79

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto de Internet das Coisas – IoT

A transformação digital vem trazendo uma nova dimensão ao ecossistema da tecnologia da informação e comunicação. O conceito de transformação digital abrange tanto aspectos de tecnologia quanto de realizar negócios.

A transformação digital no aspecto tecnológico está associada com a Internet das Coisas - IoT, que deve conectar bilhões de dispositivos por meio das redes de computadores e a Internet. Entender como implantar e governar todo esse ecossistema frente às estruturas existentes e as que virão, é um desafio para as áreas de Tecnologia da Informação - TI das organizações.

No Brasil, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES realizou um estudo para elaborar políticas públicas para Internet das Coisas, e definiu como aspiração para IoT “Acelerar a implantação da Internet das Coisas como instrumento de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais, e promover a melhoria da qualidade de vida” (BNDES, 2017).

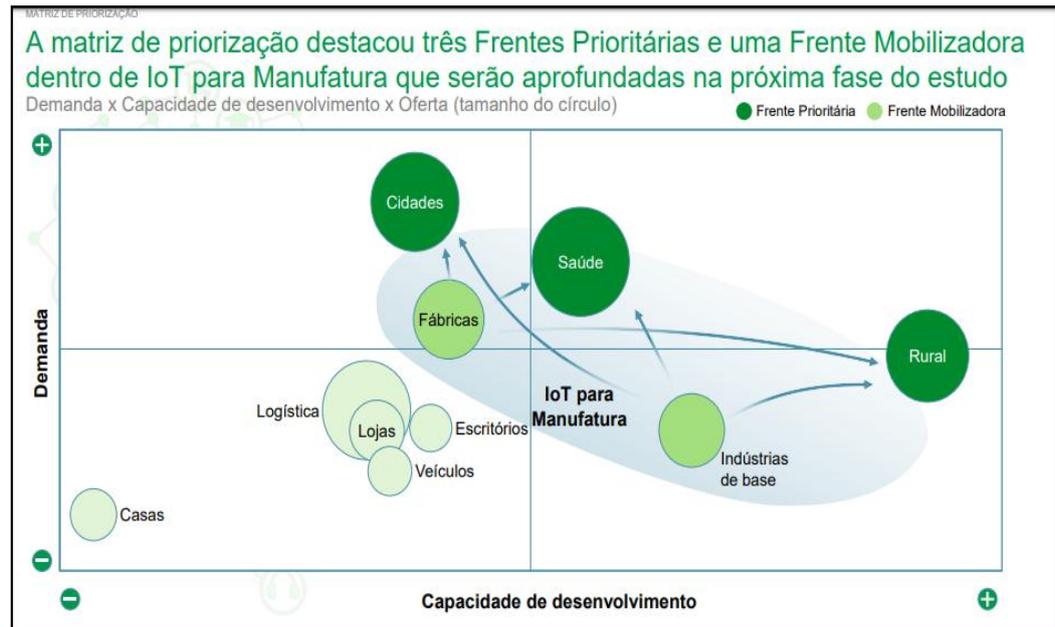
Nesse contexto, a implantação de soluções de Internet das Coisas torna-se um desafio para as organizações que pretendem aderir a este novo paradigma de tecnologia.

De acordo com a *International Telecommunication Union* (ITU,2014):

Internet das Coisas é uma infraestrutura global de informações habilitando serviços por meio de interconectividade (física e virtual) de coisas baseado na interoperabilidade de informação existente e em evolução e nas tecnologias de comunicação.

A demanda para a implantação de serviços baseados em Internet das Coisas é um fator a ser considerado em ambientes com sinergia em comum, sendo que no Brasil foram priorizados 3 (três) frentes, denominadas de verticais de mercado e priorizadas conforme Figura 1.

Figura 1: Matriz de priorização de verticais



Fonte: Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil – BNDES- 2017

As verticais priorizadas foram Cidades (com foco em Cidades Inteligentes), Saúde e Rural (com foco no Agronegócio).

Conforme Pagliaro et al. (2016) é importante estabelecer uma adequação de frentes não priorizadas, como um Campus Inteligente, que se assemelha com os serviços de Internet das Coisas de uma Cidade Inteligente, e neste contexto, desenvolver um Campus Inteligente pode acelerar o desenvolvimento de Cidades Inteligentes, ou também a situação contrária.

Internet das Coisas é uma poderosa inovação tecnológica. No entanto, como qualquer nova tecnologia, os riscos devem ser avaliados e minimizados para garantir que a implantação de serviços de IoT seja alcançada (KHRISNA, 2014).

Esta avaliação deve passar por um modelo de governança de serviços de TI apropriado e também com colaboração e esforços entre as áreas da organização ou das partes interessadas.

O ambiente tecnológico de IoT permitirá a conexão de “coisas”, os objetos inteligentes. Essas conexões produzirão dados e informações que serão consumidos pelos serviços disponibilizados de IoT e entregues aos usuários dos serviços. No entanto, o desafio para armazenar os dados e fornecer as informações adequadas serão fatores preponderantes para que os serviços de IoT não caiam no desuso e na falta de confiança da sua utilização.

Desta forma será determinante planejar adequadamente a infraestrutura tecnológica (hardware, software e soluções automatizadas) e prover um modelo de governança de TI que seja capaz de entregar o serviço com o valor adequado para os usuários.

1.2. Motivação

As instituições brasileiras carecem de planejamento para implantação de novas tecnologias, realizando implantações de soluções e serviços de forma desestruturada, e muitas vezes fazendo com que inovações tecnológicas que poderiam propiciar melhorias nas instituições tornam-se um problema que acarreta a percepção de que as inovações não são adequadas. Este fato pode estar associado a uma governança de tecnologia da informação não adequada (YOUSSFI; BOUTAHAR; ELGHAZI, 2014) e que as instituições deveriam planejar a implantação de novas tecnologias baseada em modelos de governança, como COBIT 5.

O Campus sendo uma célula de uma Cidade onde a cultura de TI é reconhecida como apoio à melhoria da disponibilização dos serviços é o espaço ideal para o início de estudos da implantação do conceito de Cidades Inteligentes.

A definição de um ambiente tecnológico que suporte os serviços de um Campus Inteligente ou de uma Cidade Inteligente passa pela escolha apropriada dos serviços que serão oferecidos e da plataforma tecnológica baseada em Internet das Coisas, essencial para realizar a governança de TI (PERRY, 2016).

1.3. Objetivo

O objetivo deste trabalho é utilizar uma metodologia para selecionar uma plataforma de Internet das Coisas, bem como proceder uma análise do ambiente tecnológico em uma instituição universitária com o propósito estabelecer diretrizes para que a mesma se transforme em uma Universidade Inteligente, por meio do oferecimento de serviços baseados em Internet das Coisas.

A implantação de serviços em Internet das Coisas deve estar associada, além da plataforma tecnológica, da estruturação de um ambiente com capacidades (processos, pessoas e tecnologia) capazes de suportar todos os serviços. Assim, o levantamento de informações também será realizado levando em consideração: (i) infraestrutura tecnológica, (ii) sistemas utilizados, (iii)

conhecimento técnico da equipe de TI, (iv) projetos de TI em execução e (v) quais serviços a universidade pretende implementar.

Algumas questões que serão respondidas nesse trabalho estão associadas a: Qual a importância de um planejamento para implantar serviços baseados em Internet das Coisas? É necessário capacitar pessoas para o desenvolvimento, suporte e manutenção dos serviços? A infraestrutura tecnológica é adequada? Quais equipamentos e dispositivos são necessários para a implantação? Quais processos de TI são recomendados para a governança dos serviços?

Assim o problema que orienta esta pesquisa seria proposto na seguinte questão: “Quais as ações que uma Instituição Universitária precisa estabelecer para implementar um “Campus Universitário Inteligente” com a implantação de serviços de IoT?”

1.4. Relevância da pesquisa

Considerando que o tema sobre ambientes inteligentes, como uma cidade, universidade, fábrica, casas, entre outros, está no contexto de evolução e inovação tecnológica, torna-se importante definir diretrizes e ações para a implantação de um ambiente tecnológico, de forma planejada e organizada, baseadas em metodologias de mercado, visando definir corretamente a infraestrutura de hardware, software e os serviços que serão disponibilizados para a comunidade de cada ambiente, no sentido de possibilitar a governança e o gerenciamento de todos os serviços desse novo modelo de Inovação Tecnológica (SOURSOS, 2016).

O trabalho se justifica, pois está inserido no contexto de um tema atual, com muitas dúvidas na sua implantação, operação e governança, e o seu conteúdo apresenta uma abordagem para a escolha de uma plataforma tecnológica para Internet das Coisas e uma abordagem para a avaliação de um ambiente tecnológico, tendo como resultado final a indicação de diretrizes para a implantação da governança de serviços baseados em Internet das Coisas em Universidades.

1.5. Organização do trabalho

Este trabalho está dividido em 7 (sete) capítulos, que abordam todo o conteúdo relevante para atingir o objetivo proposto.

O Capítulo 1 (um) apresentou a introdução com a contextualização de Internet das Coisas e as ações desta nova tecnologia no cenário do Brasil, bem como a motivação, o objetivo e a relevância deste trabalho.

O Capítulo 2 (dois) apresenta a revisão bibliográfica sobre o estado da arte relacionada a propostas de ambientes inteligentes, Internet das Coisas e das metodologias relacionadas à TI.

No Capítulo 3 (três) é apresentada a metodologia empregada, adaptada com base na revisão metodológica realizada, para obter os resultados das diretrizes de implantação e governança dos serviços baseados em Internet das Coisas.

No Capítulo 4 (quatro) são mostrados os resultados da aplicação do modelo metodológico em um estudo de caso de uma Universidade.

No Capítulo 5 (cinco) é apresentada a conclusão deste trabalho com as sugestões de continuidade.

Ao final estão relacionadas às referências bibliográficas e os anexos com os formulários utilizados no levantamento de informações no contexto deste trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Internet das Coisas irá mudar a forma de como as instituições disponibilizam seus serviços tecnológicos, e como eles influenciarão o comportamento da comunidade que os utiliza. Os ambientes inteligentes se tornarão cada vez mais presentes, mas existe um grande desafio a ser vencido que é saber por onde começar (SOURSOS, 2016).

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica.

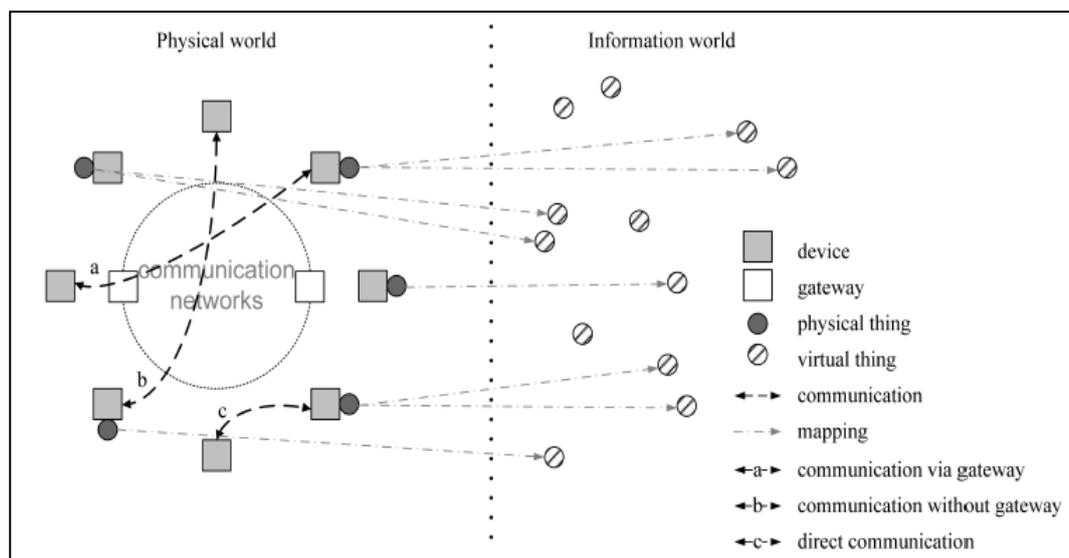
2.1. Visão geral de Internet das Coisas (IoT)

Conforme Tambotoh et al. (2016) a Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que teve seu início com a implementação da *Radio Frequency Identification Systems (RFID)* que conectava dispositivos por meio de um *microchip* para transmitir as informações por meio de uma determinada frequência em uma rede de computadores como a Internet de forma a identificar algum objeto de forma inteligente.

O objeto inteligente é o “sentido” que faz com que IoT seja o desejo da implantação de serviços que possam ser utilizados de forma inteligente.

A ITU (2012) define **coisa** como sendo um objeto do mundo físico (coisa física) ou do mundo da informação (coisa virtual) que é capaz de ser identificado e integrado em redes de comunicação, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Visão geral técnica de IoT



Fonte: ITU – Visão geral de IoT - 2012

De acordo com a ITU (2012), um dispositivo, uma coisa física e uma coisa virtual tem o seguinte significado:

Dispositivo é um equipamento com capacidade primária de comunicação e secundária de detecção, atuação, captura de dados, armazenamento de dados e processamento de dados, **Coisa física** é um objeto do mundo físico que é identificado e integrado em uma rede de comunicação de dados e **Coisa virtual** é um objeto do mundo da informação que é identificado e integrado em uma rede de comunicação de dados.

Os avanços tecnológicos no desenvolvimento e fabricação de sensores, nas redes sem fio e a utilização de software embarcado, bem como tecnologias de inteligência e mineração de dados alavancaram a IoT para que fosse propícia à implantação de ambientes inteligentes. Dispositivos e redes mais confiáveis impulsionam instituições a entrarem nesse movimento de inovação e transformação digital (YAMAKAMI, 2017).

O ecossistema de IoT considera coisas interconectadas, como por exemplo, dispositivos que consomem serviços da Web através da internet. Esses tipos de dispositivos podem variar de telefones, TVs, dispositivos médicos, dispositivos industriais, dispositivos residenciais, enfim, qualquer coisa que possa ser conectada (AYLA NETWORKS, 2014)

A implantação de um ambiente inteligente utilizando IoT está fundamentada no entendimento da arquitetura de IoT que deve ser utilizada para que os dados fornecidos pelos dispositivos inteligentes sejam convertidos em informações consumidas pelos serviços disponibilizados (PERRY, 2016)

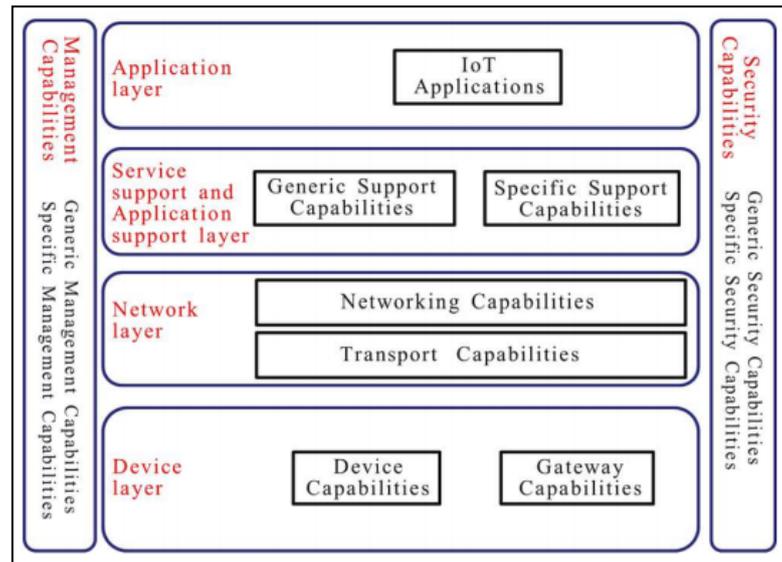
A ITU (2012) definiu um modelo de referência para a arquitetura de IoT, baseado em 4 camadas, como mostrado na Figura 3:

Camada de aplicação (*Application layer*), **Camada de suporte a aplicação e serviço** (*Service support and Application support layer*), **Camada de rede** (*Network layer*), **Camada de dispositivos** (*Device layer*).

Além destas 4 camadas, o modelo mostra que todas as camadas devem ter um conjunto de regras de segurança (*Security Capabilities*) e gerenciamento (*Management Capabilities*), que são essenciais para a implantação e governança de serviços baseados em IoT.

Entender a relação entre estas camadas auxilia as organizações a planejar a infraestrutura tecnológica para um ambiente inteligente.

Figura 3- Modelo de referência em camadas do ITU

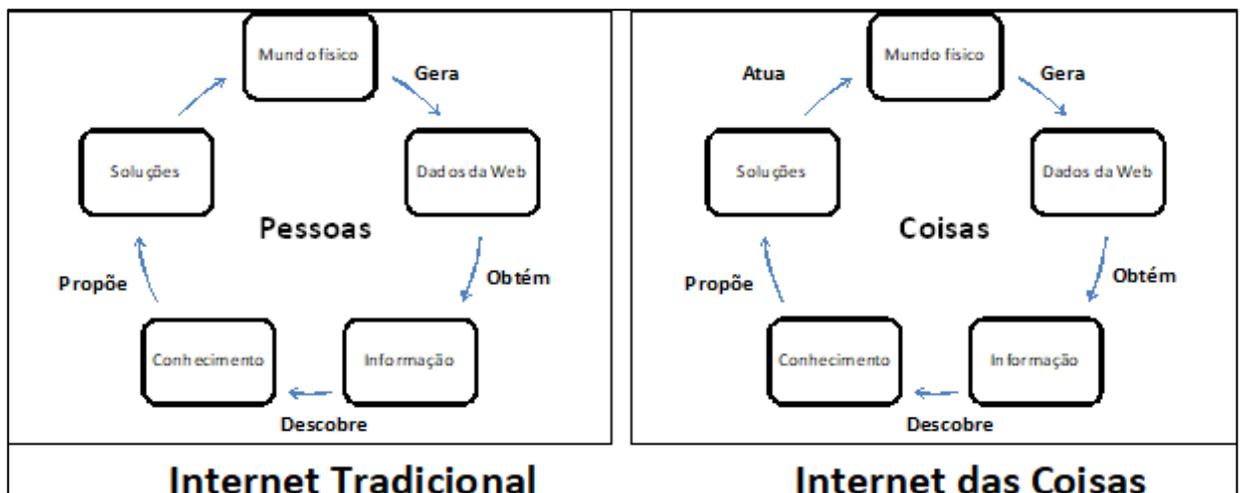


Fonte: ITU – Visão geral de IoT - 2012

Quanto à forma que os dados são usados na Internet tradicional, Karkouch et al. (2016) estabelece um novo contexto a ser usado na Internet das Coisas em relação a forma tradicional. Neste contexto existe uma mudança de paradigma onde o centro de utilização é mudado de pessoas para coisas, como pode ser visto na Figura 4.

O ambiente da Internet Tradicional trabalha de forma mais passiva, não realizando uma atuação efetiva no mundo físico, e no ambiente da Internet das Coisas existe uma atuação mais ativa em relação ao ciclo da informação, onde poderá existir uma ação efetiva no mundo físico com a ação tomada por atuadores.

Figura 4 – Ciclo de vida dos dados na Internet e na IoT



Fonte: Adaptado de Karkouch et al. (2016)

2.2. Cidades Inteligentes

Uma cidade pode ser considerada inteligente, quando existe uma estratégia de investimento em capital humano e social associados com a TI que sustenta o crescimento econômico e proporciona mais qualidade de vida, com uma gestão inteligente dos recursos naturais através da governança participativa (KUMMITHA, 2017).

Por sua vez, Lacinák (2016) cita que uma Cidade Inteligente:

[...] é um lugar onde redes e serviços são criados com mais flexibilidade e sustentabilidade com o uso da TI, para prover mais benefícios para seus habitantes, considerando que Cidades Inteligentes são mais ecológicas, seguras, mais rápidas e mais amigáveis.

Para Lacinák (2017) Cidade Inteligente é constituída pela integração da tecnologia e do meio ambiente, aumentando a eficácia dos processos, a fim de alcançar o desenvolvimento sustentável, junto com comunidade e meio ambiente.

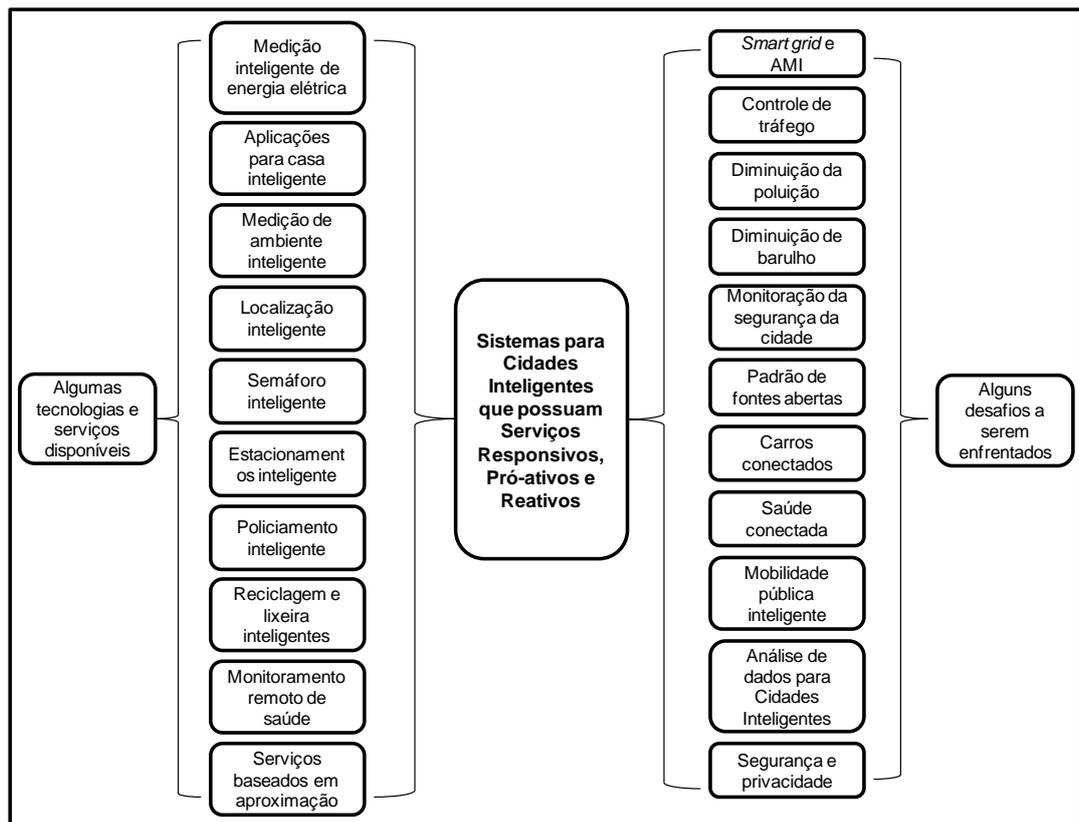
Uma Cidade Inteligente é apoiada em um ambiente de IoT que irá propiciar por meio dos dispositivos inteligentes conectados a transformação para prover serviços de TI inteligentes.

De acordo com o BNDES (Cartilha de Cidades, 2018):

A aplicação de Internet das Coisas (IoT) em cidades pode trazer inúmeros benefícios aos cidadãos e à gestão pública, seja na área de transporte, segurança seja na eficiência energética, entre outras. A IoT pode, por exemplo, viabilizar o monitoramento em tempo real dos movimentos na cidade, o que permite fundamentar de maneira mais concreta o desenvolvimento de políticas públicas, com base em maior quantidade de dados.

O desafio se torna grande na medida em que as cidades possuem uma infraestrutura complexa, com falta de planejamento e recursos por vezes abaixo do que se espera para tornar-se uma Cidade Inteligente, mas de qualquer forma, a solução é enfrentar esse problema desenvolvendo técnicas para administrar os recursos de forma mais inteligente, partindo da construção de sistemas inteligentes (KIM et al., 2017), conforme pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Cidade Inteligente e IoT – Desafios e Tecnologias



Fonte: Adaptado de Kim et al. (2017)

A integração de tecnologias inteligentes, como sistemas e infraestrutura, e os dispositivos de IoT (objetos inteligentes, como sensores e atuadores) em uma cidade tem um papel vital para o desenvolvimento e oferecimento de serviços inteligentes. Porém a conectividade de uma quantidade grande de objetos inteligentes irá coletar uma quantidade muito grande de dados, com um volume de informação que levará a utilização de sistemas analíticos suportados por *Big Data* (RATHORE et al., 2017).

Conforme Kientopf et al. (2017):

Com base em características técnicas, serviços em IoT podem ser classificados em três classes: **i)** Serviços relacionados à identidade, **ii)** Serviços de Agregação de Informação, Serviços Colaborativos, e **iii)** Serviços Ubíquos. Para Cidade Inteligente, nos concentramos principalmente em serviços de agregação de informações e serviços de colaboração. Os serviços relacionados à identidade são serviços rudimentares que fornecem recursos de identificação para objetos físicos. Serviços de Agregação de Informações coletam dados de sensores, processa e disponibiliza para aplicativos para processamento através da Internet. Serviços Colaborativos dependem de serviços de agregação para iniciar a avaliação, decisões e executar ações. Finalmente, Serviços Ubíquos possibilitam reconhecimento colaborativo permitindo que qualquer pessoa acesse qualquer objeto a qualquer momento.

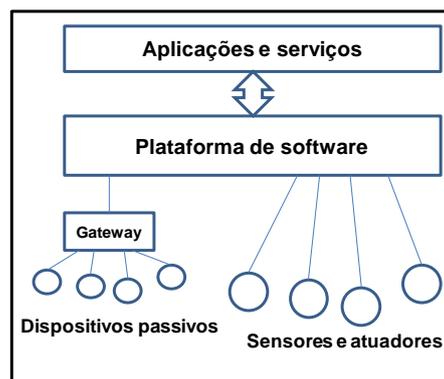
Assim, é imperativo que exista um planejamento de TI e uma governança inteligente que possibilite fazer a gestão de todos os serviços e as informações por eles geradas.

Uma Cidade Inteligente começa por um Governo Eletrônico que pode ser definida como: “Utilização de Tecnologia da Informação como ferramenta na gestão do sistema de governo de forma mais eficiente para melhorar a qualidade do serviço para a comunidade para alcançar e ter um bom governo”. (PALVIA, 2008).

Assim um Governo Eletrônico está apoiado em uma infraestrutura e governança de serviços de IoT.

Em uma Cidade Inteligente, é crescente a quantidade de dispositivos de IoT e serviços associados que deverão ser implementados, surgindo a necessidade de implantar uma plataforma de software para suprir essa necessidade. Assim, a inserção de novos dispositivos será introduzida e novos serviços surgirão com a demanda dos usuários, conforme Figura 6, justificando a utilização de uma plataforma de software que tenha a capacidade e versatilidade de absorver novos dispositivos e serviços (Lee et al., 2017).

Figura 6 – Interação entre dispositivos e plataforma de software



Fonte: adaptado de Mineraud et al. (2016)

2.3. Campus Universitário Inteligente

Um Campus Universitário Inteligente contém serviços de IoT que também são utilizados em uma Cidade Inteligente, partindo do princípio que uma governança de serviços de IoT em uma universidade está associada à governança de serviços de IoT em uma cidade, com a proposta de desenvolver uma cidade mais inovadora com o conceito científico da universidade, ou seja, os serviços de IoT em um Campus Universitário Inteligente é um espaço que pode

ser personalizado no conceito de *living lab*¹ para o desenvolvimento e aplicação mais acurada de serviços para uma Cidade Inteligente (DU et al., 2016).

A cidade inteligente é uma cidade que por meio dos objetos inteligentes interage com as pessoas que fazem parte do ambiente de uma cidade. O mesmo se aplica a um Campus Universitário Inteligente que pode ser descrito como um campus que por meio dos objetos inteligentes interage com as pessoas que fazem parte do ambiente de um campus universitário (MALATJI, 2017).

Alghamdi (2016) diz:

De fato, invocar a IoT nos campi inteligentes é inescapável. O campus inteligente é uma importante direção de pesquisa da IoT devido ao fato de que o campus teoricamente é uma cidade pequena, e a aplicação da IoT em um campus inteligente pode fornecer informações valiosas para a aplicação da IoT urbana.

As arquiteturas tecnológicas que suportam os serviços de IoT de um Campus Universitário Inteligente se assemelham com as de uma Cidade Inteligente, e de acordo com Adamkó et al. (2014):

A arquitetura se encaixa bem nas aplicações de *Smart City* e *Smart Campus*, pois é extensível com novas fontes de dados, fornecendo a capacidade de integração de dados heterogêneos. No futuro, o desenvolvimento do módulo analítico é uma meta importante, pois fornece uma boa análise dos dados coletados pode agregar mais valor aos serviços.

Um Campus Universitário Inteligente será provido de vários objetos inteligentes, como sensores, atuadores, tecnologias vestíveis e os dados coletados deverão ser tratados por soluções analíticas para prover a governança dos serviços inteligentes.

Conforme Majeed (2018):

Este paradigma de IoT define a gama diversificada de parâmetros para universidades, identificando oportunidades para torná-los inteligentes pedindo nova interação entre objetos e pessoas.

Usando informações avançadas de tecnologias, como Internet das Coisas, computação em nuvem, mobilidade, soluções integradas, troca de dados, e assim por diante, um Campus Universitário Inteligente pode fornecer alta capacidade de detecção, capacidade sinérgica e capacidade de serviço para mudar o modo de vida de todas as pessoas que integram o ambiente de uma universidade (GUO, 2015).

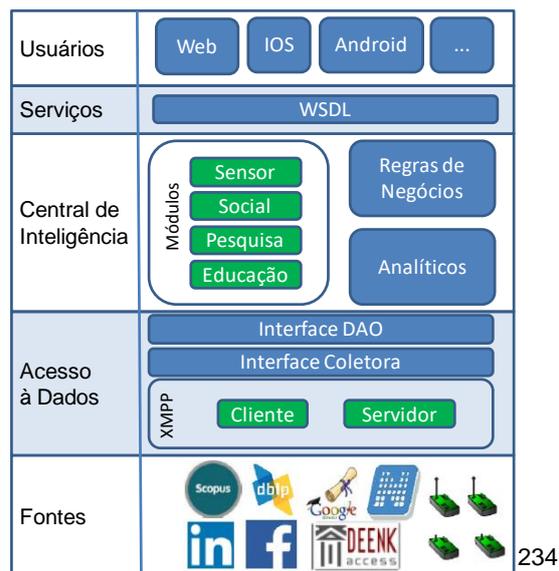
¹ Ecossistema de inovação aberta, que muitas vezes opera em um contexto territorial (por ex.: cidade ou região), que integra concorrentemente processos de pesquisas dentro de uma parceria público-privado.

Adamkó et al. (2014) estabelece uma arquitetura de IoT conforme mostrado na Figura 7, onde são estabelecidas as camadas de:

- **Fontes:** camada onde são obtidas as fontes de dados, por meio de objetos inteligentes e aplicativos;
- **Acesso à Dados:** camada com as interfaces que coleta os dados da camada Fontes;
- **Central de Inteligência:** camada que contém as regras de negócio e executa análise de dados, dos módulos sensores, social, pesquisa e educação;
- **Serviços:** camada que disponibiliza os serviços de web para serem consumidos pelos usuários;
- **Usuários:** camada de acesso usada pelas tecnologias disponíveis para os usuários.

Pode-se dizer que adotar uma plataforma tecnológica para IoT poderá prover o grau de integração de soluções tecnológicas desejado para a implantação de um Campus Universitário Inteligente.

Figura 7 – Arquitetura de camadas para um Campus Universitário Inteligente



Fonte: adaptado de Adamkó et al. (2014)

² XMPP: Extensible Messaging e Presence Protocol (XMPP) é um protocolo de comunicação para *middleware* orientado a mensagens.

³ Interface DAO: Objeto de acesso a dados (ou simplesmente DAO, acrônimo de Data Access Object), é um padrão para persistência de dados que permite separar regras de negócio das regras de acesso a banco de dados.

⁴ WSDL: *Web Services Description Language* é uma linguagem baseada em XML utilizada para descrever Web Services funcionando como um contrato do serviço. Trata-se de um documento escrito em XML que além de descrever o serviço, especifica como acessá-lo e quais as operações ou métodos disponíveis.

2.4. Plataforma tecnológica para IoT

Uma plataforma tecnológica para IoT deve fornecer suporte para pesquisadores e desenvolvedores que irão disponibilizar serviços baseados em soluções automatizadas, e que facilitará a aplicação de testes em protótipos para vários cenários, como o de um Campus Universitário Inteligente. A plataforma deve permitir a rápida criação de bancos de ensaio e protótipos de novas modelagem e funções preditivas (POPOVIC et al. , 2017).

De acordo com Perry (2016):

Uma plataforma IoT facilita a comunicação, o fluxo de dados, o manuseio de dispositivos e a funcionalidade das aplicações. Uma plataforma não é aplicação, embora muitas aplicações possam ser construídas inteiramente dentro de uma estrutura de plataforma IoT. Ela conecta máquinas, dispositivos, aplicativos e pessoas para centros de controle de dados. Não enraizada a um controle central, sendo que pode ser acessada e gerenciada a partir de muitos pontos de locais diferentes. Emprega mecanismos de busca e sistemas de armazenamento de dados com capacidade e sofisticação para lidar com o volume muito de dados muito além do que a indústria trouxe para até o presente momento. A maioria de seus elementos é baseada em nuvem e funcionando com conectividade sem fio, que pode ser estabelecida através de fornecedores terceirizados, programação de aplicativos com interfaces (APIs), recursos de celular ou, mais provavelmente, uma combinação dessas tecnologias.

Uma plataforma IoT tem como objetivo realizar toda a orquestração de diversos objetos que são conectados. No entanto, o que acontece nas organizações é que são criados sistemas isolados, com base de dados próprias para controlar um conjunto de objetos específicos, e quando se pretende cruzar informações entre essas bases se torna dificultoso (Mineraud et al., 2016).

Existem muitas plataformas disponíveis para utilização, usando modelos públicos e privados, com soluções desenvolvidas internamente nas organizações ou contratada de fornecedores externos.

Mineraud et al. (2016) avaliou 38 (trinta e oito) plataformas IoT levando em consideração os seguintes requisitos:

- Suporte para dispositivos heterogêneos;
- Tipo (PaaS⁵, SaaS⁶, P2P⁷, M2M⁸);

⁵ Plataforma como Serviço: este tipo de *cloud* oferece um ambiente de desenvolvimento de aplicações, ou seja: ações como compilar, desenvolver, depurar e testar passam a ser executadas na nuvem.

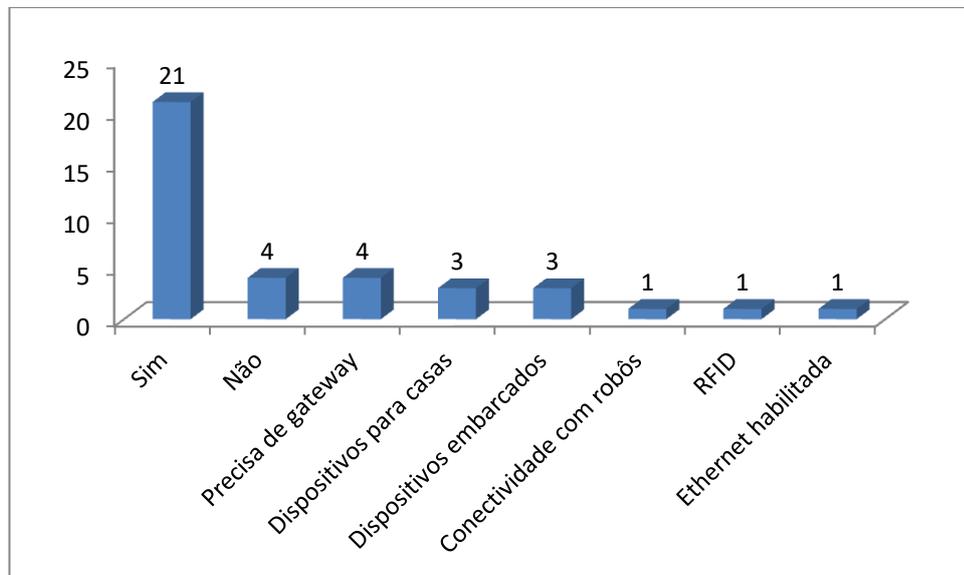
⁶ SaaS (Software como Serviço): é um tipo de computação em nuvem onde o sistema/software é oferecido em forma de serviço ou prestação de serviços.

- Arquitetura (baseada em nuvem, centralizada, distribuída);
- Baseada em software livre ou proprietária;
- Interoperabilidade entre sistemas (REST⁹);
- Controle de acesso aos dados;
- Descoberta de serviços.

Analisando o resultado da avaliação feita por Mineraud et al. (2016), constatam-se as seguintes observações:

- 21 (vinte e um) plataformas oferecem **Suporte para dispositivos heterogêneos**, conforme pode ser visto no Gráfico 1, prevalecendo sobre as demais;

Gráfico 1 - Suporte para dispositivos heterogêneos da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

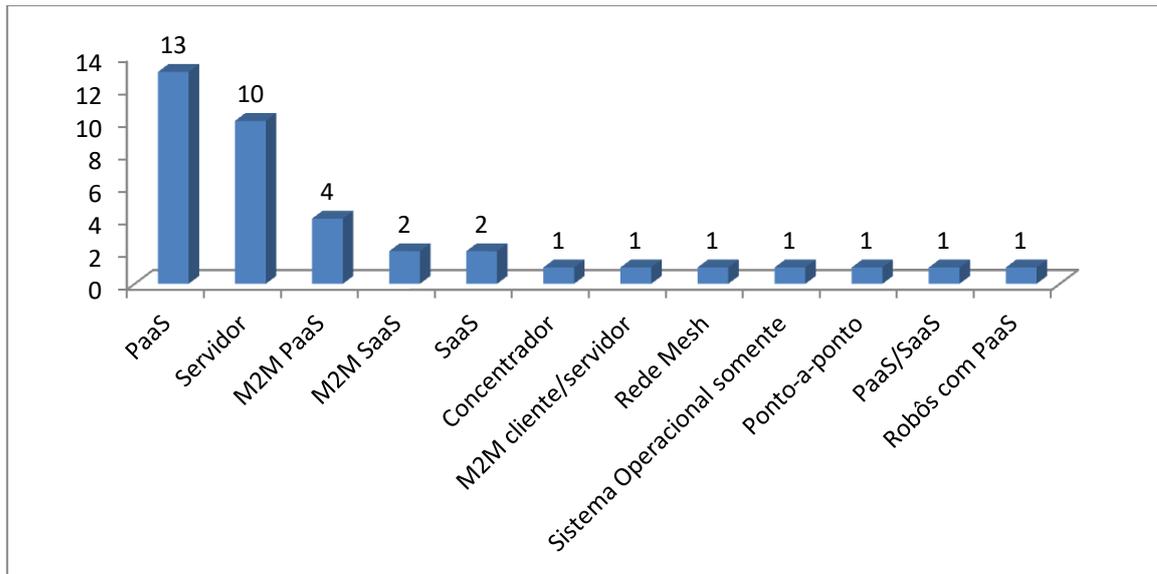
- 13 (treze) plataformas são do **Tipo PaaS** e 10 (dez) plataformas são do **Tipo Server**, prevalecendo sobre os demais tipos conforme Gráfico 2;

⁷ É uma arquitetura de redes de computadores onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor, permitindo compartilhamentos de serviços e dados sem a necessidade de um servidor central.

⁸ Tecnologia que permite tanto sistemas com fio quanto sem fio a se comunicarem com outros dispositivos que possuam a mesma habilidade.

⁹ Arquitetura que define um conjunto de restrições e propriedades baseada no protocolo HTTP.

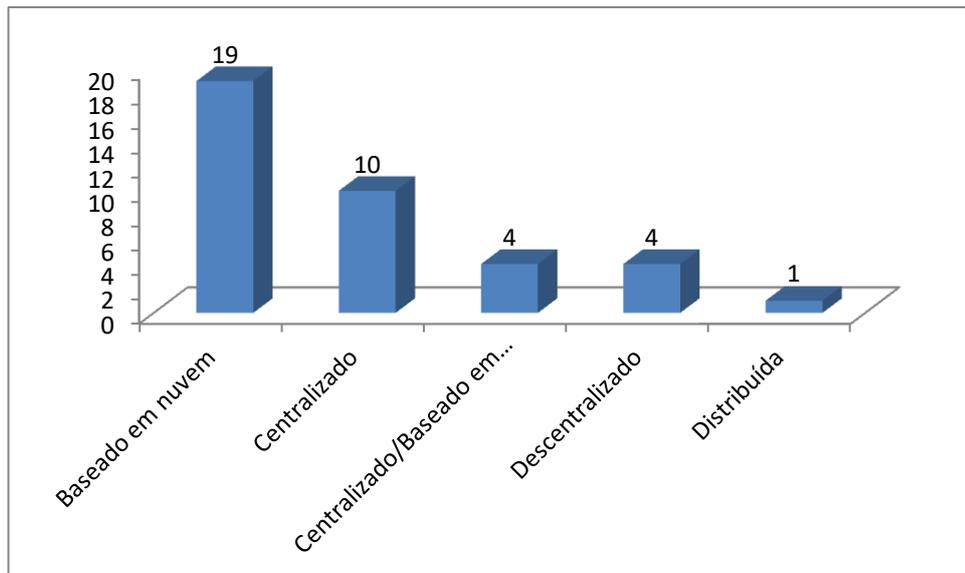
Gráfico 2 – Tipo da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

- 19 (dezenove) plataformas possuem **Arquitetura** baseada em computação na nuvem (*Cloud-based*), prevalecendo sobre as demais conforme Gráfico 3;

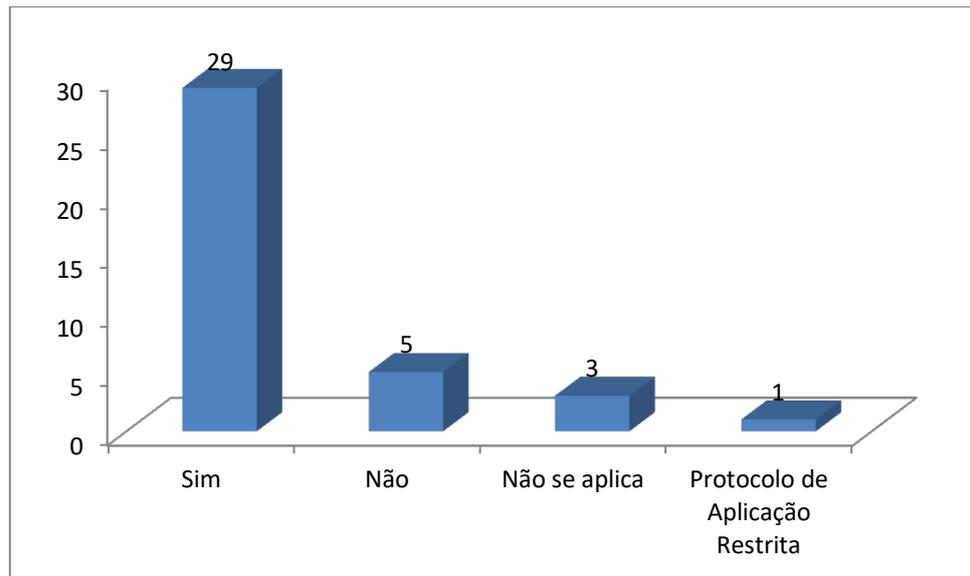
Gráfico 3 – Arquitetura da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

- 29 (vinte e nove) plataformas possuem **Interoperabilidade entre sistemas (REST)**, conforme Gráfico 4;

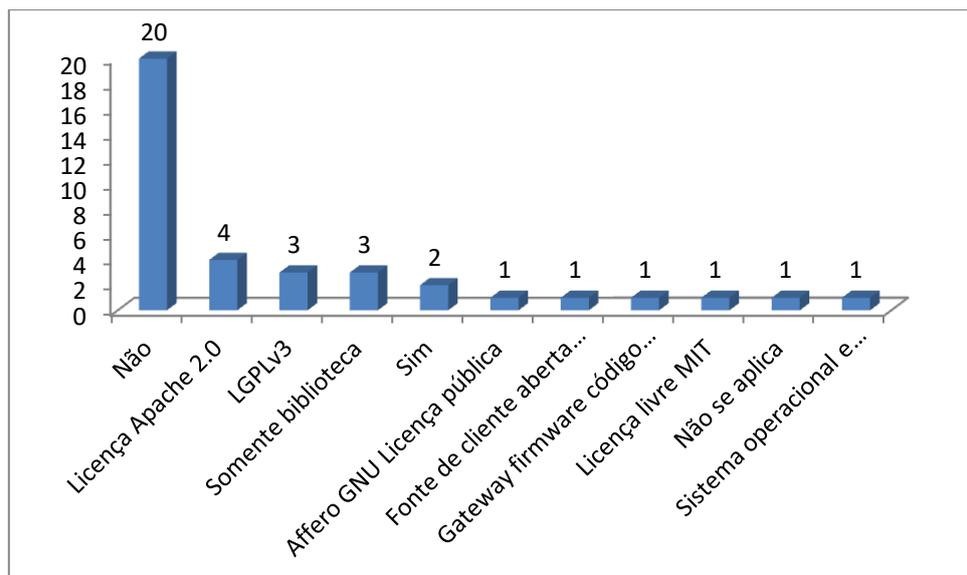
Gráfico 4 – Interoperabilidade entre sistemas (REST) da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

- 20 (vinte) plataformas são oferecidas como software proprietário, e as 18 (dezoito) restantes estão distribuídas em diversos requisitos que não demonstram serem totalmente livres, conforme Gráfico 5;

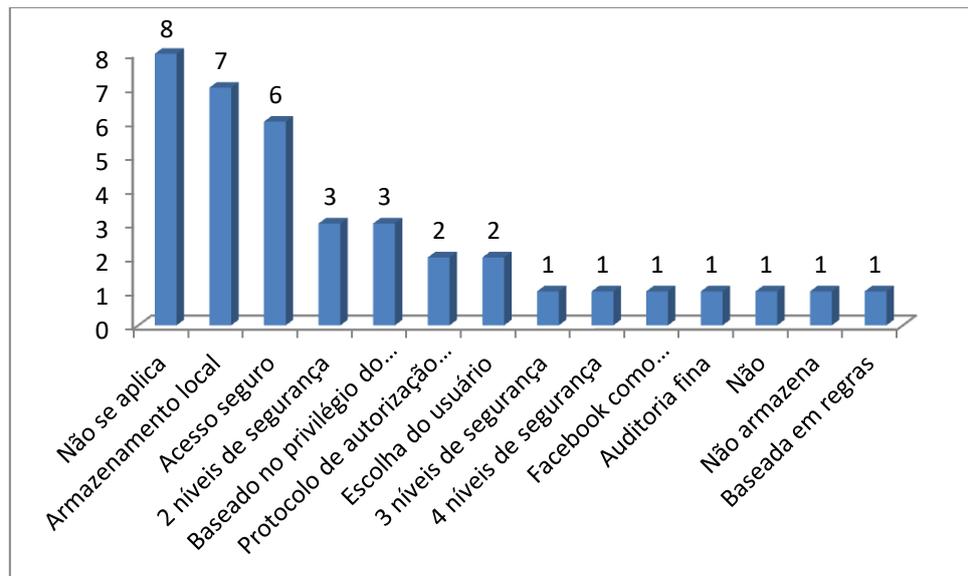
Gráfico 5 – Distribuição baseada em software livre ou proprietária da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

- Em relação ao **Controle de acesso aos dados**, nota-se uma diversidade de configuração entre as plataformas analisadas, sendo que 8 (oito) plataformas não possuem (n.a.) nenhum controle de acesso aos dados, conforme Gráfico 6;

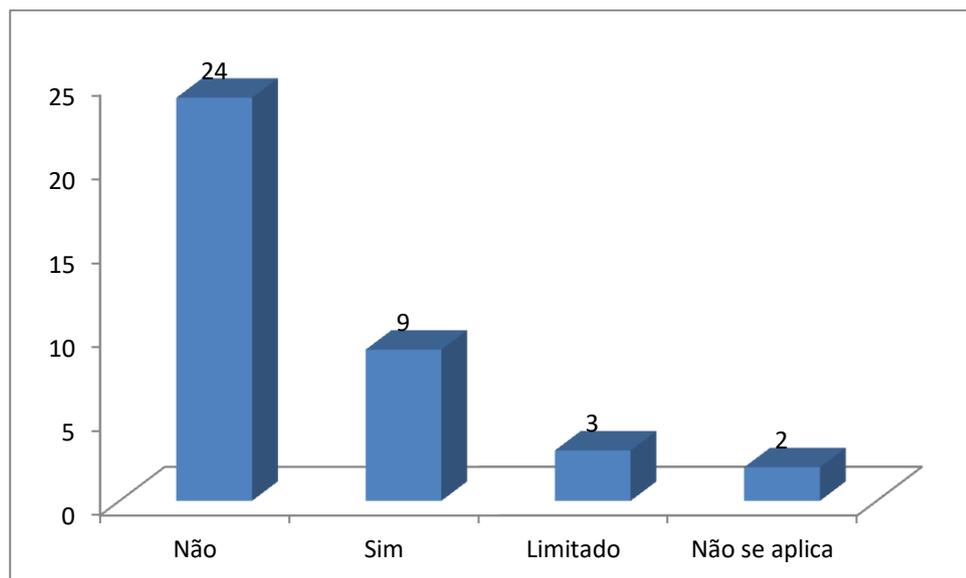
Gráfico 6 – Controle de acesso aos dados da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

- 24 (vinte e quatro) plataformas não possuem a característica de **Descoberta de serviços** de forma automática, conforme Gráfico 7.

Gráfico 7 – Descoberta de serviços da plataforma IoT



Fonte: Adaptado de Mineraud (2016)

Pelas observações da análise dos gráficos, nota-se que a variedade de características e requisitos de plataformas IoT são diversos, e assim é importante ter um estudo de métodos de escolha da plataforma para uma organização, como um Campus Universitário Inteligente ou uma Cidade Inteligente, conforme a

necessidade de cada ambiente, que irá proporcionar uma governança mais adequada dos serviços de IoT que serão disponibilizados, e também suprimindo a demanda que poderá ocorrer.

2.5. Programação Multicritério por meio do Processo de Hierarquia Analítica (AHP)

Os métodos mais utilizados e amplamente divulgados para uma avaliação multicritério, são os métodos com critério único de síntese (escola americana), como AHP – Processo de Hierarquia Analítica (SAATY, 1980) e métodos não compensatórios (escola francesa) como o PROMÉTHEÉ.

A escolha do AHP como método de apoio multicritério a decisão foi por ser aquele que melhor se adapta a realidade do problema, que está baseado em uma estrutura hierárquica de decisão simples e objetiva, com escala de valores e regra de avaliação da inconsistência padronizada como parte do método (SAATY, 1980).

A programação multicritério é uma técnica estruturada de tomada de decisão em ambientes complexos em que diversas variáveis ou critérios são considerados para a priorização de seleção de alternativas (SAATY, 1980).

De acordo com Ghaemi et al. (2014):

O AHP ajuda os tomadores de decisão a definir prioridades e escolher a melhor alternativa quando ambos os aspectos qualitativos e quantitativos são considerados.

Em geral, o modelo AHP é composto por três níveis; objetivo, critérios e alternativas. Ao fazer comparações entre pares e avaliar a importância entre os elementos em cada nível, a relativa superioridade de critérios e alternativas são sistematicamente determinadas. (LEE, 2017)

Lee (2017), utiliza o modelo AHP para selecionar os critérios para o direcionamento de pesquisas associadas à IoT.

Lu et al. (2018), utiliza o modelo com a seguinte configuração:

O modelo inclui três critérios principais e onze subcritérios em uma hierarquia: **perspectivas tecnológicas** (ou seja, praticidade técnica, confiabilidade técnica, eficiência de custo e padronização), **potencial de mercado** (ou seja, demanda de mercado, aceitação do usuário, modelo de negócio e construção do ecossistema), e **ambiente regulamentar** (por exemplo, regulação industrial, defesa do consumidor, e apoio do governo).

A programação multicritério AHP tem auxiliado os tomadores de decisão na escolha de alternativas, como a escolha de uma plataforma de IoT. Definir os critérios mais adequados é uma tarefa que exige conhecimento sobre o assunto a ser tratado, fazendo com que a comparação de alternativas siga os critérios estabelecidos (VARGAS, 2010).

2.6. Modelo COBIT 5

Na busca para a realização da Governança de TI, as organizações se apoiam em ferramentas que norteiam as ações para a obtenção de resultados na melhoria de processos de TI, bem como na adequação de um ambiente tecnológico que de sustentabilidade aos objetivos de negócios da organização.

O COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) é uma ferramenta que auxilia no diagnóstico da maturidade de processos de TI, focada em Governança de TI e criada e mantida pela ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*), e atualmente está na versão 5.

Utilizar o modelo de Governança de TI do COBIT 5 para avaliar a maturidade dos processos de TI de uma organização auxilia a levantar as lacunas existentes na governança de TI e corrigi-las para adequar a uma estratégia que atenda às necessidades de serviços, como os que estarão apoiados pela IoT (KUSUMAH, 2015).

Conforme o ISACA (2012):

O COBIT 5 fornece um modelo abrangente que auxilia as organizações a atingirem seus objetivos de governança e gestão de TI. Em termos simples, O COBIT 5 ajuda as organizações a criar valor por meio da TI mantendo o equilíbrio entre a realização de benefícios e a otimização dos níveis de risco e de utilização dos recursos. O COBIT 5 permite que a TI seja governada e gerida de forma holística para toda a organização, abrangendo o negócio de ponta a ponta bem como todas as áreas responsáveis pelas funções de TI, levando em consideração os interesses internos e externos relacionados com TI. O COBIT 5 é genérico e útil para organizações de todos os portes, sejam comerciais, sem fins lucrativos ou públicas.

Os habilitadores de processos do COBIT 5 definem um conjunto de 37 (trinta e sete) processos divididos em 5 (cinco) domínios de conhecimentos, a saber (ISACA, 2012):

- Avaliar, Dirigir e Monitorar (*Evaluate, Direct and Monitor – (EDM)*), com 5 processos;
- Alinhar, Planejar e Organizar (*Align, Plan and Organise – (APO)*), com 13 processos;

- Construir, Adquirir e Implementar (*Build, Acquire and Implement – (BAI)*), 10 processos;
- Entregar, Serviços e Suporte (*Deliver, Service and Support – (DSS)*), 6 processos;
- Monitorar, Avaliar e Analisar (*Monitor, Evaluate and Assess – (MEA)*), 3 processos.

Ainda de acordo com o ISACA (2012) os processos do COBIT são avaliados em um modelo de capacidade de processo, com base na ABNT NBR ISO/IEC 15504-3/2008, para direcionar ações de melhorias e conseqüentemente prover uma melhor governança da TI, estabelecendo 6 atributos numéricos de avaliação, a saber:

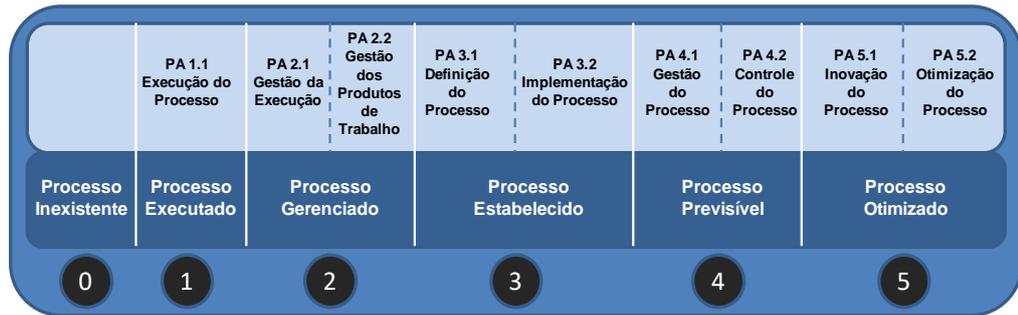
- **0 Processo Inexistente** - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo. Neste nível, há pouca ou nenhuma evidência de qualquer atingimento sistemático do objetivo do processo.
- **1 Processo Executado (um atributo)** - O processo implementado atinge seu objetivo.
- **2 Processo Gerenciado (dois atributos)** - O processo executado descrito acima agora é implementado de forma administrativa (planejado, monitorado e ajustado) e seus produtos do trabalho são adequadamente estabelecidos, controlados e mantidos.
- **3 Processo Estabelecido (dois atributos)** - O processo gerenciado descrito acima agora é implementado utilizando um processo definido capaz de atingir seus resultados.
- **4 Processo Previsível (dois atributos)** - O processo estabelecido descrito acima opera agora dentro dos limites definidos para produzir seus resultados.
- **5 Processo Otimizado (dois atributos)** - O processo previsível descrito acima é continuamente melhorado visando o atingimento dos objetivos corporativos pertinentes, atuais ou previstos.
-

Para a ABNT NBR ISO/IEC 15504-3:2008:

[...] a avaliação de um processo, tal qual definida nessa norma, baseia-se em um modelo bidimensional, contendo uma dimensão de processos e uma de capacidade. A dimensão de processos é dada por um modelo de referência de processo externo, que define um conjunto de processos caracterizados por declarações de propósito e produtos de saída dos processos. A dimensão de capacidade consiste em uma estrutura de medição contendo seis níveis de capacidade de processos e os respectivos atributos dos processos.

Os atributos genéricos dos processos do COBIT 5 conforme o ISACA (2012) são mostrados na Figura 8.

Figura 8 – Atributos genéricos de capacidade de processo



Fonte: adaptado de ISACA (2012)

A norma ABNT NBR ISO/IEC 15504-3/2008 define os intervalos para serem usados em conjunto com a avaliação da capacidade, que são:

- N (Não atingido) - Há pequena ou nenhuma evidência do atingimento de atributos definidos no processo avaliado (atingimento de 0 a 15 por cento);
- P (Parcialmente atingido) - Há pouca evidência da abordagem e baixo atingimento do atributo definido no processo avaliado. Alguns aspectos do atingimento do atributo podem ser imprevisíveis (15 a 50 por cento de atingimento);
- L (Amplamente atingido) - Há evidência da abordagem sistemática e atingimento significativo do atributo definido no processo avaliado. Alguns pontos fracos referentes a este atributo podem existir no processo avaliado (50 a 85 por cento de atingimento);
- F (Plenamente atingido) - Há evidência da abordagem completa e sistemática e pleno atingimento do atributo definido no processo avaliado. Não existe nenhum ponto fraco significativo referente a este atributo no processo avaliado (85 a 100 por cento de atingimento).

O modelo COBIT 5 oferece uma variedade muito grande de recursos (processos, guias, segurança da informação, risco, entre outros) e é recomendado aplicar uma ferramenta que utiliza esses recursos para realizar uma avaliação de processos de TI (YOUSSF et al., 2015).

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada para a elaboração das diretrizes de implantação e governança dos serviços baseados em Internet das Coisas foi adaptada com base na revisão metodológica realizada para obter os resultados desejados.

A metodologia completa utilizada é composta por:

- Método e ferramental utilizados para a escolha de uma plataforma tecnológica para IoT é baseado no *Analytic Hierarchy Process – AHP*; desenvolvida em planilha de cálculo,
- Método e ferramental utilizados para a realização do diagnóstico da TI é baseado no COBIT 5 (*Control Objectives for Information and related Technology*), referência para a avaliação da governança dos processos de gerenciamento analisados, juntamente com a norma ABNT NBR ISO/IEC 15504 – Tecnologia da informação – Avaliação de processo, com destaque para a ABNT NBR ISO/IEC 15504-3:2008 (Parte 3 – Orientações para realização de uma avaliação);
- Método e ferramental utilizados para levantamento de informações sobre as organizações são baseados nos artigos da revisão bibliográfica.

A metodologia foi aplicada em uma instituição de ensino superior, vinculada a uma rede de ensino privada, de abrangência no Estado de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Está localizada na região metropolitana de Campinas, fornecendo 4 cursos de nível superior, nas áreas de exatas (tecnologia) e humanas (pedagogia, administração), com aproximadamente 1200 alunos matriculados no segundo semestre de 2018, e tendo 20 funcionários na área administrativa e 60 funcionários na área acadêmica. Possui 3 laboratórios de informática, biblioteca com aproximadamente 3.000 títulos. Está instalada em uma área de aproximadamente de 30.000 m², com área de estacionamento para veículos de alunos, professores e funcionários.

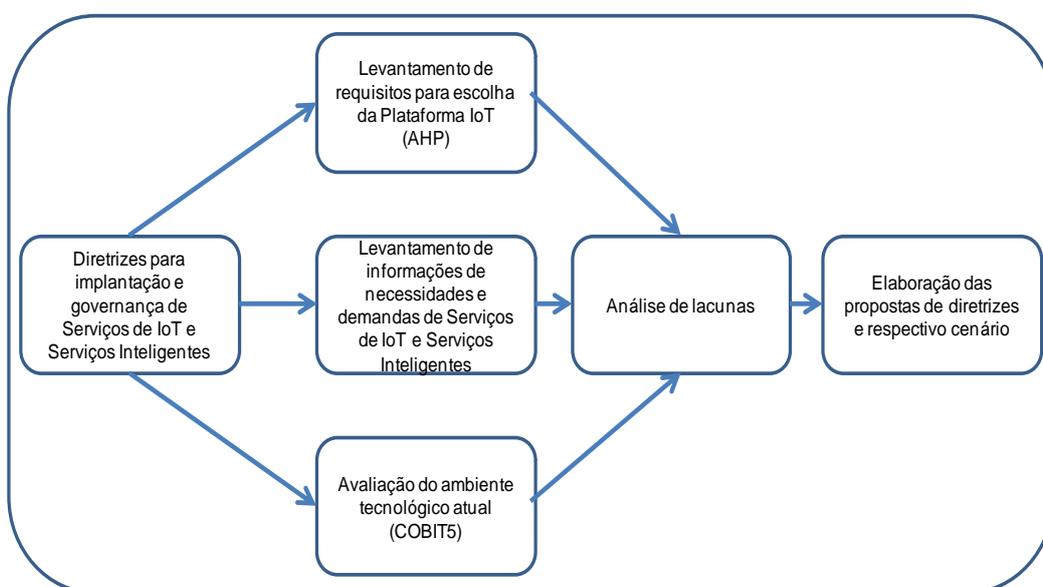
A dinâmica utilizada foi:

- Reunião com direção e departamento de TI para preencher a planilha de escolha da plataforma de IoT;

- Levantamento de informações por meio de aplicação de um formulário para se obter as informações da faculdade, conforme seção 7.1 Formulário de levantamento de informação da instituição;
- Reunião para a realização do levantamento e diagnóstico dos processos do COBIT 5, conforme questões do formulário da seção 7.2 Questões para a avaliação da capacidade dos processos do COBIT 5;
- Oficinas para realizar a análise de lacunas entre a situação atual e a pretendida para a implantação dos serviços baseados em Internet das coisas.

A Figura 9 ilustra as etapas onde será aplicada a metodologia.

Figura 9 – Etapas onde será aplicada a metodologia



Fonte: Próprio autor

Os tópicos a seguir descrevem o formato da metodologia.

3.1. Método para a escolha de uma Plataforma IoT

O método é baseado em um processo com a definição de critérios de análise, considerando as características mais importantes para a escolha de uma plataforma de IoT, de acordo com o modelo de negócio de uma organização. Assim, a programação multicritério por meio do Processo de Hierarquia Analítica (AHP) é usada para, a partir da importância de cada critério, auxiliar na escolha de uma plataforma de IoT mais adequada.

A programação multicritério é uma técnica estruturada de tomada de decisão em ambientes complexos em que diversas variáveis ou critérios são considerados para a priorização de seleção de alternativas.

Os critérios serão comparados de acordo com a escala de Saaty (1980), conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala de Saaty

ESCALA	AVALIAÇÃO NUMÉRICA	RECÍPROCO
Extremamente preferido	9	1/9
Muito forte a extremo	8	1/8
Muito fortemente preferido	7	1/7
Forte a muito forte	6	1/6
Fortemente preferido	5	1/5
Moderado a forte	4	1/4
Moderadamente preferido	3	1/3
Igual a moderado	2	1/2
Igualmente preferido	1	1

Fonte: adaptado de Saaty (1980)

Os critérios de primeiro e segundo níveis da hierarquia definidos para apoio à tomada de decisão de escolha de uma plataforma IoT foram baseados em Scully (2016) e Mineraud et al.(2016):

- **Segurança:** possuir mecanismos de segurança e privacidade para evitar ações de ataques que possam comprometer dados e negação de serviço, com os seguintes subcritérios:
 - Criptografia de dados;
 - Controle de acesso;
 - Auditoria;
 - Proteção para múltiplos protocolos.
- **Conectividade:** mais abrangência em relação à conexão com dispositivos de vários fabricantes e respectiva diversidade de protocolos bem como tecnologias de conectividade como *LoRa*¹⁰, *NB-IoT*¹¹, *Sigfox*¹², entre outros, com os seguintes subcritérios:

¹⁰ Tecnologia de radio frequência que permite comunicação a longas distâncias com consumo mínimo de energia.

¹¹ Padrão que usa frequências licenciadas, as mesmas usadas por algumas frequências do 4G, permitindo que algumas estações sejam atualizadas e compartilhem sua infraestrutura.

- Suporte a dispositivos;
- Suporte a protocolos;
- Suporte a tecnologias de conexão.
- **Escalabilidade:** capacidade de suportar um número crescente de dispositivos e requisições e funcionar corretamente, mesmo em situações de uso intenso, com os seguintes subcritérios:
 - Suporte a crescimento de dispositivos;
 - Suporte a crescimento de requisições;
 - Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação.
- **Gerenciamento de dados:** capacidade de acompanhar a demanda de coleta e análise de dados e, conseqüentemente, prover respostas, decisões e/ou atuações de maneira eficiente, com os seguintes subcritérios:
 - Ferramenta para gerenciamento de dados nativo;
 - Manipulação de diversos fontes e tipos de dados;
 - Suporte para armazenar grande quantidade de dados.
- **Modelo de operação:** associada ao modelo de negócio da organização, onde deve ser definido o uso de uma plataforma de software livre, de propriedade de fornecedor específico ou utilizar de infraestrutura própria, com os seguintes subcritérios:
 - Plataforma SW Livre;
 - Plataforma proprietária;
 - Infraestrutura na nuvem;
 - Infraestrutura própria.

Para a realização dos cálculos é utilizada uma ferramenta baseada em planilha de cálculo na qual serão inseridos os critérios e calculados os pesos e a taxa de consistência. A escolha de utilização de uma planilha está associada ao pequeno número de variáveis para a tomada de decisão. Caso as variáveis sejam em número maior, sugere-se o uso de um aplicativo específico para tal.

A Tabela 2 mostra um exemplo da planilha para a definição dos pesos para o 1º nível da hierarquia.

¹² Empresa francesa fundada em 2009 com foco na construção de redes sem fio para conectar objetos de baixo consumo de energia, como dispositivos de IoT, que necessitam estar continuamente conectados e transmitindo pequenos pacotes de dados.

Para facilitar o uso da planilha, é necessário preencher apenas os campos marcados com “X”, e será realizada a comparação dois a dois entre as colunas, sendo utilizada a escala de notas da Tabela 1.

. Se um item da coluna “**Crítérios**” tiver mais importância que um item das demais colunas, a nota deve ter valores de 2 a 9. Caso contrário, a nota deve ter valores de 1/2 a 1/9.

Tabela 2 - Notas para a definição dos pesos

Crítérios	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação
Segurança	1	X	X	X	X
Conectividade	Y	1	X	X	X
Escalabilidade	Y	Y	1	X	X
Gerenciamento de dados	Y	Y	Y	1	X
Modelo de operação	Y	Y	Y	Y	1
Total					

Fonte: Próprio autor

Na planilha, preencher apenas as células marcadas com “X”. Será realizada a comparação de cada item das colunas com “Y” com itens das colunas com “X”. Se um item da coluna com as células “Y” tiver mais importância que um item das colunas com as células “X”, a nota deve ter valores de 2 a 9. Caso contrário, a nota deve ter valores de 1/2 a 1/9. Após a atribuição de notas, verificar o valor da taxa de consistência. Caso seu valor esteja maior do que 0,10, deverá serem feitas pequenas alterações nas notas até que o coeficiente de consistência resulte em um valor abaixo do limite.

A Tabela 3 mostra um exemplo de preenchimento da planilha.

Tabela 3 – Exemplo de preenchimento e respectivo cálculo

Crítérios	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação
Segurança	1	3	4	5	6
Conectividade	1/3	1	3	4	5
Escalabilidade	1/4	1/4	1	5	6
Gerenciamento de dados	1/5	1/5	1/5	1	7
Modelo de operação	1/6	1/6	1/6	1/7	1
Total					

Fonte: Próprio autor

Com os valores obtidos na linha “**Total**” da Tabela 2, que é soma das notas da coluna de cada critério, serão calculados os pesos para cada critério estabelecido. O resultado obtido é o peso que será utilizado para o cálculo do índice de consistência, que será obtido pelas células da coluna “**Resultado**” e transportado para as células da linha “**Pesos**”, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculos para definição de pesos e índices de consistência

Critérios	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação	Resultado
Segurança						
Conectividade						
Escalabilidade						
Gerenciamento de dados						
Modelo de operação						
	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação	
Pesos						

Fonte: Próprio autor

Com os pesos definidos, é necessário calcular o índice de consistência, que é dado pela Equação 1:

Equação 1 – Índice de consistência

$$CI = (\lambda Max - n) / (n - 1)$$

Fonte: adaptado de Saaty (1980)

Onde “**CI**” é o índice de consistência e “**n**” é o número de critérios avaliados.

Para verificar se o índice de consistência é adequado, Saaty (1980) propôs a taxa de consistência (**CR**), que é determinada pela razão entre o valor do índice de consistência (**CI**) e um índice chamado de consistência aleatória (**RI**), onde haverá consistência se a matriz analisada tiver a razão menor do que a taxa de 10%, conforme mostrado na Equação 2.

Equação 2 – Taxa de consistência

$$CR = CI / RI < 0,1 \sim 10\%$$

Fonte: adaptado de Saaty (1980)

A taxa de consistência será apresentada de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 – Cálculo da taxa de consistência

Cálculo da taxa de consistência					

Fonte: Próprio autor

O valor do índice de consistência aleatória “*RI*” é fixo e dado conforme a Tabela 6, onde “*N*” é o número de critérios utilizados em cada nível da hierarquia.

Tabela 6 – Índices de consistência aleatória

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1.49

Fonte: Adaptado de Saaty (1980)

Após a realização dos cálculos será possível determinar qual o critério no primeiro nível da hierarquia é considerado mais importante. Os cálculos para o 2º nível da hierarquia serão realizados da mesma forma, até que se obtenha um resultado satisfatório em que todos os critérios analisados direcionarão os requisitos para a escolha de uma plataforma de IoT.

3.2. Método para a realização da avaliação de TI

A avaliação de TI será utilizada para prover as diretrizes de governança dos Serviços de IoT e Serviços Inteligentes e consiste no levantamento de informações da área de TI relativos aos processos, procedimentos, infraestrutura de hardware e software, infraestrutura de redes, pessoas e métodos utilizados pela área de TI, avaliando-os de acordo com modelo do COBIT 5.

Para a realização da avaliação de TI é necessário definir o escopo da avaliação que engloba a definição do tipo e da abrangência desejada, que é iniciada pela escolha dos processos do COBIT 5.

O COBIT5 é composto de 5 domínios de conhecimento e 37 processos de tecnologia da informação, e a configuração proposta para este trabalho, é uma avaliação de 16 processos, a saber:

- Domínio Avaliar, Dirigir e Monitorar (*Evaluate, Direct and Monitor - EDM*)

- EDM01 – Garantir a definição e manutenção do modelo de governança;
 - EDM02 – Garantir a realização de benefícios.
- Domínio Alinhar, Planejar e Organizar (*Align, Plan and Organise - APO*)
 - APO01 – Gerenciar a estrutura e gestão de TI;
 - APO02 – Gerenciar a estratégia;
 - APO04 – Gerenciar a inovação;
 - APO12 – Gerenciar riscos;
 - APO13 – Gerenciar segurança.
- Domínio Construir, Adquirir e Implementar (*Build, Acquire and Implement - BAI*)
 - BAI01 – Gerenciar programas e projetos;
 - BAI04 – Gerenciar disponibilidade e capacidade;
 - BAI09 – Gerenciar ativos;
 - BAI10 – Gerenciar configuração.
- Entregar, Serviço e Suporte (*Deliver, Service and Support - DSS*)
 - DSS01 – Gerenciar operações;
 - DSS02 – Gerenciar solicitações e incidentes de serviços;
 - DSS03 – Gerenciar problemas;
 - DSS04 – Gerenciar continuidade;
 - DSS05 – Gerenciar serviços de segurança.

Para cada processo de TI avaliado, serão apresentados os diagnósticos e os aspectos da situação atual que justificam a avaliação do processo, bem como um conjunto de recomendações para o alcance da capacidade desejada.

Ao final, serão apresentados os resultados consolidados, a partir dos quais os gestores de TI da organização terão uma visão integral desses processos bem como de sua aderência aos objetivos da organização e às estratégias de TI.

Para a realização do diagnóstico de TI é realizada uma avaliação da capacidade dos processos, e para essa avaliação grupos de questões são definidas para cada processo.

Estes grupos de questões são uma adaptação para essa dissertação de mestrado e foram baseados nos atributos apresentados na ABNT NBR ISO/IEC 15504-3.

Os valores da parametrização podem variar de organização para organização, mas sempre respeitando uma faixa de valores capazes de atender aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR ISO/IEC 15504-3. Segundo a ABNT NBR ISO/IEC 15504-3, as faixas são: Não atendido – de 0 a 15%, Parcialmente atendido – de 15 a 50%, Largamente atendido – de 50 a 85% (L) e Completamente atendido (F) – de 85 a 100%.

Tabela 7 – Faixas para a avaliação da capacidade do processo

		1	2		3		4		5	
		PA 1.1	PA 2.1	PA 2.2	PA 3.1	PA 3.2	PA 4.1	PA 4.2	PA 5.1	PA 5.2
Processo A	Capacidade desejada	L								
	Avaliação									
Processo B	Capacidade desejada	F	L	L						
	Avaliação									
Processo C	Capacidade desejada	F	F	F	L	L				
	Avaliação									
Processo D	Capacidade desejada	F	F	F	F	F	L	L		
	Avaliação									
Processo E	Capacidade desejada	F	F	F	F	F	F	F	L	L
	Avaliação									

Fonte: Adaptado do Modelo COBIT 5 (2012)

A avaliação de capacidade de processos é feita pela análise do atributo da capacidade (*PA – Process Attribute*), que são:

- PA 1.1 : Execução do processo;
- PA 2.1 : Gestão da Execução;
- PA 2.2 Gestão dos Produtos de Trabalho;
- PA 3.1 Definição do Processo;
- PA 3.2 Implementação do Processo;
- PA 4.1 Gestão do Processo;
- PA 4.2 Controle do Processo;
- PA 5.1 Inovação do Processo;
- PA 5.2 Otimização do Processo.

Um processo pode atingir seis níveis de capacidade, incluindo uma designação de 'processo incompleto' caso suas práticas não atinjam o objetivo do processo:

- 0 (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.
- 1 (Um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
- 2 (Dois atributos) Processo Gerenciado - O processo executado agora é implementado de forma administrativa (planejado, monitorado e ajustado) e seus produtos de trabalho são adequadamente estabelecidos, controlados e mantidos.
- 3 (Dois atributos) Processo Estabelecido - O processo gerenciado agora é implementado e capaz de atingir seus resultados.
- 4 (Dois atributos) Processo Previsível - O processo estabelecido agora opera dentro dos limites definidos para produzir seus resultados.
- 5 (Dois atributos) Processo Otimizado) - O processo previsível é continuamente melhorado visando o atingimento dos objetivos corporativos pertinentes, atuais ou previstos.

A capacidade do processo será resultado de uma análise qualitativa combinada do grau de atendimento aos atributos do processo.

Um exemplo hipotético, se um processo for avaliado com percentual de 50% no PA 1.1, ele terá o nível de capacidade 1 (um), se for abaixo de 50% os processos terão nível de maturidade 0 (zero).

Os processos, respectivas descrições e questões sobre os assuntos relacionados aos atributos para avaliar a capacidade dos processos selecionados estão nas tabelas: Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15, Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23.

Tabela 8 – Processo EDM01

Processo do COBIT 5	
EDM01 - Garantir a Definição e Manutenção do Modelo de Governança	Área: Governança
	Domínio Avaliar, Dirigir e Monitorar
Descrição do processo Analisar e articular os requerimentos da governança corporativa de TI, colocando em prática e mantendo efetiva as estruturas de habilitadores, princípios, processos e práticas, com clareza de responsabilidades e autoridade para alcançar a missão, metas e objetivos da organização.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento estratégico entre TI e negócios; • Compromisso da gerência executiva para tomar decisões relacionadas a TI; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 9 – Processo EDM02

Processo do COBIT 5	
EDM02 – Garantir a realização de benefícios	Área: Governança
	Domínio Avaliar, Dirigir e Monitorar
Descrição do processo Aperfeiçoar a contribuição do valor para os negócios a partir dos processos de negócios, serviços de TI e ativos de TI resultantes de investimentos feitos pela TI com custos aceitáveis.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento estratégico entre TI e negócios; • Benefícios percebidos de investimentos nos serviços habilitados pela TI; • Transparência dos custos, benefícios e riscos dos serviços de TI; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio; • Conhecimento, experiência e iniciativas de inovação. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 10 – Processo APO01

Processo do COBIT 5	
APO01 – Gerenciar a estrutura e gestão de TI	Área: Gerenciamento
	Domínio Alinhar, Planejar e Organizar
<p>Descrição do processo Esclarecer e manter a governança da missão e visão de TI. Implementar e manter mecanismos e autoridades para gerenciar informações e o uso da TI na organização no suporte aos objetivos da governança alinhado com as principais políticas e práticas.</p>	
<p>Questões sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento estratégico entre TI e negócios; • Conformidade da TI e do negócio com leis e regulamentos externos; • Agilidade da TI; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI; • Conformidade da TI com políticas internas; • Equipe de negócios e TI competente e motivada; • Conhecimento, experiência e iniciativas de inovação. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 11 – Processo APO02

Processo do COBIT 5	
APO02 – Gerenciar a estratégia	Área: Gerenciamento
	Domínio Alinhar, Planejar e Organizar
<p>Descrição do processo Fornecer uma visão holística dos negócios e do ambiente de TI atual, a direção futura e as iniciativas necessárias para migrar para o futuro desejado. Aproveitar blocos de construção e componentes de arquitetura empresarial, incluindo serviços fornecidos externamente e recursos relacionados para prover agilidade, confiabilidade e eficiência para atingir os objetivos estratégicos.</p>	
<p>Questões sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento estratégico entre TI e negócios; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio; • Conhecimento, experiência e iniciativas de inovação. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 12 – Processo APO04

Processo do COBIT 5	
APO04 – Gerenciar a inovação	Área: Gerenciamento
	Domínio Alinhar, Planejar e Organizar
<p>Descrição do processo Manter uma consciência da tecnologia da informação e das tendências de serviços relacionados, identificar oportunidades de inovação e planejar como se beneficiar da inovação em relação às necessidades de negócios. Analisar que oportunidades de inovação ou melhoria de negócios podem ser criadas por tecnologias emergentes, serviços ou inovação de negócios habilitada por TI, bem como por meio de tecnologias já estabelecidas e por inovação de processos de negócios e TI.</p>	
<p>Questões sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benefícios percebidos de investimentos nos serviços habilitados pela TI; • Uso adequado de aplicativos, informações e soluções tecnológicas; • Agilidade da TI; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI; • Conhecimento, experiência e iniciativas de inovação. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 13 – Processo APO12

Processo do COBIT 5	
APO12 – Gerenciar riscos	Área: Gerenciamento
	Domínio Alinhar, Planejar e Organizar
<p>Descrição do processo Identificar, avaliar e reduzir continuamente o risco relacionado a TI dentro dos níveis de tolerância definidos pela organização.</p>	
<p>Questões sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conformidade da TI e do negócio com leis e regulamentos externos; • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Transparência dos custos, benefícios e riscos dos serviços de TI; • Segurança da informação, infraestrutura de processamento e aplicativos; • Entrega de projetos e respectivos benefícios, dentro do prazo, do orçamento e atendendo aos requisitos e padrões de qualidade. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 14 – Processo APO13

Processo do COBIT 5	
APO13 – Gerenciar segurança	Área: Gerenciamento
	Domínio Alinhar, Planejar e Organizar
Descrição do processo Definir, operar e monitorar um sistema para gerenciamento de segurança da informação.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Conformidade da TI e do negócio com leis e regulamentos externos; • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Transparência dos custos, benefícios e riscos dos serviços de TI; • Segurança da informação, infraestrutura de processamento e aplicativos; • Disponibilidade de informações confiáveis e úteis para tomada de decisão. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 15 – Processo BAI01

Processo do COBIT 5	
BAI01 – Gerenciar programas e projetos	Área: Gerenciamento
	Domínio Construir, Adquirir e Implementar
Descrição do processo Gerenciar todos os programas e projetos do portfólio de investimentos alinhado com a estratégia da organização. Iniciar, planejar, controlar e executar programas e projetos, e encerrá-los com revisão de pós-implementação.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento estratégico entre TI e negócios; • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Benefícios percebidos de investimentos nos serviços habilitados pela TI; • Entrega de projetos e respectivos benefícios, dentro do prazo, do orçamento e atendendo aos requisitos e padrões de qualidade. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 16 – Processo BAI04

Processo do COBIT 5	
BAI04 – Gerenciar disponibilidade e capacidade	Área: Gerenciamento
	Domínio Construir, Adquirir e Implementar
Descrição do processo Equilibram as necessidades atuais e futuras de disponibilidade, desempenho e capacidade com a prestação de serviços. Possibilitar avaliação de capacidades atual, previsão de necessidades futuras com base em requisitos de negócios, análise de impactos nos negócios e avaliação de riscos para planejar e implementar ações para atender aos requisitos identificados.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI; • Disponibilidade de informações confiáveis e úteis para tomada de decisão. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 17 – Processo BAI09

Processo do COBIT 5	
BAI09 – Gerenciar ativos	Área: Gerenciamento
	Domínio Construir, Adquirir e Implementar
Descrição do processo Gerenciar os ativos de TI ao longo de seu ciclo de vida para garantir que seu uso forneça valor a um custo ideal, eles permaneçam operacionais (adequados ao propósito), são contabilizados e fisicamente protegidos, e os ativos que são críticos para suportar a capacidade de serviço são confiáveis e estão disponíveis. Gerenciar licenças de software para garantir que o número ideal seja adquirido, retido e implantado em relação ao uso comercial necessário, e instalado em conformidade com os contratos de licença.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Transparência dos custos, benefícios e riscos dos serviços de TI; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 18 – Processo BAI10

Processo do COBIT 5	
BAI10 – Gerenciar configuração	Área: Gerenciamento
	Domínio Construir, Adquirir e Implementar
Descrição do processo Definir e manter descrições e relações entre os principais recursos necessários para fornecer serviços habilitados para TI, incluindo a coleta de informações de configuração, estabelecendo linhas de base, verificando e auditando informações de configuração e atualizando o repositório de configuração.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Conformidade da TI e do negócio com leis e regulamentos externos; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI; • Disponibilidade de informações confiáveis e úteis para tomada de decisão. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 19 – Processo DSS01

Processo do COBIT 5	
DSS01 – Gerenciar operações	Área: Gerenciamento
	Domínio Entregar, Serviço e Suporte
Descrição do processo Coordenar e executar as atividades e procedimentos operacionais necessários para fornecer serviços de TI internos e terceirizados, incluindo a execução de procedimentos operacionais padrão predefinidos e as atividades de monitoramento necessárias.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 20 – Processo DSS02

Processo do COBIT 5	
DSS02 – Gerenciar solicitações e incidentes de serviços	Área: Gerenciamento
	Domínio Entregar, Serviço e Suporte
Descrição do processo Fornecer resposta oportuna e eficaz às solicitações dos usuários e resolução de todos os tipos de incidentes. Restaurar o serviço à normalidade; registrar e atender solicitações de usuários; e registrar, investigar, diagnosticar, encaminhar e resolver incidentes.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 21 – Processo DSS03

Processo do COBIT 5	
DSS03 – Gerenciar problemas	Área: Gerenciamento
	Domínio Entregar, Serviço e Suporte
Descrição do processo Identificar e classificar problemas e suas causas principais e fornecer uma resolução oportuna para evitar incidentes recorrentes. Fornecer recomendações para melhorias.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio; • Otimização dos ativos, recursos e capacidades da TI; • Disponibilidade de informações confiáveis e úteis para tomada de decisão. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 22 – Processo DSS04

Processo do COBIT 5	
DSS04 – Gerenciar continuidade	Área: Gerenciamento
	Domínio Entregar, Serviço e Suporte
Descrição do processo Estabelecer e manter um plano para permitir que os negócios e a TI respondam a incidentes e interrupções, a fim de continuar operando negócios críticos processos e serviços de TI necessários e manter a disponibilidade de informações em um nível aceitável para a organização.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Entrega dos serviços de TI de acordo com os requisitos de negócio; • Disponibilidade de informações confiáveis e úteis para tomada de decisão. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Tabela 23 – Processo DSS05

Processo do COBIT 5	
DSS05 – Gerenciar serviços de segurança	Área: Gerenciamento
	Domínio Entregar, Serviço e Suporte
Descrição do processo Proteger as informações da organização para manter o nível de risco de segurança da informação aceitável de acordo com a política de segurança. Estabelecer e manter funções de segurança da informação e privilégios de acesso e realizar monitoramento de segurança.	
Questões sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Conformidade da TI e do negócio com leis e regulamentos externos; • Gerenciar os riscos da TI que suportam o negócio; • Segurança da informação, infraestrutura de processamento e aplicativos. 	

Fonte: Adaptado de COBIT 5 (2012)

Com a aplicação deste método de avaliação da TI se espera que a instituição que pretende prover serviços de IoT seja capaz de realizar um planejamento consistente, baseado em um conjunto de informações que direcionarão com mais segurança à implantação de serviços baseados em IoT.

3.3. Método para levantamento de informações da organização

Para realizar o levantamento das informações da organização serão executadas duas etapas de atividades. Na Etapa 1 serão registradas e documentadas as informações referentes à estrutura da organização, conforme descrito na Tabela 24.

Tabela 24 – Etapa 1

<p>Etapa 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrever a organização; ✓ Conduzir uma análise da organização; ✓ Documentar a Visão, Missão e Principais Valores da organização; ✓ Definir o negócio principal da organização; ✓ Listar os objetivos estratégicos da organização. 	<p>Documentar</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrição da organização; ✓ Prioridades da organização; ✓ Missão e Visão da organização; ✓ Principais negócios da organização; ✓ Objetivos estratégicos da organização.
--	--

Fonte: Adaptado de Gasetta (2012)

Na Etapa 2 serão registradas e documentadas as informações do ambiente de TI da organização, conforme descrito na Tabela 25.

Tabela 25 – Etapa 2

<p>Etapa 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentar a estrutura organizacional de TI; ✓ Documentar infraestrutura tecnológica de hardware e software; ✓ Levantar os principais projetos de TI; ✓ Entender o ambiente de TI. 	<p>Documentar</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Organograma da TI; ✓ Conhecimento da equipe de TI; ✓ Lista dos fornecedores; ✓ Inventário de Software; ✓ Inventário de Hardware; ✓ Principais projetos de TI em execução.
---	---

Fonte: Adaptado de Gasetta (2012)

Para a elaboração das diretrizes de governança é necessário definir quais serviços de IoT farão parte do escopo da governança.

De acordo com a ITIL V3 (2011):

Um serviço de TI deve prover a **entrega de valor** para usuários e clientes, facilitando os resultados que eles desejam atingir sem a responsabilidade direta sobre custos específicos e riscos. A **entrega de valor** de um serviço de TI está embasada em dois elementos primários: **utilidade** e **garantia**. **Utilidade** é percebida pelos usuários e clientes por meio da característica do serviço de

TI que tem um efeito positivo no desempenho das suas tarefas associadas com resultado desejado. **Garantia** é derivada do efeito positivo da disponibilidade do serviço quando necessário, com a capacidade suficiente e confiável em termos de continuidade e segurança. Desta forma, a ITIL V3 definiu que **utilidade** é o que o usuário ou cliente recebe e **garantia** é como está sendo entregue.

Baseado no contexto da definição de serviço, serão definidos os principais serviços para se utilizar no contexto de um Campus Universitário Inteligente, com o preenchimento da Tabela 26.

Tabela 26 – Serviços inteligentes desejados

	Serviços desejados	Descrição
1		
2		
3		
...		
n		

Fonte: Próprio autor

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados foram coletados com as informações da instituição de ensino superior objeto deste trabalho, de acordo com as reuniões realizada, conforme descrito no capítulo 3 METODOLOGIA.

4.1. Estudo de caso

Neste estudo de caso foi realizada a coleta de informações para definir os requisitos da Plataforma IoT, levando em consideração os critérios descritos na seção **3.1 Método para a escolha de uma Plataforma IoT**; e também a avaliação dos processos do COBIT 5 descritos na seção **3.2 Método para a realização da avaliação de TI**.

Este estudo de caso foi em uma unidade de educação de ensino superior vinculada a uma mantenedora que controla outras unidades de ensino superior no Estado de São Paulo.

4.1.1. Requisitos para a escolha de uma Plataforma IoT

Para a escolha dos requisitos da Plataforma IoT foi utilizada uma planilha de cálculo com as fórmulas pré-definidas, onde os dados foram inseridos de acordo com as devidas explicações de cada critério.

De acordo com a Tabela 27 a ordem dos critérios foi:

- 1º) Conectividade = 35,1% (0,351);
- 2º) Segurança = 21,3% (0,213);
- 3º) Modelo de operação = 17,1% (0,171);
- 4º) Gerenciamento de dados = 14,4% (0,144);
- 5º) Escalabilidade = 12,1% (0,121).

Com a definição da ordem, se iniciou o cálculo dos subcritérios, iniciando-se pela sequência definida.

Tabela 27 – Cálculo para o 1º nível da hierarquia

Crítérios	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação	
Segurança	1	1	1	1	1	
Conectividade	5	1	5	1	0,2	
Escalabilidade	0,5	0,333333333	1	0,2	1	
Gerenciamento de dados	1	0,5	1	1	0,333333333	
Modelo de operação	1	0,333333333	1	1	1	
Total	8,50	3,17	9,00	4,20	3,53	
Crítérios	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação	Resultado
Segurança	0,117647059	0,315789474	0,111111111	0,238095238	0,28301886	0,21313235
Conectividade	0,588235294	0,315789474	0,555555556	0,238095238	0,05660377	0,35085586
Escalabilidade	0,058823529	0,105263158	0,111111111	0,047619048	0,28301886	0,12116714
Gerenciamento de dados	0,117647059	0,157894737	0,111111111	0,238095238	0,09433962	0,14381755
Modelo de operação	0,117647059	0,105263158	0,111111111	0,238095238	0,28301886	0,17102708
	Segurança	Conectividade	Escalabilidade	Gerenciamento de dados	Modelo de operação	
Pesos	0,213	0,351	0,121	0,144	0,171	
Cálculo da taxa de consistência	1,812	1,111	1,091	0,604	0,604	
	0,049					

Fonte: Próprio autor

No cálculo dos subcritérios de **Conectividade**, a ordem, conforme Tabela 28, foi:

- 1º) Suporte a dispositivos = 65,8% (0,658);
- 2º) Suporte a protocolos = 20,8% (0,208);
- 3º) Suporte a tecnologias de conexão = 13,4% (0,134).

Tabela 28 – Cálculo dos subcritérios para conectividade

Critérios	Suporte a dispositivos	Suporte a protocolos	Suporte a tecnologias de conexão
Suporte a dispositivos	1	3	5
Suporte a protocolos	0,111111111	1	3
Suporte a tecnologias de conexão	0,111111111	1	1
Total	1,22	5,00	9,00

Critérios	Suporte a dispositivos	Suporte a protocolos	Suporte a tecnologias de conexão	Resultado
Suporte a dispositivos	0,818181818	0,6	0,555555556	0,657912458
Suporte a protocolos	0,090909091	0,2	0,333333333	0,208080808
Suporte a tecnologias de conexão	0,090909091	0,2	0,111111111	0,134006734

	Suporte a dispositivos	Suporte a protocolos	Suporte a tecnologias de conexão
Pesos	0,658	0,208	0,134

Cálculo da taxa de consistência	0,804	1,040	1,206
	0,044		

Fonte: Próprio autor

No cálculo dos subcritérios de **Segurança**, a ordem, conforme Tabela 29 foi:

- 1º) Controle de acesso = 51,2% (0,512);
- 2º) Auditoria = 24,7% (0,247);
- 3º) Criptografia de dados = 17,0% (0,170);
- 4º) Proteção para múltiplos protocolos = 7,2% (0,072).

Tabela 29 – Cálculo dos subcritérios para segurança

Critérios	Criptografia de dados	Controle de acesso	Auditoria	Proteção para múltiplos protocolos
Criptografia de dados	1	0,2	0,5	3
Controle de acesso	7	1	1	5
Auditoria	1	1	1	1
Proteção para múltiplos protocolos	0,111111111	0,333333333	0,111111111	1
Total	9,11	2,53	2,61	10,00

Critérios	Criptografia de dados	Controle de acesso	Auditoria	Proteção para múltiplos protocolos	Resultado
Criptografia de dados	0,109756098	0,078947368	0,191489362	0,3	0,170048207
Controle de acesso	0,768292683	0,394736842	0,382978723	0,5	0,511502062
Auditoria	0,109756098	0,394736842	0,382978723	0,1	0,246867916
Proteção para múltiplos protocolos	0,012195122	0,131578947	0,042553191	0,1	0,071581815

	Criptografia de dados	Controle de acesso	Auditoria	c
Pesos	0,170	0,512	0,247	0,072

Cálculo da taxa de consistência	1,549	1,296	0,645	0,716
	0,076			

Fonte: Próprio autor

No cálculo dos subcritérios de **Modelo de operação**, a ordem, conforme Tabela 30 foi:

- 1º) Infraestrutura na nuvem = 51% (0,510);
- 2º) Plataforma de SW livre = 40,2% (0,402);

3º) Plataforma proprietária = 5,5% (0,055);

4º) Infraestrutura própria = 3,3% (0,033).

Tabela 30 – Cálculo dos subcritérios para modelo de operação

Critérios	Plataforma SW Livre	Plataforma proprietária	Infraestrutura na nuvem	Infraestrutura própria
Plataforma SW Livre	1	9	1	9
Plataforma proprietária	0,5	1	0,111111111	0,142857143
Infraestrutura na nuvem	3	9	1	9
Infraestrutura própria	0,111111111	0,111111111	0,111111111	1
Total	4,61	19,11	2,22	19,14

Critérios	Plataforma SW Livre	Plataforma proprietária	Infraestrutura na nuvem	Infraestrutura própria	Resultado
Plataforma SW Livre	0,21686747	0,470930233	0,45	0,470149254	0,401986739
Plataforma proprietária	0,108433735	0,052325581	0,05	0,007462687	0,054555501
Infraestrutura na nuvem	0,65060241	0,470930233	0,45	0,470149254	0,510420474
Infraestrutura própria	0,024096386	0,005813953	0,05	0,052238806	0,033037286

	Plataforma SW Livre	Plataforma proprietária	Infraestrutura na nuvem	Infraestrutura própria
Pesos	0,402	0,055	0,510	0,033

Cálculo da taxa de consistência	1,854	1,043	1,134	0,632
	0,055			

Fonte: Próprio autor

No cálculo dos subcritérios de **Gerenciamento de dados**, a ordem, conforme

Tabela 31 foi:

1º) Ferramenta para gerenciamento de dados nativo = 63,9% (0,639);

2º) Suporte para armazenar grande quantidade de dados = 28,7% (0,287);

3º) Manipulação de diversas fontes e tipo de dados = 7,4% (0,074).

Tabela 31 – Cálculo dos subcritérios para gerenciamento de dados

Critérios	Ferramenta para gerenciamento de dados nativo	Manipulação de diversos fontes e tipos de dados	Suporte para armazenar grande quantidade de dados
Ferramenta para gerenciamento de dados nativo	1	5	3
Manipulação de diversos fontes e tipos de dados	0,111111111	1	0,111111111
Suporte para armazenar grande quantidade de dados	1	1	1
Total	2,11	7,00	4,11

Critérios	Ferramenta para gerenciamento de dados nativo	Manipulação de diversos fontes e tipos de dados	Suporte para armazenar grande quantidade de dados	Resultado
Ferramenta para gerenciamento de dados nativo	0,473684211	0,714285714	0,72972973	0,639233218
Manipulação de diversos fontes e tipos de dados	0,052631579	0,142857143	0,027027027	0,074171916
Suporte para armazenar grande quantidade de dados	0,473684211	0,142857143	0,243243243	0,286594866

	Ferramenta para gerenciamento de dados nativo	Manipulação de diversos fontes e tipos de dados	Suporte para armazenar grande quantidade de dados
Pesos	0,639	0,074	0,287

Cálculo da taxa de consistência	1,349	0,519	1,178
	0,040		

Fonte: Próprio autor

No cálculo dos subcritérios de **Escalabilidade**, a ordem, conforme Tabela 32 foi:

- 1º) Suporte a crescimento de dispositivos = 60,9% (0,609);
- 2º) Suporte a crescimento de requisições = 26,7% (0,267);
- 3º) Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação = 12,4% (0,124).

Tabela 32 – Cálculo dos subcritérios para escalabilidade

Critérios	Suporte a crescimento de dispositivos	Suporte a crescimento de requisições	Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação
Suporte a crescimento de dispositivos	1	5	9
Suporte a crescimento de requisições	3	1	0,5
Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação	1	0,5	1
Total	5,00	6,50	10,50

Critérios	Suporte a crescimento de dispositivos	Suporte a crescimento de requisições	Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação	Resultado
Suporte a crescimento de dispositivos	0,2	0,769230769	0,857142857	0,608791209
Suporte a crescimento de requisições	0,6	0,153846154	0,047619048	0,267155067
Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação	0,2	0,076923077	0,095238095	0,124053724

	Suporte a crescimento de dispositivos	Suporte a crescimento de requisições	Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação
Pesos	0,609	0,267	0,124

Cálculo da taxa de consistência	3,044	1,737	1,303
	0,038		

Fonte: Próprio autor

De acordo com a coleta de dados com os cálculos realizados pelo método AHP, os requisitos escolhidos para a Plataforma de IoT deveriam possuir características com (i) mais conectividade e suporte para dispositivos, (ii) seguido por segurança relacionada a controle de acesso, (iii) modelo de operação baseado em infraestrutura na nuvem, (iv) gerenciamento de dados com ferramenta de gerenciamento nativo para a base de dados e (v) escalabilidade com suporte ao crescimento de dispositivos, conforme mostrado na Tabela 33.

Tabela 33 – Resumo dos requisitos par a escolha da Plataforma IoT

Conectividade 35,1% (0,351)	Suporte a dispositivos = 65,8% (0,658)
	Suporte a protocolos = 20,8% (0,208)
	Suporte a tecnologias de conexão = 13,4% (0,134)
Segurança 21,3% (0,213)	Controle de acesso = 51,2% (0,512)
	Auditoria = 24,7% (0,247)
	Criptografia de dados = 17% (0,170)
	Proteção para múltiplos protocolos = 7,2% (0,072)
Modelo de operação 17,1% (0,171)	Infraestrutura na nuvem = 51% (0,510)
	Plataforma de SW livre = 40,2% (0,402)
	Plataforma proprietária = 5,5% (0,055)
	Infraestrutura própria = 3,3% (0,033)
Gerenciamento de dados 14,4% (0,144)	Ferramenta para gerenciamento de dados nativo = 63,9% (0,639)
	Suporte para armazenar grande quantidade de dados = 28,7% (0,287)
	Manipulação de diversas fontes e tipo de dados = 7,4% (0,074)
Escalabilidade 12,1% (0,121).	Suporte a crescimento de dispositivos = 60,9% (0,609)
	Suporte a crescimento de requisições = 26,7% (0,267)
	Suporte de transmissão de altas taxas na comunicação = 12,4% (0,124)

Fonte: Próprio autor

4.1.2. Avaliação e diagnóstico de TI

A avaliação e diagnóstico de TI foi realizada baseada nos processos do COBIT 5 previamente escolhidos.

O processo de avaliação consistiu do levantamento de informações com a equipe de tecnologia da instituição de ensino, da coordenação pedagógica e da direção. No levantamento de informações foi verificada a aderência das atividades executadas, em relação ao modelo de referência COBIT 5, resultando em uma visão da situação atual dos processos de TI.

O objetivo da avaliação e diagnóstico de TI baseada nos processos do COBIT 5 é mostrar o quanto estes processos que darão sustentabilidade aos serviços de IoT desejados estão adequados ou necessitam de alguma melhoria.

Ter processos de TI estabelecidos contribuirá para a governança dos serviços baseados em IoT, além de padronizar as ações referentes a implantação, desenvolvimento e manutenção da plataforma de IoT escolhida.

Com base na avaliação de aderência da capacidade dos processos analisados, pôde-se obter uma visão da situação atual da Tecnologia da Informação e Comunicação da Universidade, apresentada a seguir:

- O departamento de tecnologia da informação é visto pelas unidades que compõem a Universidade como operacional provendo os serviços básicos de TI, como infraestrutura, disponibilização dos sistemas e suporte entre outros;
- O departamento de tecnologia da informação não participa das decisões estratégicas em relação a assuntos de tecnologia ou negócios. Há evidência de decisões sobre desenvolvimento ou aquisição de novos sistemas e equipamentos, sem consulta prévia ao departamento, causando alguns problemas tais como falta de planejamento, problemas de integração e integridade de informação, duplicando esforços e dificultando a estruturação adequada do departamento;
- O departamento de tecnologia da informação atende às necessidades dos funcionários administrativos, docentes e discentes, mas nem todas as requisições são atendidas devido à falta de recursos técnicos;
- Existem políticas, normas, processos e procedimentos definidos para as atividades operacionais e de gestão da TI, porém necessitam de uma melhor definição e divulgação;
- Grande parte das tarefas operacionais está concentrada em profissionais de empresas terceirizadas, como a manutenção de sistemas e a gestão de banco de dados, o que acarreta falta de domínio operacional;

- Os sistemas em uso possuem pouca documentação e não são integrados, principalmente os dois mais usados (acadêmico e financeiro).

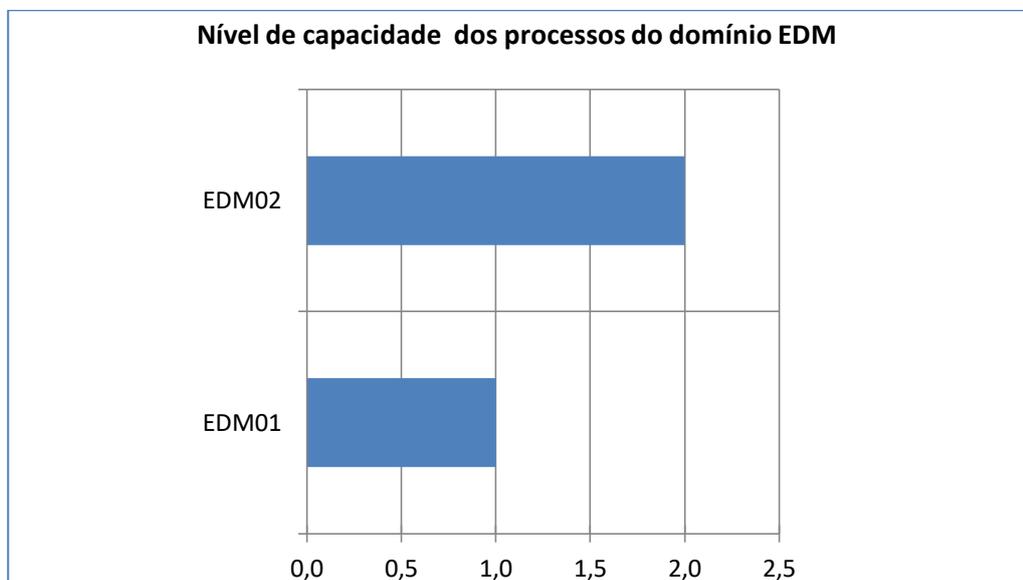
4.1.2.1. Detalhamento do resultado da avaliação e diagnóstico

Para o Domínio Avaliar, Dirigir e Monitorar (*Evaluate, Direct and Monitor - EDM*) foram avaliados os processos:

- EDM01 – Garantir a definição e manutenção do modelo de governança;
- EDM02 – Garantir a realização de benefícios.

A Figura 10 e a Tabela 34 mostram o resultado da avaliação.

Figura 10- Atributo dos processos do domínio EDM



Fonte: Próprio autor

Tabela 34 – Resultado da avaliação dos processos do domínio EDM

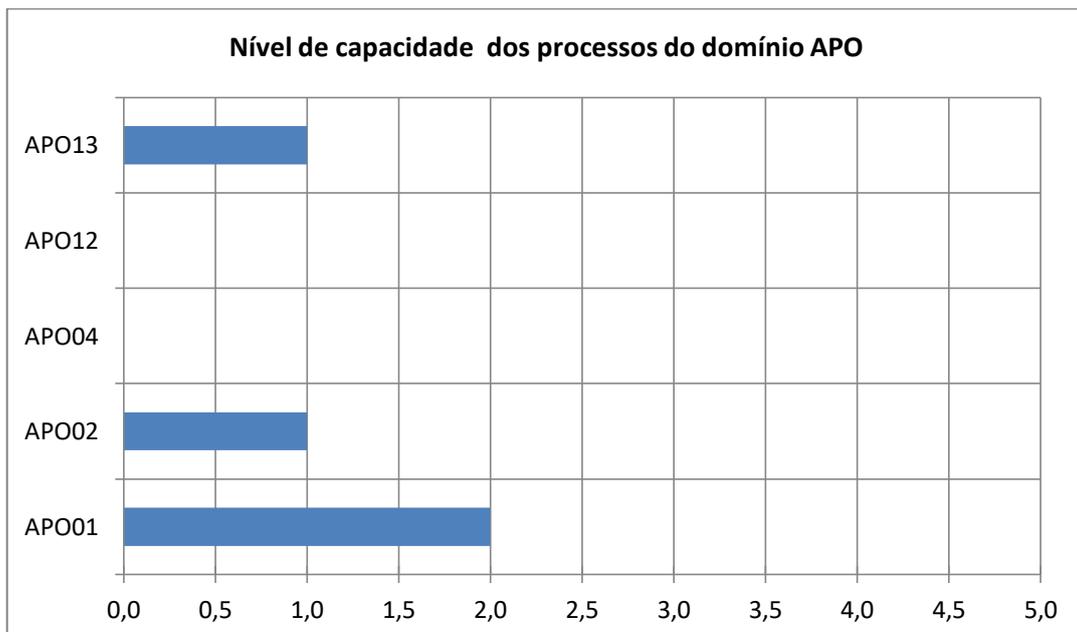
EDM01	Garantir a definição e manutenção do modelo de governança
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
EDM02	Garantir a realização de benefícios
Avaliação	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado - O processo executado agora é implementado de forma administrativa (planejado, monitorado e ajustado) e seus produtos de trabalho são adequadamente estabelecidos, controlados e mantidos.

Fonte: Próprio autor

Para o Domínio Alinhar, Planejar e Organizar (*Align, Plan and Organise* - APO) foram avaliados os processos:

- APO01 – Gerenciar a estrutura e gestão de TI;
- APO02 – Gerenciar a estratégia;
- APO04 – Gerenciar a inovação;
- APO12 – Gerenciar riscos;
- APO13 – Gerenciar segurança.

A Figura 11 e a Tabela 35 mostram o resultado da avaliação.

Figura 11 – Atributo dos processos do domínio APO

Fonte: Próprio autor

Tabela 35 - Resultado da avaliação dos processos do domínio APO

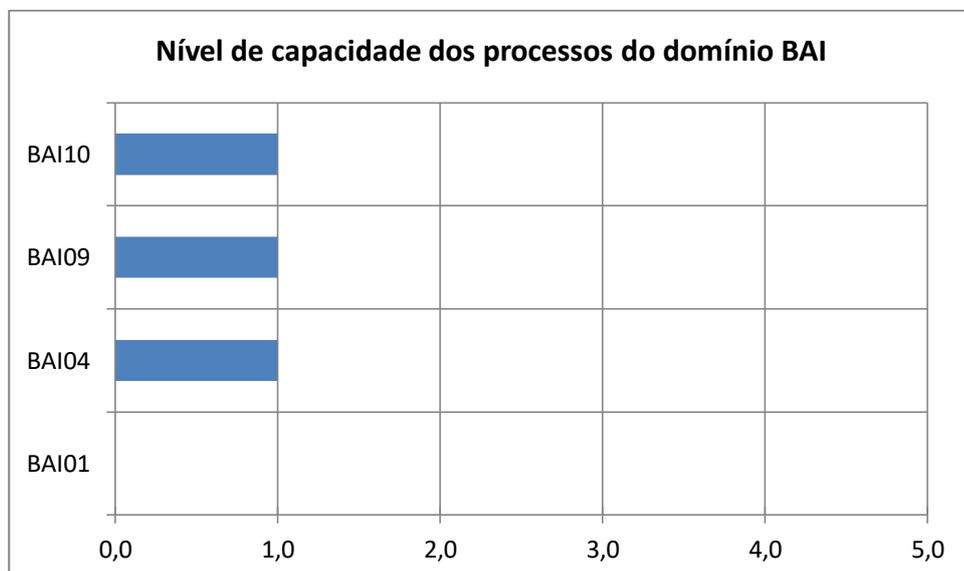
APO01	Gerenciar a estrutura e gestão de TI
Avaliação	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado - O processo executado agora é implementado de forma administrativa (planejado, monitorado e ajustado) e seus produtos de trabalho são adequadamente estabelecidos, controlados e mantidos.
APO02	Gerenciar a estratégia
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
APO04	Gerenciar a inovação
Avaliação	0 - (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.
APO12	Gerenciar riscos
Avaliação	0 - (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.
APO13	Gerenciar segurança
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.

Fonte: Próprio autor

Para o Domínio Construir, Adquirir e Implementar (*Build, Acquire and Implement - BAI*) foram avaliados os processos:

- BAI01 – Gerenciar programas e projetos;
- BAI04 – Gerenciar disponibilidade e capacidade;
- BAI09 – Gerenciar ativos;
- BAI10 – Gerenciar configuração.

A Figura 12 e a Tabela 36 mostram o resultado da avaliação.

Figura 12 - Atributo dos processos do domínio BAI

Fonte: Próprio autor

Tabela 36 - Resultado da avaliação dos processos do domínio BAI

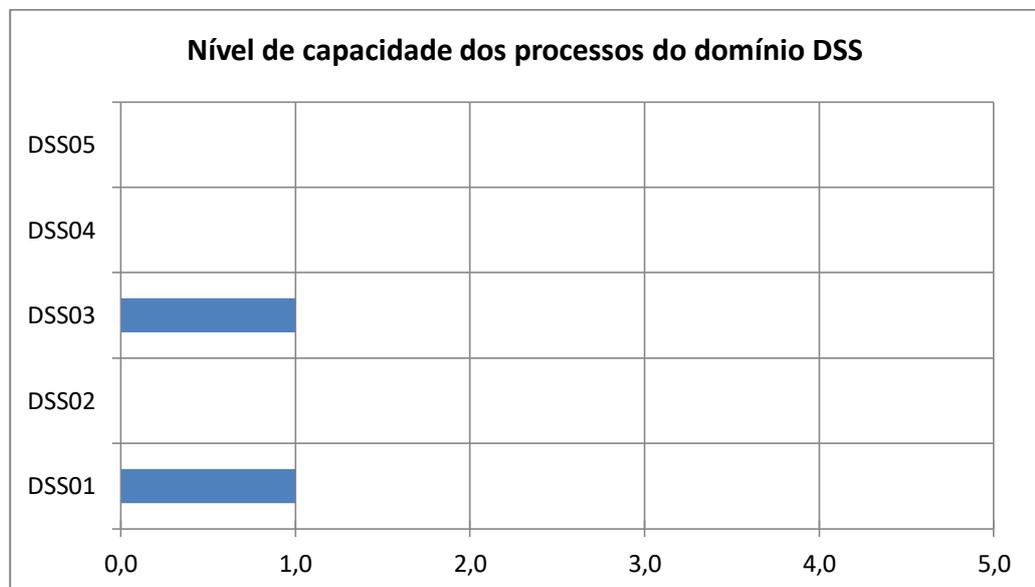
BAI01	Gerenciar programas e projetos
Avaliação	0 - (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.
BAI04	Gerenciar disponibilidade e capacidade
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
BAI09	Gerenciar ativos
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
BAI10	Gerenciar configuração
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.

Fonte: Próprio autor

Para o Domínio Entregar, Serviço e Suporte (*Deliver, Service and Support - DSS*) foram avaliados os processos:

- DSS01 – Gerenciar operações;
- DSS02 – Gerenciar solicitações e incidentes de serviços;
- DSS03 – Gerenciar problemas;
- DSS04 – Gerenciar continuidade;
- DSS05 – Gerenciar serviços de segurança.

A Figura 13 e a Tabela 37 mostram o resultado da avaliação.

Figura 13 - Atributo dos processos do domínio DSS

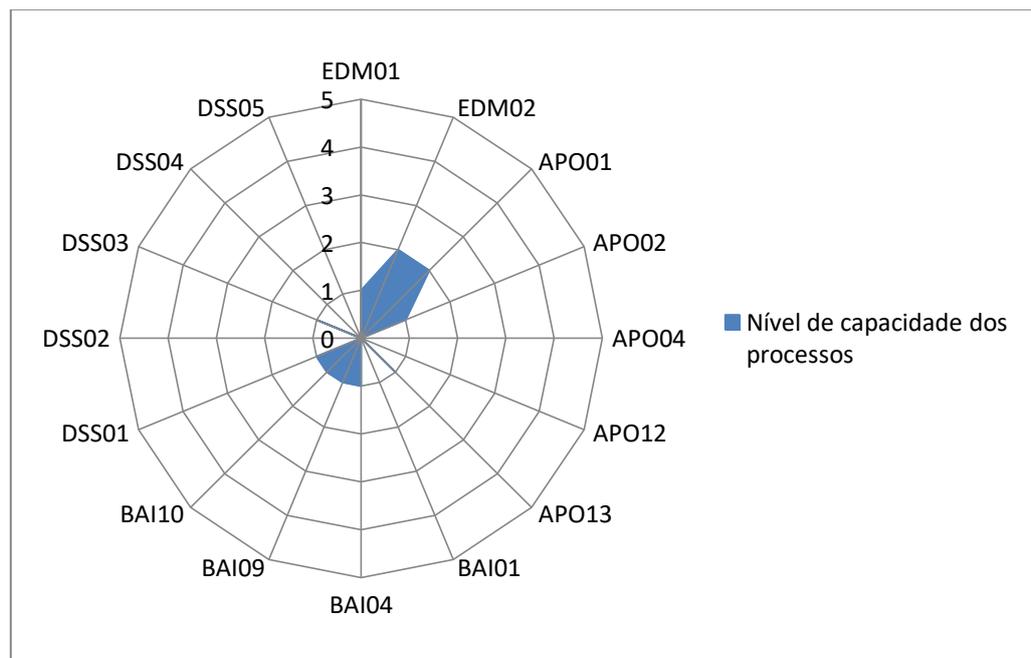
Fonte: Próprio autor

Tabela 37 - Resultado da avaliação dos processos do domínio DSS

DSS01	Gerenciar operações
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
DSS02	Gerenciar solicitações e incidentes de serviços
Avaliação	0 - (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.
DSS03	Gerenciar problemas
Avaliação	1 – (um atributo) Processo Executado - O processo implementado atinge seu objetivo.
DSS04	Gerenciar continuidade
Avaliação	0 - (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.
DSS05	Gerenciar serviços de segurança
Avaliação	0 - (Zero) Processo Incompleto - O processo não foi implementado ou não atingiu seu objetivo.

Fonte: Próprio autor

A Figura 14 e Tabela 38 mostram uma visão mais abrangente sobre a avaliação do nível da capacidade dos processos do COBIT 5 selecionados para este trabalho.

Figura 14 - Visão geral da capacidades dos processos analisados

Fonte: Próprio autor

Tabela 38 – Aspectos considerados para a avaliação da capacidade

Processo	Capacidade Avaliada	Aspectos considerados para a avaliação da capacidade
EDM01 – Garantir a definição e manutenção do modelo de governança	1 – (um atributo) Processo Executado	O departamento de TI está subordinado a direção da faculdade e são estabelecidos alguns indicadores de acompanhamento para avaliar o ambiente de TI. O planejamento da TI é feito pelo acompanhamento dos indicadores.
EDM02 – Garantir a realização de benefícios	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	A realização de benefícios é alcançada pela gestão de investimentos no ambiente de TI. Existe um planejamento orçamentário anual para melhoria do ambiente de TI e respectivo fornecimento de serviços.
APO01 – Gerenciar a estrutura e gestão de TI	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	O departamento de TI possui procedimentos operacionais para gerenciar a infraestrutura de TI, porém não atende as atividades de gestão da TI.
APO02 – Gerenciar a estratégia	1 – (um atributo) Processo Executado	A estratégia de TI está associada aos objetivos estratégicos da faculdade, porém existe pouco alinhamento entre as duas áreas.
APO04 – Gerenciar a inovação	0 - (Zero) Processo Incompleto	Embora projetos de inovação tecnológico são planejados, não existe um processo que viabilize a execução de projetos inovadores, como serviços em IoT.
APO12 – Gerenciar riscos	0 - (Zero) Processo Incompleto	Não existe um entendimento sobre a importância da análise de riscos de referente ao ambiente de TI. O tratamento dos riscos operacionais normalmente não ocorre. Processo para gerenciar os riscos não existe.
APO13 – Gerenciar segurança	1 – (um atributo) Processo Executado	Existe um entendimento geral sobre a segurança nos sistemas de informação. As responsabilidades pela segurança da informação não são claramente definidas, gerenciadas e monitoradas. Normativos e práticas de segurança estão definidos (algumas políticas e práticas) e baseados em referências externas. Existe uma padronização para identificação, autenticação e autorização de usuários e auditoria de acesso.

Processo	Capacidade Avaliada	Aspectos considerados para a avaliação da capacidade
BAI01 – Gerenciar programas e projetos	0 - (Zero) Processo Incompleto	Não existe processo de gestão de projetos formalmente definidos. Projetos são executados sobre demanda, sem planejamento e acompanhamento adequados.
BAI04 – Gerenciar disponibilidade e capacidade	1 – (um atributo) Processo Executado	O departamento de TI avalia a capacidade e disponibilidade dos sistemas e infraestrutura de TI sem a utilização de ferramentas apropriadas, utilizando-se de um processo manual para verificar o nível de capacidade e disponibilidade.
BAI09 – Gerenciar ativos	1 – (um atributo) Processo Executado	Existe um inventário dos ativos de TI realizado pela ferramenta <i>OSC Inventory</i> , porém não é feita uma validação das informações de forma contínua, e a base de informação é atualizada quando é necessário fornecer alguma informação para a direção, por meio de relatórios fornecido pela ferramenta de inventário.
BAI10 – Gerenciar configuração	1 – (um atributo) Processo Executado	A necessidade de um gerenciamento de configurações é reconhecida, inclusive com projeto em andamento para elaboração de um banco de dados de configuração. Entretanto, as tarefas de gerenciamento de configuração, tais como manutenções de inventários de hardware e software, ainda são executadas em bases individuais. Não existe uma prática padronizada.
DSS01 – Gerenciar operações	1 – (um atributo) Processo Executado	O gerenciamento das operações é uma atividade reconhecida pela faculdade, como manter os laboratórios de informática operacionais e acesso a internet. As ações repetíveis são formalmente definidas, padronizadas e com alguma documentação (procedimentos). O uso de ferramentas para agendamento automático é padronizado dentro dos ambientes (<i>backup</i>), limitando a intervenção manual.
DSS02 – Gerenciar solicitações e incidentes de serviços	0 - (Zero) Processo Incompleto	Existe uma conscientização sobre a necessidade de uma ferramenta para registrar e atender os incidentes e solicitações de serviços, porém não foi implementada. Não existe controle sobre as atividades desse processo.

Processo	Capacidade Avaliada	Aspectos considerados para a avaliação da capacidade
DSS03 – Gerenciar problemas	1 – (um atributo) Processo Executado	Os problemas que são resultados de incidentes com causas desconhecidas são avaliados e ações de solução são implementadas. O processo não está documentado mas existe um conhecimento tácito sobre ele.
DSS04 – Gerenciar continuidade	0 - (Zero) Processo Incompleto	Não existe um plano de continuidade ou contingência para manter os serviços de TI em operação.
DSS05 – Gerenciar serviços de segurança	0 - (Zero) Processo Incompleto	Algumas ações isoladas são realizadas para prover segurança aos serviços de TI, como acesso a internet e sistema acadêmico, porém já foram realizados ataques aos sistemas com sucesso.

Fonte: Próprio autor

4.1.3. Levantamento de informações da instituição de ensino

O levantamento de informações da instituição foi realizado por meio de oficinas e análise de documentação fornecida pela instituição de ensino, conforme descrito no capítulo 3 METODOLOGIA.

As oficinas foram realizadas com a seguinte configuração:

- Foi conduzida por um moderador, cujo papel foi guiar o grupo dentro de uma sequência lógica dos temas, mantendo o foco no assunto. As informações foram registradas na medida em que foram surgindo.
- O moderador explicou as questões referentes aos formulários e as registrou nas planilhas ou documento texto;
- Os entrevistados forneceram as informações na medida em que as questões foram apresentadas e explicadas;
- Durante a oficina, o moderador questionou os pontos que necessitaram de mais esclarecimentos;
- Ao final da oficina, foi realizada uma avaliação de todas as informações prestadas e registradas de forma oficial.

4.1.3.1. Prioridades da instituição

As principais prioridades da instituição são:

- Aumentar a quantidade de alunos ingressantes;
- Diminuir a evasão;
- Diminuir a inadimplência;
- Prover serviços para os alunos no intuito de mantê-los e motivá-los;
- Buscar projetos de inovação, como IoT, para diminuição de custos;
- Prover cursos de EAD;
- Ser a faculdade piloto da rede de ensino a implantar serviços de IoT.

4.1.3.2. Missão e Visão da instituição

Missão: Fornecer ensino de qualidade, promovendo a inclusão do aluno no mercado de trabalho.

Visão: Estar entre as 10 melhores faculdades do Estado de São Paulo.

4.1.3.3. Principais negócios da instituição

Os principais negócios são:

- Ensino superior presencial;
- Cursos de extensão;
- Cursos de pós-graduação.

4.1.3.4. Objetivos estratégicos da instituição

Os objetivos estratégicos da instituição de ensino estão vinculados do desdobramento do mantenedor, a saber:

- Manter a estabilidade financeira por meio de ações de aumento de alunos e negociação de pagamentos.
- Aumentar a participação no ensino regional divulgando a instituição e promovendo ações que identifiquem a faculdade.
- Manter ensino de qualidade, com professores e ambiente qualificados.
- Realizar pesquisas junto ao meio acadêmico e realizar as melhorias sugeridas.

4.1.3.5. Organograma da TI

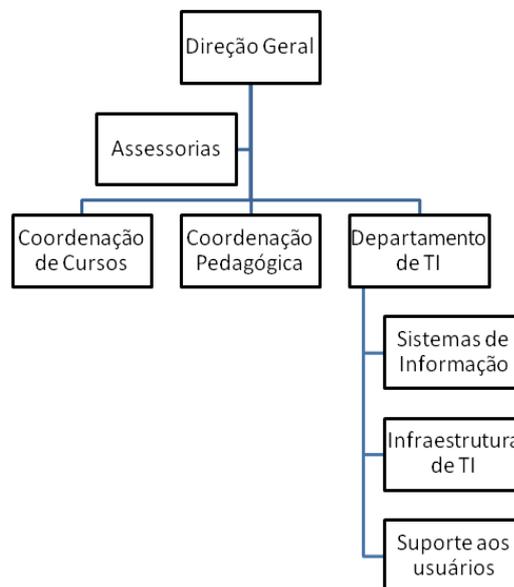
O departamento de TI está subordinado diretamente a Direção Geral da faculdade e tem as seguintes funções:

- Sistemas de Informação: equipe de 2 profissionais que são responsáveis pela manutenção dos sistemas acadêmico, financeiro, biblioteca e pelas páginas de sítios da intranet da faculdade. Também é responsável pelo banco de dados que suportam os sistemas e páginas.
- Infraestrutura de TI: equipe de 2 profissionais que são responsáveis por manter os ativos de informação (servidores, equipamentos de rede, conexão com a Internet, cabeamento, impressoras, entre outros) operacionais dentro da faculdade.
- Suporte aos usuários: os mesmos profissionais que atuam em Sistemas de Informação e Infraestrutura de TI são responsáveis por fornecer suporte a todos os usuários (alunos, professores e funcionários) da faculdade.

O departamento de TI está sob a responsabilidade do coordenador dos cursos de tecnologia.

A Figura 15 mostra o posicionamento do Departamento de TI da faculdade e as áreas de atuação.

Figura 15 – Organograma do Departamento de TI



Fonte: Próprio autor

4.1.3.6. Conhecimento da equipe de TI

O departamento de TI da faculdade possui os conhecimentos relacionados na Tabela 39. Este conhecimento dos profissionais atende as necessidades da faculdade, porém em algumas situações é necessário o suporte de fornecedores externos.

Tabela 39 – Relação do conhecimento da equipe de TI

	Java	Linux	Windows	SQL	Python	C#	Redes
Profissional de TI 1	x	x	x	x	x	x	
Profissional de TI 2		x	x	x	x		
Profissional de TI 3		x	x				x
Profissional de TI 4	x	x	x		x		x

Fonte: Próprio autor

4.1.3.7. Lista dos fornecedores

A faculdade mantém contrato com fornecedores que são acionados sobre demanda, exceto o fornecedor do *link* de comunicação, que atua de forma contínua.

Tabela 40 – Fornecedores de TI da faculdade

Identificação do fornecedor	Principais serviços ou produtos fornecidos
Net/Claro	<i>Link</i> de comunicação de 10mbps
Prestador de serviço de cabeamento	Manutenção ou novas implementações do cabeamento da rede de dados
Prestador de serviço de manutenção de equipamentos de TI	Manutenção de microcomputadores, servidores, <i>no break</i> , impressoras, PABX
Prestador de serviço de desenvolvimento de sistemas	Suporte e assessoria para a manutenção dos sistemas
Prestador de serviço de rede elétrica	Manutenção ou novas implementações na rede elétrica

Fonte: Próprio autor

4.1.3.8. Inventário de Software

Os serviços de TI disponíveis para os usuários da faculdade são suportados pelos sistemas em operação, que atendem satisfatoriamente as necessidades, conforme pode ser visto na Tabela 41.

Tabela 41 – Sistemas em uso na faculdade

Nome do software/sistema	Principais áreas que atende
Sistema financeiro	Departamento financeiro, contas à receber e pagar
Sistema administrativo	Departamento pessoal, controle de horas de trabalho
Sistema acadêmico	Atende aos alunos e professores, controle de notas, faltas e atividades acadêmicas
Sistema da biblioteca	Biblioteca, reserva do acervo
Sistema baseado nas páginas dos sites	Atende todos os usuários internos e externos
Sistema de reserva de equipamentos e laboratórios de informática	Atende aos professores e monitores para as reservas das atividades acadêmicas

Fonte: Próprio autor

4.1.3.9. Inventário de Hardware

A infraestrutura de TI está suportada pelos equipamentos listados na Tabela 42, onde é possível observar que a configuração dos servidores são antigas comparadas com as configurações mais atuais. Apesar da defasagem na configuração a infraestrutura de hardware atende satisfatoriamente as atividades da faculdade.

Tabela 42 – Configuração dos equipamentos

Identificação do HW	Configuração/Modelo	Sistema operacional
Firewall Internet	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Linux, Debian 7
Servidor de Web externo	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Linux, Debian 7
Servidor de arquivos	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
Servidor de aplicações 1	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003

Identificação do HW	Configuração/Modelo	Sistema operacional
Servidor de aplicações 2	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
Servidor de aplicações 3	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Linux/Debian 7
Servidor de banco de dados	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 16 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
Controlador de domínio 1	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 4 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
Controlador de domínio 2	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 4 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
Servidor de Web interno	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Linux/Debian 7
Servidor de backup, WINS, DHCP, IAS, Impressão, CA	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 4 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
Servidor de Proxy	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 8 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Linux/Debian 7
Servidor Lab	Servidor Dell Poweredge 2850, 2 CPU Xeon, 4 Gbytes de memória e 2 discos rígidos de 500 Gbytes	Windows Server 2003
<i>Switches</i> camada 2 (quantidade de 10)	Dell 2950, 10/100mbps	IOS Nativo
<i>Switches</i> camada 3 (quantidade de 2)	Dell 6224, 10/100mbps	IOS Nativo
<i>Access Point</i> (quantidade de 6)	Dlink, DIR 600	IOS Nativo
Microcomputadores (quantidade de 160)	Dell Core 2 Duo, modelo E8400 4 Gbytes de memória e disco rígido de 500 Gbytes	Windows 7 Ultimate

Fonte: Próprio autor

4.1.3.10. Principais projetos de TI em execução

Os projetos de TI em execução atendem as necessidades de melhorias de sistemas e da demanda da mantenedora da rede de ensino, conforme relacionado na

Tabela 43 – Projetos em execução

Nome do projeto	Finalidade
Projeto de novo sistema acadêmico	Inclusão de novas funcionalidades e mudança de tecnologia de ambiente de desenvolvimento para tornar o sistema mais ágil
Projeto de sistema de gestão empresarial	Participação no projeto conduzido pela mantenedora da rede de ensino

Fonte: Próprio autor

4.1.4. Serviços de TI a serem suportados por IoT

Os serviços de IoT pretendidos estão listados na Tabela 44. Para a implantação destes serviços de IoT é necessário entender as principais arquiteturas e protocolos de IoT; identificar os requisitos de implementação em nível de infraestrutura; implementar uma solução real que faça uso de: placas, sensores e atuadores IoT, uma plataforma IoT e uma infraestrutura de rede.

Tabela 44 – Serviços de IoT pretendidos na fase de piloto

Serviços pretendidos	Descrição
Controlar acesso de alunos, professores e funcionários	Por meio de um <i>wearables</i> (relógio ou pulseira) controlar o acesso de alunos, professores e funcionários de forma automatizada, administrando os horários de permanência e movimentação na faculdade
Controlar as vagas de estacionamento	Utilizar um aplicativo de celular para reserva de vagas no estacionamento da faculdade
Controlar temperatura em ambientes com produtos perecíveis	Monitorar ambientes com restrições ambientais com alarmes em caso de desvio da temperatura padrão
Controlar iluminação interna e externa	Monitorar a iluminação interna e externa para economia de energia elétrica
Controlar ruído sonoro	Monitorar a sonorização do ambiente estudantil para manutenção saudável do ambiente
Controlar acesso às áreas restritas	Monitorar o acesso às áreas onde a circulação e entrada são permitidas somente para pessoas autorizadas

Fonte: Próprio autor

4.2. Análise de lacunas

Com a realização avaliação e diagnóstico dos processos do COBIT 5, o levantamento das informações da faculdade e dos serviços de IoT pretendidos, é possível analisar a situação atual a luz dos serviços de IoT pretendidos e estabelecer as diretrizes necessárias para o provimento e governança dos serviços de IoT pretendidos.

4.2.1. Processos do COBIT 5

Os processos avaliados em relação a capacidade mostram que a faculdade necessita estabelecer uma capacidade mais elevada do que a avaliada. A organização orientada por processos pressupõe que as pessoas trabalhem de forma diferente. Em lugar do trabalho individual e voltado a tarefas, uma instituição, como uma universidade, organizada por processos valoriza o trabalho em equipe, a cooperação, a responsabilidade individual e a vontade de fazer um trabalho melhor. Ela projeta e mensura cuidadosamente seus processos e faz com que todos os funcionários entendam e se responsabilizem por eles, possibilitando o desenvolvimento de um sentimento de “dono” do processo. As pessoas cumprem tarefas, mas têm uma visão mais ampla e pensam a respeito dos processos (GONÇALVES, 2000).

Para que a governança e implantação dos serviços de IoT pretendidos é recomendado que os processos do COBIT 5 selecionados tenham o nível de capacidade de acordo com a Tabela 45. A capacidade a ser atingida deverá ocorrer em dois ciclos de 12 meses cada, sendo que ao final de 24 meses se tenham os processos nas capacidades desejadas, ou até mesmo superior. A cada ciclo é necessária uma nova avaliação para verificar a capacidade alcançada.

Tabela 45 – Nível de capacidade recomendada para os processos do COBIT 5

Processo	Capacidade Avaliada	Capacidade recomendada (12 meses)	Capacidade recomendada (24 meses)
EDM01 – Garantir a definição e manutenção do modelo de governança	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido

Processo	Capacidade Avaliada	Capacidade recomendada (12 meses)	Capacidade recomendada (24 meses)
EDM02 – Garantir a realização de benefícios	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido	4 (Dois atributos) Processo Previsível
APO01 – Gerenciar a estrutura e gestão de TI	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido	4 (Dois atributos) Processo Previsível
APO02 – Gerenciar a estratégia	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
APO04 – Gerenciar a inovação	0 - (Zero) Processo Incompleto	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
APO12 – Gerenciar riscos	0 - (Zero) Processo Incompleto	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
APO13 – Gerenciar segurança	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
BAI01 – Gerenciar programas e projetos	0 - (Zero) Processo Incompleto	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
BAI04 – Gerenciar disponibilidade e capacidade	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
BAI09 – Gerenciar ativos	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
BAI10 – Gerenciar configuração	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
DSS01 – Gerenciar operações	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
DSS02 – Gerenciar solicitações e incidentes de serviços	0 - (Zero) Processo Incompleto	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
DSS03 – Gerenciar problemas	1 – (um atributo) Processo Executado	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido
DSS04 – Gerenciar continuidade	0 - (Zero) Processo Incompleto	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido

Processo	Capacidade Avaliada	Capacidade recomendada (12 meses)	Capacidade recomendada (24 meses)
DSS05 – Gerenciar serviços de segurança	0 - (Zero) Processo Incompleto	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido

Fonte: Próprio autor

4.2.2. Infraestrutura de software

A faculdade possui os softwares básicos (sistema operacional e banco de dados) e sistemas tradicionais de instituições de ensino superior, atendendo adequadamente as necessidades. Porém para a implementação de serviços de IoT novos sistemas serão demandados, com a utilização de base de dados e criação de painéis de acompanhamento dos dados coletados dos sensores para tomada de decisão. Também será necessária a criação de aplicações para a instalação em dispositivos móveis, com sistema operacional *IOS* e *Android*.

4.2.3. Infraestrutura de hardware

No levantamento da configuração de hardware é notável que existe defasagem entre a configuração física dos servidores e sistemas operacionais. Para os sistemas e serviços fornecidos atualmente esta infraestrutura suporta, mas será necessária uma atualização ou aquisição de novos equipamentos para a implantação dos serviços de IoT. Implementação de sensores, atuadores, placas, antenas e uma plataforma IoT deverá ser adquirida e implementada.

4.2.4. Conhecimento técnico

Será necessária capacitação para o desenvolvimento de aplicações e na implantação e operação de uma plataforma IoT, pois o conhecimento dos profissionais que atuam no departamento de TI não é suficiente para a implantação dos serviços pretendidos.

4.3. Proposta de cenário de piloto com as diretrizes para a implantação dos serviços de IoT

Com as informações coletadas é possível estabelecer um cenário piloto com as principais diretrizes para a implantação dos serviços IoT. Este trabalho

visa dar as diretrizes iniciais, ficando a responsabilidade da implantação com a faculdade.

O cenário será sugerido por etapas, levando em consideração que este é um piloto para toda a rede de ensino da mantenedora. As etapas necessariamente não estão em uma ordem cronológica, ficando a decisão da sequência de execução pela faculdade.

4.3.1. Etapa 1: Escolha da plataforma IoT

De acordo com a coleta de dados dos cálculos realizados pelo método AHP, os requisitos escolhidos para a Plataforma de IoT devem possuir características com mais conectividade e suporte para dispositivos, seguido por segurança relacionada a controle de acesso, modelo de operação baseado em infraestrutura na nuvem, gerenciamento de dados com ferramenta de gerenciamento nativo para a base de dados e escalabilidade com suporte a crescimento de dispositivos, conforme mostrado na Tabela 33.

Sugere-se que seja escolhida uma plataforma com mais conectividade e suporte para dispositivos, seguido por segurança relacionada a controle de acesso, mas que para esse piloto a plataforma escolhida não seja utilizada em nuvem, mas sim em uma infraestrutura própria. Essa escolha trará mais conhecimento para o departamento e equipe de TI que posteriormente poderá migrar os serviços para uma plataforma em nuvem.

4.3.2. Etapa 2: Aquisição de servidor para instalação da plataforma IoT

Os servidores que estão em operação na faculdade necessitam ter capacidade suficiente para suportar a instalação de uma plataforma IoT (Mineraud et al., 2016).

Para que a plataforma IoT seja implantada com os requisitos escolhidos, sugere-se que seja feita a aquisição de um servidor com no mínimo a seguinte configuração:

- Velocidade do processador: mínimo de 4,0GHz;
- Memória: mínimo de 16Gbytes;
- Armazenamento: mínimo de 1Tbyte;
- Interface de rede: 2 interfaces 10/100/1000Mbps;

- Cache do processador: mínimo 8 Mb;
- Sistema operacional Linux (CentOS).

4.3.3. Etapa 3: Instalação, treinamento e testes na plataforma escolhida

A instalação da plataforma IoT deverá ser executada de acordo com as informações da documentação fornecida. Após a instalação é importante realizar algumas sessões de treinamento, com desenvolvimento de aplicações básicas seguindo os tutoriais disponibilizados. Testes deverão ser considerados para validar as condições de conhecimento da equipe de TI. Os testes poderão ser realizados com desenvolvimento de aplicações básicas, utilizando sensores nativos de celulares *smartphones*, como umidade, temperatura, movimento e entre outros, não necessitando de aquisições adicionais.

4.3.4. Etapa 4: Aquisição de dispositivos para a implantação dos serviços

Para a disponibilização dos serviços pretendidos, será necessário realizar um projeto de infraestrutura para a instalação dos dispositivos. O projeto deverá conter as seguintes macros atividades:

- Mapeamento das áreas onde serão instalados os sensores antenas de transmissão para o fornecimento dos serviços;
- Tipos de sensores e tecnologia de conexão, que deverão ser utilizados, observando os requisitos e protocolos que são reconhecidos pela plataforma de IoT escolhida;
- Definição dos locais para a instalação dos dispositivos permitindo a conexão com a rede local da faculdade;
- Aquisição e verificação dos dispositivos escolhidos.

4.3.5. Etapa 5: Testes iniciais com dispositivos e aplicações na plataforma

Esta etapa é importante para sedimentar o conhecimento da operação da plataforma IoT e dos dispositivos que serão configurados. Também nesta etapa é importante estabelecer um projeto que deverá conter as atividades:

- Montar uma estrutura com os dispositivos para realizar os primeiros testes;

- Criar aplicações para testar a captura de dados dos dispositivos instalados;
- Documentar todos os testes e seus resultados;
- Reavaliar as configurações da plataforma IoT com o resultado dos testes.

4.3.6. Etapa 6: Desenvolvimento das aplicações para os serviços IoT

Desenvolver as aplicações para os serviços de IoT baseados nos requisitos definidos. Sugere-se que pela complexidade dos serviços, a ordem para o desenvolvimento das aplicações seja:

- Controlar temperatura em ambientes com produtos perecíveis;
- Controlar ruído sonoro;
- Controlar acesso às áreas restritas;
- Controlar iluminação interna e externa;
- Controlar acesso de alunos, professores e funcionários;
- Controlar as vagas de estacionamento.

4.3.7. Etapa 7: Testes iniciais dos serviços de IoT

Criar grupos selecionados de alunos, professores e funcionários para realizar os testes, validando os serviços e realizando a realimentação para eventuais correções nas aplicações ou mesmo na infraestrutura.

4.3.8. Etapa 8: Disponibilização em ambiente de produção para utilização

Após todos os testes e validações, realizar a divulgação dos serviços para toda a comunidade que irão utilizá-los e determinar um período de testes em produção, também corrigindo os eventuais problemas que ocorrerem.

4.3.9. Etapa 9: Processos do COBIT 5

Com os serviços disponibilizados, alguns processos prioritários deverão estar com as suas capacidades atualizadas. Os processos priorizados deverão ser os que constam na Tabela 46:

Tabela 46 – Processos do COBIT 5 priorizados

Processo	Capacidade recomendada (12 meses)	Justificativa
EDM01 – Garantir a definição e manutenção do modelo de governança	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	Modelo de governança será necessário para garantir que os dados coletados serão usados para o benefício de toda a comunidade acadêmica.
APO01 – Gerenciar a estrutura e gestão de TI	3 (Dois atributos) Processo Estabelecido	A implantação dos serviços de IoT irá necessitar de uma gestão de TI próxima da operação.
APO12 – Gerenciar riscos	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	Conhecer os riscos e oportunidades devem ser mapeados e ações de mitigação devem ser planejadas.
APO13 – Gerenciar segurança	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	Controles de segurança deverão ser implementados, pois serviços de IoT podem trazer incidentes indesejados.
BAI01 – Gerenciar programas e projetos	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	Toda a implantação dos serviços de IoT devem estar no escopo de uma metodologia de gestão de projetos.
BAI04 – Gerenciar disponibilidade e capacidade	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	Os serviços disponibilizados irão gerar muitos dados e informações e monitorar a capacidade e disponibilidade irá assegurar a continuidade dos serviços.
DSS02 – Gerenciar solicitações e incidentes de serviços	2 – (dois atributos) Processo Gerenciado	Os serviços disponibilizados poderão gerar solicitações de serviços para o departamento de TI e o mesmo deverá estar preparado para atendê-los.

Fonte: Próprio autor

Os demais processos deverão ser implementados na sequência dos priorizados.

5. CONCLUSÃO

O conceito de IoT é caracterizado pela dinâmica de uma grande quantidade de dispositivos conectados em uma rede que geram e alimentam bases de dados que são utilizadas por sistemas independentes ou por plataformas de IoT.

Quando uma organização, e no contexto deste trabalho, uma instituição de ensino superior, decide utilizar serviços baseados em IoT é necessário um planejamento para a implantação, pois o número de variáveis são muitas, como visto nesta pesquisa, e a implantação sem planejamento poderá trazer resultados não desejados.

Esta pesquisa procurou trabalhar as questões mais importantes relevando as informações mais significativas que precisam ser utilizadas na implantação de serviços de IoT com apoio de uma plataforma aderente à realidade em estudo.

A governança de serviços de IoT com a utilização de processos baseados em um *framework* de mercado como o COBIT 5 propicia o provimento dos serviços de IoT suportados por processos definidos, documentados, implantados e monitorados, os quais serão desenvolvidos seguindo metodologias de forte cunho conceitual, transformando a teoria em prática aplicada às necessidades da organização. Procedimentos e documentos de apoio serão padronizados, muitas vezes por meio de ferramentas, desenvolvidas especialmente para os processos definidos. Dessa forma a o departamento de TI poderá fazer a governança e a gestão de forma efetiva de acordo com as necessidades da organização

Escolher uma plataforma de IoT com os requisitos que estão mais alinhados com a organização por meio de um método de tomada de decisão propicia mais entendimento sobre o que é uma plataforma de IoT, o seu papel na Instituição, e direciona melhor a escolha, e isso pode garantir que o investimento tecnológico e financeiro na plataforma de IoT não esteja vinculado diretamente as informações de fornecedores de plataformas. A escolha mais correta da plataforma diminui a ocorrência de novas escolhas ou retrabalhos nos serviços implantados.

Conhecer a organização como um todo é importante, pois possibilita avaliar onde deverá ser feito o investimento sem prejuízo para a organização, facilitando o planejamento das ações para a implantação dos serviços de IoT.

Por fim, o trabalho permite compreender que ao se ter uma visão alto nível das etapas a serem percorridas para a implantação dos serviços de IoT, percebe-se a dimensão do que deve ser feito, e assim torna-se possível oferecer os serviços pretendidos com menos percalços pelo caminho. Outro ponto importante a ser realizado em trabalhos futuros está em relação a segurança da informação dos dados que os serviços de IoT irão trazer, dando ênfase na criação de controles e políticas de segurança para dar maior proteção aos dados.

Este trabalho não se encerra por aqui, mas acredita-se que ele tenha uma evolução na medida em que o conceito de IoT se torne mais claro para as organizações e a própria compreensão dos processos e serviços venham exigir aprimoramentos, visto a dinâmica que uma Instituição desse porte enfrenta em resposta aos desafios presentes em sua constante busca de qualidade.

6. REFERÊNCIAS

ABNT-NBR-ISO/IEC 15504-3. 2008.

ADAMKÓ, A.; KÁDEK, T.; KÓSA, M. Intelligent and adaptive services for a smart campus. CogInfoCom 2014, 5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, Vietri sul Mare, Italy November 5-7, p.505-509, 2014.

ALGHAMDI, A.; SHETTY, S. Survey toward a smart campus using the internet of things. IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud, FiCloud, Vienna, Austria, August 22-24, p.235-239, 2016.

AYLA NETWORKS. How to select the right IoT platform. Disponível em: <<https://www.mouser.com/pdfdocs/SelectingtheRightIoTPlatformAylaWhitePaper.PDF>>. Acesso em 16/05/2018.

BNDES. Produto 7A: Aprofundamento de Verticais – Cidades, 2017. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/776017fa-7c4a-43db-908f-c054639f1b88/relatorio-aprofundamento+das+verticais-cidades-produto-7A.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m3rPg5Q>>. Acesso em 16/05/2018.

DU, S.; MENG, F.; GAO, B. Research on the application system of smart campus in the context of smart city. 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education, p.714–718, 2016.

GASETA, EDSON ROBERTO. Fundamentos de Governança de TI. Rio de Janeiro: RNP/ESR. 2011.

GHAEMI RAD, T.; SADEGHI-NIARAKI, A.; ABBASI, A.; CHOI, S. M. A methodological framework for assessment of ubiquitous cities using ANP and DEMATEL methods. Sustainable Cities and Society, p. 608–618, 2017.

GONÇALVES, JOSÉ ERNESTO LIMA. Processo, que processos?. RAE - Revista de Administração de Empresas, Out./Dez. 2000.

GUO, M.; GUO, J. Constructing smart campus network based on ubiquitous sensor technology. 2015 5th International Conference on Information Science and Technology. ICIST p. 265–268, 2015.

ISACA. COBIT 5: Governança e Gestão de TI da Organização. Modelo Corporativo para Governança e Gestão de TI da Organização, 2012.

ITIL V3 2011. ITSMF. 2011. Disponível em <<http://www.itsmfi.org/>>.

ITU-T Y.2060. Overview of the Internet of things. Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models. 2012.

KARKOUCH, A.; MOUSANNIF, H.; AL MOATASSIME, H.; NOEL, T. Data quality in internet of things: A state-of-the-art survey. Journal of Network and Computer Applications, v.73, p.57–81, 2016.

KHRISNA, A.; HARLILI. Risk Management Framework with COBIT 5 and Risk Management Framework for Cloud Computing Integration. International

Conference of Advanced Informatics: Concept, Theory and Application (ICAICTA) Risk, p.103–108, 2014.

KIENTOPF, K.; RAZA, S.; LANSING, S.; GÜNE, M. Service Management Platform to Support Service Migrations for IoT Smart City Applications. IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC); Canadá, 2017.

KIM, T. HOON; RAMOS, C.; MOHAMMED, S. Smart City and IoT. Future Generation Computer Systems, v.76, p.159–162, 2014.

KUMMITHA, R. K. R.; CRUTZEN, N. How do we understand smart cities? An evolutionary perspective. Cities, v.67, p.43–52.

KUSUMAH, P.; SUTIKNO, S.; ROSMANSYAH, Y. Model design of information security governance assessment with collaborative integration of COBIT 5 and ITIL (case study: INTRAC). International Conference on ICT for Smart Society: “Smart System Platform Development for City and Society, GoeSmart 2014”, ICISS 2014, p.1–6, 2014.

LACINÁK, M.; RISTVEJ, J. Smart City, Safety and Security. Procedia Engineering, v.192, p.522–527, 2017.

LEE, S. E.; CHOI, M.; KIM, S. How and what to study about IoT: Research trends and future directions from the perspective of social science. Telecommunications Policy, v.41, p.1056–1067, 2017.

LU, Y.; PAPAGIANNIDIS, S.; ALAMANOS, E. Internet of Things: A systematic review of the business literature from the user and organisational perspectives. Technological Forecasting and Social Change, 2016.

MAJEED, A.; ALI, M. How Internet-of-Things (IoT) Making the University Campuses Smart? QA Higher Education (QAHE) Perspective. IEEE Internet of Things Journal, p.646–648, 2018.

MALATJI, E. M. The development of a smart campus - African universities point of view. 8th International Renewable Energy Congress, IREC, Jordânia, 2017.

MINERAUD, J.; MAZHELIS, O.; SU, X.; TARKOMA, S. A gap analysis of Internet-of-Things platforms. Computer Communications, v.89–90, p.5–16, 2016.

PAGLIARO, F.; MATTONI, B.; GUGLIERMENTI, F.; BISEGNA, F.; AZZARO, B.; TOMEI, F.; CATUCCI, S. A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. IEEEIC 2016 - International Conference on Environment and Electrical Engineering, Itália, 2016.

PALVIA, S. C. J.; SHARMA, S. S. E-Government and e-governance: definitions/domain framework and status around the world. Foundations of E-Government, 1–12. Disponível em: <<https://doi.org/10.3991/ijac.v5i1.1887>>.

PERRY, M. J.; MATTHEW PERRY, DE J. Evaluating and Choosing an IoT Platform, 2016. Disponível em: <https://www.thingworx.com/wp-content/uploads/WP_oreilly-media-evaluating-and-choosing-an-iot-platform_978-1-491-95203-0_FR.pdf>.

POPOVIĆ, T.; LATINOVIĆ, N.; PEŠIĆ, A.; ZEČEVIĆ, Ž.; KRSTAJIĆ, B.; DJUKANOVIĆ, S. Architecting an IoT-enabled platform for precision agriculture and ecological monitoring: A case study. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.140, p.255–265, 2016.

RATHORE, M. M.; PAUL, A.; HONG, W.-H.; SEO, H.; AWAN, I.; SAEED, S. Exploiting IoT and Big Data Analytics: Defining Smart Digital City using Real-Time Urban Data. *Sustainable Cities and Society*, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.022>>.

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process – Planning, priority setting, resource allocation*. 2ª Edição. University of California, McGraw-Hill, 1980.

SCULLY, P.; LUETH, K. L. *Guide to IoT solution development*, 2016. Disponível em: <<http://iot-analytics.com/wp/wp-content/uploads/2016/09/White-paper-Guide-to-IoT-Solution-Development-September-2016-vf.pdf>>.

SOURSOS, S.; ZARKO, I. P.; ZWICKL, P.; GOJMERAC, I.; BIANCHI, G.; CARROZZO, G. Towards the cross-domain interoperability of IoT platforms. *EUCNC 2016 - European Conference on Networks and Communications*, Grecia, p.398–402, 2016.

TAMBOTOH, J. J.; ISA, S. M.; GAOL, F. L.; SOEWITO, B.; WARNARS, H. L. H. S. Software quality model for Internet of Things governance. *Proceedings - International Conference on Data and Software Engineering, ICoDSE*, Indonésia, 2016.

VARGAS, R. *Utilizando a Programação Multicritério (AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio*. PMI Global Congress 2010, EUA, 2010.

YAMAKAMI, T. An Organizational Coordination Model for IoT: A Case Study of Requirement Engineering of City-Government in Tokyo in City Platform as a Service, p. 259–263, 2017.

YOUSSEFI, K.; BOUTAHAR, J.; ELGHAZI, S. IT governance implementation: A tool design of COBIT 5 roadmap. *2014 2nd World Conference on Complex Systems, WCCS 2014*, p.115–121, 2015.

7. ANEXOS

7.1. Formulário de levantamento de informação da instituição

Descrição da instituição

Prioridades da instituição

Missão e Visão da instituição

Principais negócios da instituição

Objetivos estratégicos da instituição

Organograma da TI

Conhecimento da equipe de TI

Identificação	Conhecimento2	Conhecimento3	Conhecimento n
	x		x
		x	x
	x	x	x

Lista dos fornecedores

Identificação do fornecedor	Principais serviços ou produtos fornecidos

Inventário de Software

Nome do software/sistema	Principais áreas que atende

Inventário de Hardware

Identificação do HW	Configuração/Modelo	Sistema operacional

Principais projetos de TI em execução

Nome do projeto	Finalidade

7.2. Questões para a avaliação da capacidade dos processos do COBIT 5

Número da Questão	Pergunta	Assunto
EDM01.01	Existe uma abordagem de governança de TI alinhada com a governança corporativa?	Estrutura de governança
EDM01.02	Decisões de TI estão de acordo com as estratégias e objetivos da empresa?	Estrutura de governança
EDM01.03	Os processos de TI são supervisionados seguindo todas as regras e regulamentações estabelecidas pela empresa?	Estrutura de governança
EDM02.01	Existe uma forma de avaliar o valor dos serviços de TI para a empresa?	Governança na entrega de valor
EDM02.02	Existe uma análise da rentabilidade dos serviços de TI?	Governança na entrega de valor
APO01.01	Existe uma abordagem de gestão de TI consistente com os requisitos de governança corporativa?	Gerenciar a estrutura de gerenciamento de TI
APO02.01	Existe um alinhamento dos planos estratégico de TI com os objetivos de negócio?	Gerenciar a estratégia
APO02.02	Há uma comunicação das estratégias de TI de forma estruturada e integrada com os planos de negócio?	Gerenciar a estratégia
APO04.01	Existem ações para inovação nos negócios explorando o desenvolvimento da TI?	Gerenciar inovação
APO12.01	Existe uma avaliação contínua dos riscos relacionados a TI?	Gerenciar risco
APO12.02	Existe avaliação dos custos e benefícios da gestão de riscos empresariais relacionados com TI?	Gerenciar risco
APO13.01	Existe um sistema para a gestão da segurança da informação?	Gerenciar segurança
APO13.02	Existe avaliações do impacto da ocorrência de incidentes de segurança da informação com relação ao nível de risco aceitáveis pela empresa?	Gerenciar segurança
BAI01.01	Existe uma metodologia de gestão de programa e projetos de TI aplicadas na empresa?	Gerenciar programas e projetos
BAI01.02	Os programas e projetos de TI estão priorizados e alinhados com a estratégia organizacional?	Gerenciar programas e projetos
BAI04.01	É considerado o equilíbrio entre custos e necessidades atuais e futuras de capacidade, disponibilidade e desempenho dos serviços de TI?	Gerenciar disponibilidade e capacidade
BAI04.02	É avaliada a capacidade atual em relação as necessidades futuras da empresa?	Gerenciar disponibilidade e capacidade
BAI09.01	Há uma ferramenta para controle de ativos de TI, incluindo software?	Gerenciar ativos
BAI09.02	Existe uma gestão para ativos críticos de TI?	Gerenciar ativos
BAI09.03	Existe uma gestão para gestão do ciclo de vida de ativo bem como a sua otimização de uso?	Gerenciar ativos
BAI10.01	Está estabelecido um modelo de configuração de TI?	Gerenciar configuração
BAI10.02	Existe um repositório de configuração de TI?	Gerenciar configuração
BAI10.03	Há mecanismos para identificar alterações na configuração de TI?	Gerenciar configuração
BAI10.04	São realizadas ações para verificar integridade e exatidão do repositório de configuração?	Gerenciar configuração
DSS01.01	Existem atividades operacionais de TI que são realizadas de forma programada?	Gerenciar operações

Número da Questão	Pergunta	Assunto
DSS01.02	Existe um controle dos serviços de TI terceirizados?	Gerenciar operações
DSS01.03	Existe um controle do registro de eventos associadas à infraestrutura de TI?	Gerenciar operações
DSS01.04	Existe um controle das instalações de TI com mecanismos de proteção contra oscilações/restrições no fornecimento?	Gerenciar operações
DSS02.01	Existem procedimento padronizados para a gestão de requisições/incidentes de TI?	Gerenciar solicitações de serviço e incidentes
DSS02.02	As solicitações/incidentes de TI são classificadas e priorizadas de acordo com o SLA definido?	Gerenciar solicitações de serviço e incidentes
DSS02.03	As resoluções das solicitações/incidentes de TI são documentadas e avaliadas para uso futuro?	Gerenciar solicitações de serviço e incidentes
DSS02.04	É dada a aceitação das resoluções das solicitações/incidentes de TI?	Gerenciar solicitações de serviço e incidentes
DSS03.01	Existem procedimentos padronizados para o tratamento de problemas de TI?	Gerenciar problemas
DSS03.02	Existe uma base de dados de problemas conhecidos que possa ser usada no tratamento de problema?	Gerenciar problemas
DSS03.03	São coletados e analisados dados de incidentes, mudanças e desempenho para identificar tendências?	Gerenciar problemas
DSS04.01	Há uma definição da política, objetivos e escopo de continuidade de negócio?	Gerenciar continuidade
DSS04.02	Existe um plano de continuidade do negócio?	Gerenciar continuidade
DSS04.03	O plano de continuidade de negócio é exercitado, testado e revisão periodicamente?	Gerenciar continuidade
DSS04.04	No caso de ocorrência de interrupção de serviço, são realizadas avaliações das ações tomadas e correções necessárias são identificadas e tratadas?	Gerenciar continuidade
DSS05.01	Existem políticas e procedimentos definidos, documentados e atualizados sobre o uso de recursos de TI da empresa?	Gerenciar serviços de segurança
DSS05.02	Existem controles de todas as contas de usuários com identificação dos direitos de acesso de acordo com o seu papel?	Gerenciar serviços de segurança
DSS05.03	Existem ações e estrutura para proteção física e lógica dos ativos de informação?	Gerenciar serviços de segurança