

GAIA Infrastructure: a Framework for the Management of Information and Communication Technology Infrastructure

Luís Horácio Ramos Isique, Rodolfo Miranda de Barros, Bruno Bogaz Zarpelão

Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina (UEL)
Londrina-PR, Brasil

E-mails: luis.isique@gmail.com; rodolfo,brunozarpelao@uel.br

Abstract — *Organizations have experienced a significant dependence on their Information and Communication Technology (ICT) infrastructure. To manage this infrastructure, they should follow several standards and good practices, what makes this task a challenge. In this paper, we propose the framework GAIA Infrastructure, that aims to support the ICT infrastructure management under different perspectives such as configuration, structured cabling, fault identification and mitigation and information security. The framework is composed by a Diagnostic Assessment Questionnaire, a Maturity Model and seven Assessment Axes. The framework was applied in three organizations and, therefore, they could identify strong and weak points of their infrastructure management practices.*

Keywords — *Maturity Models; IT Service Management; IT Governance; Network Management.*

I. INTRODUÇÃO

O cotidiano das organizações, independentemente do tamanho, segmento comercial ou industrial, mantém algum grau de dependência com a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). O bom funcionamento da infraestrutura composta por computadores, redes, sistemas de informação corporativos, servidores, sistemas operacionais, telefonia e acesso à Internet é um dos fatores determinantes para o sucesso dessas organizações.

As organizações utilizam essa infraestrutura para proporcionar um ambiente capaz de melhorar o fluxo de informação e, assim, diminuir o tempo necessário para tomada de decisões estratégicas. Essa infraestrutura é heterogênea, com diferentes fornecedores de equipamentos, serviços, soluções, aplicações, *hardware* e *software*, que produzem, armazenam e transmitem grande volume de dados a serem gerenciados [1].

O gerenciamento da heterogeneidade do ambiente de infraestrutura de TIC vem se tornando cada vez mais desafiador. A escalabilidade (necessidade de expandir-se rápido) e flexibilidade (inserir, retirar e suportar) dos serviços de TIC são importantes para reduzir o tempo de entrega e para melhorar a agilidade da organização [2].

A gerência de infraestrutura de TIC reúne diversas áreas como cabeamento estruturado, gestão de segurança, gestão de

desempenho, gestão de falhas, gestão dos ativos de rede e gestão de configurações. A fim de tornar as operações dessas áreas mais rentáveis e eficientes, as organizações estão, cada vez mais, voltando-se para as melhores práticas e para as normas técnicas de gestão de redes e serviços de TIC [2]. Essas diferentes áreas são cobertas por diversas normas e modelos, o que dificulta o trabalho do gestor. O gestor necessita de um modelo que faça a análise dessas diferentes áreas, caracterizando-se como um instrumento unificado para analisar a infraestrutura de TIC e servindo como ponto de convergência de diferentes normas.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é propor o *framework* denominado GAIA Infraestrutura. Este *framework* deverá ser capaz de fornecer uma estrutura para coletar dados sobre a situação da infraestrutura de TIC da organização, analisar esses dados e prover um diagnóstico, quantificando a aderência da organização às melhores práticas de gerência e operação de infraestrutura de TIC, e apoiando a melhoria dessa infraestrutura. O *framework* GAIA Infraestrutura é composto por: (1) um Questionário de Avaliação Diagnóstica, (2) um Modelo de Maturidade com cinco níveis e (3) sete Eixos de Avaliação.

Em sua concepção, o *framework* GAIA Infraestrutura reúne, por exemplo, conceitos das normas ISO 7498-4 [3], ABNT/NBR ISO 14565 [4], ISO/IEC 27000 [5], [6], [7], ANSI/EIA/TIA 942 [8], da biblioteca de boas práticas ITIL v3 [9], e dos modelos de maturidade CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) [10], COBIT (*Control Objectives for Information and Related Technology*) [11], MPS.BR (Modelo de Referência para a Melhoria do Processo de *Software*) [12], MMRGSeg (*Maturity Model in Information Security*) [13] e Modelo TIER [14].

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção II são pesquisados e demonstrados estudos, normas técnicas e modelos relacionados à análise, à melhoria e à maturidade da infraestrutura de TIC. Na seção III, apresentam-se o *framework* GAIA Infraestrutura, os eixos de avaliação, os níveis e os graus de maturidade. Na seção IV, é abordada a aplicação do QAD (Questionário de Avaliação Diagnóstica) e os resultados

obtidos em três instituições de ensino superior, sendo duas instituições privadas e uma instituição de ensino público. Na seção V, são expostas as conclusões, as interpretações dos resultados obtidos e os trabalhos futuros.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção tem o objetivo de revisar os estudos, normas, modelos e boas práticas relevantes para este trabalho encontrados na literatura.

A. ISO 7498-4

A norma ISO 7498-4 [3], criada pela *International Organization Standardization* (ISO) no ano de 1989, padroniza aspectos importantes da gerência de redes de computadores que são utilizados como base para outras normas e aplicações comerciais. O nosso trabalho utiliza as cinco áreas funcionais estabelecidas pela norma para definir alguns dos Eixos de Avaliação do *framework*, assim como questões e respostas do QAD (Questionário de Avaliação Diagnóstica). A ideia é avaliar como a organização atende aos objetivos previstos nessa norma. Seguem as áreas funcionais previstas em [3]:

- Gerenciamento de Falhas (F - *Faults*);
- Gerenciamento de Configurações (C - *Configuration*);
- Gerenciamento de Contabilidade (A - *Accountability*);
- Gerenciamento de Desempenho (P - *Performance*);
- Gerenciamento de Segurança (S - *Security*).

O Gerenciamento de Falhas tem o objetivo de detectar as falhas, isolá-las, aplicar as correções e padronizar os procedimentos que podem ser adotados em todos os tipos de organizações. Eventos são considerados como falhas quando os sistemas não exercem com êxito o seu principal objetivo. As falhas podem ser persistentes ou transitórias e a detecção de erros prevê a capacidade de reconhecer as falhas [3]. O gerenciamento de falhas possui também as funções de:

- Armazenar, examinar e manter os logs de erros do sistema;
- Constatar e agir sobre as notificações de detecção de erros;
- Rastrear e identificar as falhas;
- Realizar uma sequência de diagnósticos e testes e, posteriormente, corrigir e registrar as falhas.

O Gerenciamento de Configuração tem o objetivo de armazenar, consultar e alterar as configurações dos elementos de rede gerenciados [3]. São exemplos das funções:

- Definição de limiares para alarmes;
- Alocação de nomes e endereços;
- Geração de relatórios com configuração de equipamentos.

O Gerenciamento de Contabilidade tem o objetivo de informar e monitorar o uso dos recursos de TIC dos elementos de rede. São exemplos das funções:

- Informar aos usuários os custos relacionados aos recursos consumidos;
- Aplicar cotas para o uso de recursos como largura de banda, impressora e disco rígido;
- Monitorar a utilização das cotas definidas.

A Gerência de Desempenho tem como objetivo avaliar o comportamento dos elementos gerenciados e garantir a qualidade das operações da rede [3]. As funções da Gerência de Desempenho são:

- Obter e definir métricas de desempenho;
- Determinar e monitorar os parâmetros de desempenho;
- Monitorar o QoS (*Quality of Service*) nas aplicações e serviços;
- Detectar anomalias;
- Realizar previsões sobre estimativas;
- Alterar os modos de operação do sistema para manter o desempenho.

A Gerência de Segurança tem como principal objetivo proteger a rede de dados de ataques, violações e acessos não autorizados a partir de elementos internos e externos. A norma determina algumas funções:

- Analisar, projetar e implantar equipamentos de segurança;
- Definir as métricas de segurança;
- Definir as políticas de segurança;
- Garantir a segurança física do ambiente destinado aos equipamentos;
- Realizar procedimentos de detecção de intrusos;
- Controlar acessos;
- Autenticar os usuários.

B. Modelo TIER e norma ANSI/EIA/TIA 942

O núcleo da infraestrutura de TIC em uma organização, geralmente, é instalado em um ambiente separado dos demais. Esse ambiente é denominado como sala de telecomunicações, sendo projetado para centralizar os equipamentos e cabeamentos de rede e telefonia, além de servidores e sistemas, conforme [4].

O modelo TIER [14], [8] é um modelo de maturidade para salas de telecomunicações denominadas *Data Centers*. Ele atribui um valor entre um e quatro para os níveis de maturidade, desde que satisfaça aos requisitos mínimos recomendados por cada nível estabelecido pela norma ANSI/EIA/TIA 942 da (*Telecommunications Industries Association*) [8]. Ambos, a norma ANSI/EIA/TIA 942 e o modelo TIER, trazem informações importantes para incluirmos em nosso *framework*. As informações auxiliam no desenvolvimento das questões e respostas do QAD (Questionário de Avaliação Diagnóstica) pertencentes aos

Eixos de Avaliação de Cabeamento Estruturado e de Desempenho.

As classificações e requisitos mínimos definidos pela norma ANSI/EIA/TIA 942 e pelo modelo TIER são descritos a seguir.

No nível 1, denominado TIER 1, considerado básico, não há redundância nos caminhos físicos do fornecimento de energia elétrica e no caminho lógico (transmissão de dados) para acessar aos recursos da infraestrutura. A distribuição de energia elétrica atende à demanda, porém, sem redundância. Uma falha elétrica pode causar uma interrupção parcial ou total das operações. Na infraestrutura classificada como nível 1, é garantida uma disponibilidade de 99,671% do tempo total em funcionamento [14].

No nível 2, denominado TIER 2, todos os requisitos do nível 1 são satisfeitos. Além disso, a sala de telecomunicações possui redundância nos caminhos físicos do fornecimento de energia elétrica, caminhos alternativos para o transporte da informação e uma infraestrutura com componentes redundantes (servidores e discos rígidos, por exemplo). O nível de garantia e disponibilidade, no nível 2, é de 99,741% do tempo total em funcionamento [14].

No nível 3, denominado TIER 3, todos os requisitos dos níveis 1 e 2 são satisfeitos e há vários caminhos de distribuição dos equipamentos de interconexões principais (núcleo da rede) aos equipamentos instalados em locais estratégicos da organização. Assim, são utilizados protocolos específicos de configuração para que não ocorram *loops* infinitos de comunicação na rede. Segundo [14], a infraestrutura redundante é sustentável para garantir uma disponibilidade de 99,982% do tempo total em operação.

No nível 4, denominado TIER 4, a organização possui todos os requisitos dos níveis TIER 1, TIER 2 e TIER 3 cumpridos, além de ter outros itens como pré-requisitos, são eles:

- Equipamentos de ar condicionado, ventilação e refrigeração;
- Resfriamento e aquecimento independentes e alimentados por dois sistemas de energia elétrica;
- Ambiente dotado de infraestrutura local tolerante a falhas, garantindo uma disponibilidade de 99,995% [14].

C. ISO/IEC 27000

Atualmente, a informação tem se tornado cada vez mais importante para todas as organizações. Da mesma maneira que os ativos valiosos precisam de proteção, a informação também pode e deve ser armazenada e protegida, principalmente, contra todos os tipos de ameaças que afetam a sua integridade, a sua disponibilidade e a sua confidencialidade. Mesmo quando há preocupação com a segurança da informação, em geral, os resultados obtidos não têm sido satisfatórios, acarretando prejuízos para organizações públicas e privadas, para cidadãos e, até mesmo, para nações [15].

Neste trabalho, utilizamos a norma ISO/IEC 27000 para cobrir aspectos relacionados à segurança da informação. A base de conhecimento adquirida com essa norma permite o desenvolvimento de questões e respostas no Questionário de Avaliação Diagnóstica para demonstrar à organização os requisitos necessários para proporcionar segurança a toda infraestrutura da organização. As normas de segurança da informação utilizadas neste trabalho são descritas a seguir.

Para auxiliar as organizações, a NBR ISO/IEC 27001:2006 [5] define que a segurança da informação deverá ser realizada em *softwares* e em sistemas de informação das organizações. A norma NBR ISO/IEC 27005:2011 [7] promove a orientação nos processos de análise, implantação e manutenção da sistemática de gestão da segurança da informação, itens importantes a serem inseridos na cultura da organização. Ainda define que é dever da organização atribuir responsabilidades às pessoas que trabalham em qualquer estágio do sistema de gestão da segurança da informação. A organização deve requerer:

- Determinação sobre as competências do pessoal que executa qualquer trabalho referente ao sistema de gestão da segurança da informação;
- Treinamento ou contratação de pessoal especializado para que sejam satisfeitas as necessidades de segurança;
- Avaliação e manutenção das ações de trabalho referente ao sistema de gestão;
- Manutenção dos registros das qualificações e treinamentos do pessoal que trabalha diretamente no sistema de gestão de segurança da informação.

A informação, por se tratar de um ativo de alto valor estratégico nas organizações, precisa estar protegida e sob cuidados especiais. Esses aspectos são abordados na Norma NBR ISO/IEC 27002:2005, que define a segurança da informação como a "proteção da informação de vários tipos de ameaças para garantir a continuidade do negócio, minimizar o risco ao negócio, maximizar o retorno sobre os investimentos e as oportunidades de negócio" [6].

A conscientização dos usuários é um processo a ser considerado na implantação dos procedimentos de segurança da informação dentro e fora de uma organização. A NBR ISO/IEC 27002-2005 [6] não detalha como isso deverá ocorrer. Entretanto, permite aos gestores que planejem estratégias para orientar os usuários quanto ao uso consciente dos recursos da rede.

A norma ISO 27002 [6] descreve que para a informação estar protegida são necessários três princípios básicos da segurança, elencados a seguir:

- Confidencialidade: apenas as pessoas autorizadas possuem acesso às informações referentes a elas;
- Integridade: a informação tem que estar no seu formato original e não pode passar por alterações;
- Disponibilidade: para as pessoas autorizadas, a informação tem que estar disponível.

D. ABNT/NBR ISO 14565 – Cabeamento Estruturado

A norma brasileira ABNT/NBR 14565:2012 para cabeamento estruturado (metálico e óptico) em edifícios comerciais e *Data Centers* [4] aplica-se em redes locais (LAN – *Local Area Network*) e redes de campus (CAN – *Campus Area Network*). Quando aplicada em *Data Centers*, ela é limitada ao cabeamento interno para a conexão entre os equipamentos de TIC, à segurança e à automação. Os requisitos da norma [4] propõem a estrutura mínima e a configuração para o cabeamento estruturado.

No *framework* GAIA Infraestrutura, a norma ABNT/NBR 14565:2012 auxiliará na abordagem das questões relacionadas a toda infraestrutura de cabeamento (metálico e óptico), tomadas de conexões de redes e telefonia das salas de telecomunicações e também dos locais de trabalho da organização. A base de conhecimento adquirida com essa norma permitirá o desenvolvimento de questões e respostas no Questionário de Avaliação Diagnóstica, que demonstram como as organizações mantêm o ambiente e atendem os requisitos descritos na norma de cabeamento estruturado.

As especificações da norma que serão utilizadas neste trabalho incluem:

- Descrição das conexões de rede (TO) (tomadas de telecomunicações rede e telefone dos computadores) e das tomadas de equipamentos de comutação (EO) (*switches*);
- Especificações de desempenho para os enlaces e canais individuais de cabeamento;
- Requisitos de desempenho do cabeamento para as distâncias mínimas e máximas;
- Recomendações das melhores práticas para projeto e para a instalação da infraestrutura dos *Data Centers*;
- Simbologia para projetos de cabeamento estruturado.

E. ITIL (Information Technology Infrastructure Library)

A ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) é uma biblioteca de boas práticas de Tecnologia da Informação que está, atualmente, em sua terceira versão e possui um conjunto de cinco livros [9]. Foi desenvolvida pelo governo britânico no final da década de 1980 para gerenciar e controlar os serviços de TI (Tecnologia da Informação). A biblioteca é organizada, mantida e atualizada pela OGC (*Office of Government Commerce*).

Atualmente, o gerenciamento de infraestrutura de TIC (*hardware*, instalação de *software*, redes, sistemas, gerenciamento de aplicações e *help desk*) é uma questão fundamental e básica para as organizações. Entretanto, é necessário que as organizações incluam também suporte aos serviços e que estes sejam orientados para o negócio da organização. Os serviços de TI devem ser planejados e geridos de acordo com as contribuições para o negócio da empresa [16].

O Gerenciamento de Serviços de TI é evidenciado pela ênfase em serviços de TI, nos clientes, nos acordos de nível de serviço, e também no manuseio das atividades por meio dos

processos. A ITIL é considerada o *framework* mais utilizado para esta finalidade [17]. Os serviços possuem fases de ciclo de vida que são descritas a seguir:

- **Estratégia de Serviço:** São fornecidas orientações iniciais para o desenvolvimento de regras, políticas e objetivos de gerenciamento do serviço. Os processos dessa fase orientam a organização na implantação do gerenciamento do serviço, na identificação do proprietário do serviço, na identificação do proprietário dos processos, e verifica a viabilidade e a importância da criação do serviço.
- **Desenho de Serviço:** São fornecidos processos que orientem no desenho e no desenvolvimento do serviço. Essa fase inclui as alterações e as melhorias necessárias para aumentar ou manter o valor do serviço, a sua continuidade, o alcance de níveis de serviço e a conformidade com as normas e os regulamentos.
- **Transição de Serviço:** São fornecidas orientações para o desenvolvimento e as melhorias necessárias para realizar a iniciação ou transição de novos serviços ou serviços que deverão ser modificados.
- **Operação do Serviço:** Essa fase incorpora práticas ao gerenciamento de operações de serviços. Ela inclui orientações para alcançar eficiência e eficácia na entrega e no suporte de serviços, assegurando assim o valor para o cliente e para o provedor de serviço.
- **Melhoria contínua de serviço:** Fornece orientações para a criação e manutenção do Desenho de Serviços por meio da melhoria do desenho, implantação e operação do serviço, além da revisão estratégica, ou seja, se o serviço é realmente importante ou não. Ambos, processos e serviços serão utilizados no nosso *framework*.

A ITIL inclui em seu escopo uma série de processos, que são mensuráveis e possuem objetivos de desempenho. O custo, a qualidade e outras variáveis são preocupações constantes dos gerentes de infraestrutura. Um resultado específico é a razão de um processo, e os resultados são individualmente contabilizados e identificados. As entregas dos processos são realizadas, primeiramente, ao cliente. Os resultados devem atender às expectativas acordadas anteriormente [18].

Os processos são um conjunto estruturado de atividades para cumprir um objetivo específico [18], [19] e separados como: Gerenciamento de Incidentes, Gerenciamento de Problemas, Gerenciamento de Liberação, Gerenciamento de Mudanças, Gerenciamento de Configuração, Gerenciamento de Nível de Serviço, Gerenciamento Financeiro dos Serviços de TI, Gerenciamento de Continuidade e Gerenciamento de Disponibilidade.

O *framework* GAIA Infraestrutura propõe questões no QAD (Questionário de Avaliação Diagnóstica) baseadas na ITIL. O objetivo é identificar, através das perguntas e suas respectivas respostas, se a organização efetivamente identifica e gerencia os processos e serviços disponibilizados em sua infraestrutura.

F. Modelos de Maturidade

Os Modelos de Maturidade buscam identificar e estabelecer o grau e a evolução dos processos, chamados de níveis de maturidade, que demonstram estágios de melhoria na implantação de processos organizacionais [12]. Os níveis de maturidade indicam o perfil da organização e apontam os caminhos em que a organização precisa seguir para melhorar seus processos [20], [21].

Os Modelos de Avaliação de Maturidade passaram a ser comuns em padronização de processos a partir das ISO 9000 e 9001 e demais normas da *International Organization for Standardization* [16]. É necessário para as organizações que a melhoria dos processos seja estabelecida, alcançando, assim, sua considerada maturidade.

Segundo Wangenheim et al. [22], o modelo mais utilizado para estabelecer os níveis de maturidade em TIC é o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). No entanto, para o desenvolvimento deste trabalho, são vários os modelos de maturidade estudados, abrangendo os que se considera terem melhor aderência a TIC.

O CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), criado e mantido pelo SEI (*Software Engineering Institute*), possui foco em processos de Tecnologia da Informação e avalia a maturidade em cinco níveis: 1. Inicial; 2. Gerenciado; 3. Definido; 4. Quantitativo; e 5. Gerenciado [10].

Já o modelo de maturidade OPM3 (*Organizational Project Management Maturity Model*), mantido pelo PMI (*Project Management Institute*) [23] possui como objetivo indicar a maturidade da organização em relação aos seus processos e em relação a sua infraestrutura. O modelo é composto por quatro níveis de maturidade. São eles: 1. Padronizar; 2. Medir; 3. Controlar; e 4. Melhoria Contínua. Esse modelo possui, ainda, três domínios, que são: 1. Portfólio, 2. Programa e 3. Projeto [23].

O modelo de maturidade COBIT (*Control Objectives for Information and Related Technology*), criado pelo IT Governance Institute (ITGI), é um padrão utilizado para a área de governança e mantido pelo ISACA, sendo composto por seis níveis de maturidade, descritos como: 0. Não existente; 1. Inicial; 2. Repetitivo; 3. Definido; 4. Gerenciado; e 5. Otimizado [11].

Outro modelo estudado é o Modelo de Referência para a Melhoria do Processo de *Software* (MPS.BR), desenvolvido e coordenado pela Associação para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX). Ele é composto por sete níveis de maturidade: 1. Em Otimização; 2. Gerenciado Quantitativamente; 3. Definido; 4. Largamente Definido; 5. Parcialmente Definido; 6. Gerenciado; e 7. Parcialmente Gerenciado [12].

O modelo *Maturity Model in Information Security* (MMRGSeg), criado com base no modelo CMMI [10] e na norma ISO/IEC 27005 [7], possui sua principal função em gerenciamento de riscos de segurança da informação. É constituído por cinco níveis de maturidade, sendo eles: 1. Inicial; 2. Intuitivo; 3. Padronizado; 4. Gerenciado; e 5.

Otimizado. Identificam-se, ainda, três estágios nesse modelo, sendo eles: 1. Imaturidade, 2. Maturidade e 3. Excelência.

G. Família de Frameworks GAIA

Os *frameworks* GAIA constituem uma família de *frameworks* dedicados a apoiar o desenvolvimento de diferentes aspectos da gestão e da governança de TIC.

Dentre os *frameworks* propostos, há trabalhos para o Gerenciamento de Riscos de Projeto [20], para o desenvolvimento da Governança de TI [21] e para a Construção de Catálogos de Serviços de Tecnologia da Informação [24].

O primeiro a ser analisado, o chamado GAIA Riscos, permite a implantação, de forma gradativa e incremental, das atividades de gerência de riscos, aumentando a qualidade final do software desenvolvido. O *framework* GAIA Riscos [20] possui cinco níveis de maturidade, sete serviços, um processo de implantação, um questionário diagnóstico, indicadores de desempenho e *checklists* de reavaliação.

Já o segundo *framework*, para desenvolvimento de governança de TIC, possui um método de avaliação das organizações e um repositório que contém ativos para serem utilizados no desenvolvimento da TIC, auxiliando as empresas a obterem melhores controles e gerenciamento sobre a governança da TIC [21].

Por fim, o GAIA Catálogo de Serviços de TI busca apoiar a construção de Catálogos de Serviços de TI, uma fonte de informação simples e única sobre os serviços de TI oferecidos a uma organização. O *framework* também procura preencher a lacuna entre boas práticas, governança de TI e modelos de maturidade para a identificação, quantificação e descrição dos serviços de TI. Para isso, o trabalho possui um questionário de avaliação diagnóstica e um modelo de maturidade com 5 níveis [24].

Os *frameworks* GAIA buscam traduzir o estado atual de uma organização, utilizando um questionário diagnóstico e, após a identificação dos pontos a serem melhorados, são implantadas técnicas, padrões, modelos e boas práticas para que a organização obtenha melhores níveis de maturidade.

O *framework* GAIA Infraestrutura é proposto como forma de desenvolver o mesmo trabalho dos outros *frameworks* citados anteriormente, entretanto, concentrando-se em uma análise a ser realizada na infraestrutura de computadores e redes das organizações. Nesse sentido, os *frameworks* GAIA Riscos [20], Desenvolvimento de governança de TIC [21] e GAIA Catálogo de Serviços de TI [24], serviram como base para a definição da metodologia e também dos modelos de maturidade utilizados neste trabalho. Da mesma forma, as normas, padrões, modelos e boas práticas auxiliam no desenvolvimento do questionário diagnóstico.

III. GAIA INFRAESTRUTURA: UM FRAMEWORK PARA O GERENCIAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TIC

Este trabalho tem como principal objetivo propor um *framework* capaz de mensurar o grau de maturidade em que se encontra uma organização em relação a toda sua infraestrutura de TIC, assim como auxiliar na implantação de melhorias, de

maneira incremental, modular e flexível. O *framework* proposto compila conceitos presentes em diversas normas técnicas e modelos de boas práticas, de forma a facilitar o trabalho do gestor na gestão de sua infraestrutura de TIC.

O *framework* GAIA Infraestrutura é composto por três componentes principais: um Questionário de Avaliação Diagnóstica, um Modelo de Maturidade e um conjunto de Eixos de Avaliação.

A. Questionário de Avaliação Diagnóstica (QAD)

O primeiro passo do *framework* proposto neste trabalho é aplicar um QAD, composto por questões objetivas sobre a infraestrutura de TIC de uma organização. O questionário possui questões de múltipla escolha e as respostas possuem a função de traduzir com objetividade as situações do dia a dia das organizações com sua infraestrutura atual.

O QAD possui questões que agregam conceitos retirados de padrões e exigências das normas técnicas e dos modelos de boas práticas. As questões demonstram aos respondentes como analisar, projetar, implantar/migrar e manter os processos referentes à gestão de infraestrutura de TIC de uma organização. O questionário possui quarenta e nove questões, sendo quarenta e quatro questões objetivas e cinco subjetivas, que pedem informações de identificação como:

- Nome da Organização;
- Quantidade de funcionários de TI, para identificação de investimento em pessoal técnico;
- Nome do responsável pelas respostas, para identificar a pessoa que respondeu o questionário;
- Nome do responsável pelo departamento de TI da empresa, para identificar o responsável pelo departamento técnico.

Cada questão do QAD tem três possíveis respostas, chamadas de alternativas. As três alternativas presentes em cada questão indicam qual é o nível de preparo da organização para lidar com o tópico abordado pela própria questão. A alternativa (a) representa uma situação na qual a organização tem pouco ou nenhum preparo para lidar com o tópico abordado pela questão. A alternativa (b) traz uma resposta que mostra que a organização possui conhecimento das melhores práticas e da necessidade de melhoria. Entretanto, a organização ainda não está totalmente preparada para lidar com o tópico abordado pela questão. A alternativa (c) denota uma resposta que mostra que a organização está totalmente preparada para lidar com o tópico tratado na questão. Quando o respondente assinala a alternativa (b), são assinalados 50 pontos para o respondente. Quando o respondente assinala a alternativa (c), são assinalados 100 pontos. A escolha pela alternativa (a) não resulta em pontuação. Quando o respondente terminar de responder todo o QAD, essa pontuação será utilizada para avaliar o nível de maturidade da organização.

A tabela 1 traz um exemplo de questão do QAD. Nesse caso, a questão aborda o atendimento à norma de cabeamento estruturado e, consequentemente, pertence ao Eixo de Avaliação denominado "Cabeamento Estruturado". A

alternativa (a) representa uma situação na qual a organização não segue qualquer padrão para cabeamento. A alternativa (b) mostra que a organização está buscando se adaptar a um cenário padronizado de cabeamento estruturado. Por fim, a alternativa (c) mostra que a organização já está adequada às normas de cabeamento estruturado.

TABELA 1 - EXEMPLO DE QUESTÃO DO QAD.

Questão	A organização possui processos bem definidos para a instalação e acomodação interna e/ou externa de cabeamento (cabos, fibra óptica), equipamentos de rede (<i>racks, switches, Access point</i>) e local de trabalho individual (<i>work area</i>)?
Alternativas	a) Não, o cabeamento e os equipamentos de rede não seguem nenhuma norma, padrão nacional ou internacional para instalação.
	b) A organização possui procedimentos parcialmente definidos, apenas os novos setores e pontos a serem acrescentados são analisados para receberem a padronização adequada das instalações. As acomodações para o cabeamento e os equipamentos de rede que apresentarem problemas serão trocados por acomodações e equipamentos padronizados.
	c) Sim, a organização possui procedimentos bem definidos para a instalação de todo cabeamento de par trançado, fibra óptica e equipamentos de rede. Todos são identificados e acomodados em locais e com condutores apropriados para cada meio de transmissão. A área de trabalho individual possui um ponto de rede lógica, rede elétrica e telefonia.

B. Eixos de Avaliação

O *framework* GAIA Infraestrutura é organizado de acordo com sete Eixos de Avaliação:

- Ativos de Rede: este eixo avalia os processos relacionados à identificação e registro das informações dos dispositivos de rede (computadores, servidores, impressoras, *switches*, roteadores, etc.) tais como custos de manutenções realizadas e programadas, localização (setores, departamentos, salas), usuários e responsáveis.
- Falhas: este eixo avalia os processos relacionados à identificação e registro de falhas ocorridas na rede e nos ativos de rede. Os registros são referentes as falhas que ocorrem na prestação de serviços de rede. As falhas podem ser internas (infraestrutura local da organização) ou externas (provedor fornecedor do serviço para a organização).
- Configurações: este eixo avalia os processos de identificação e registro das configurações dos dispositivos de rede, tais como, custo do equipamento, configurações físicas (peças internas), configurações lógicas (*softwares*, sistema operacional).
- Cabeamento Estruturado: este eixo avalia os processos relacionados ao cabeamento estruturado de rede, as

categorias e locais de acomodações do cabeamento, local destinado a centralização da infraestrutura (*Data Center*) e pontos de redistribuição até ao usuário final.

- **Desempenho:** este eixo avalia os processos relacionados ao funcionamento dos equipamentos e serviços de rede referente ao atendimento das necessidades de desempenho dos usuários.
- **Segurança:** este eixo avalia o atendimento a requisitos de segurança da informação em ambientes com equipamentos, programas, servidores, estações de trabalho (*desktop*) e pessoas que utilizam os recursos da rede.
- **Projetos:** este eixo possui o objetivo de avaliar os procedimentos que deverão ser realizados para projetar os prazos, os custos, os riscos e correções das melhorias da infraestrutura, e também identificar as pessoas envolvidas na melhoria contínua dos processos.

Cada questão presente no QAD pertence a um Eixo de Avaliação. A tabela 2 demonstra a quantidade de questões que estão presentes em cada um dos Eixos de Avaliação.

TABELA 2: QUANTIDADE DE QUESTÕES POR EIXO DE AVALIAÇÃO

Eixos de Avaliação	Quantidade de Questões
Ativos de Rede	5
Falhas	5
Configurações	4
Cabeamento Estruturado	9
Desempenho	4
Segurança	13
Projetos	4
Total	44

O estabelecimento do nível de maturidade da organização, conforme será apresentado na seção C, dependerá da pontuação alcançada pela organização em cada Eixo de Avaliação ao responder o QAD. A pontuação de uma organização em cada Eixo de Avaliação poderá variar de 0 a 100 pontos e será calculada de acordo com (1), onde E_j representa a pontuação de um dado eixo j , q_i representa a pontuação obtida pela organização ao responder a questão i do QAD e n representa o total de questões pertencentes ao Eixo de Avaliação j :

$$E_j = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (1)$$

C. Modelo de Maturidade

O *framework* proposto neste trabalho possui um modelo de maturidade composto por cinco níveis, que são organizados em três graus de maturidade. Conforme pode ser observado na figura 1, a proposta do modelo de maturidade a ser aplicado nas organizações baseia-se no modelo MMGRSeg [13]. Embora esse padrão seja voltado à segurança da informação, os estágios de imaturidade, maturidade e excelência, atribuídos aos níveis, podem ser adotados para avaliar a infraestrutura de TIC das organizações, independentemente do seu tamanho e/ou

segmento industrial ou comercial. Os níveis são descritos na tabela 3, que mostra a conversão dos pontos para os Níveis de Maturidade. Os pontos são resultantes do cálculo realizado por (1) e poderão variar de 0 a 100.

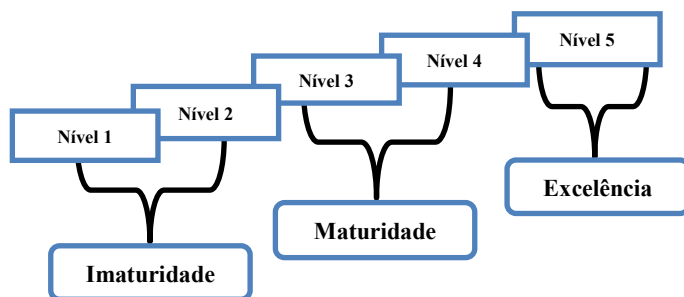


Fig 1. Modelo de Maturidade do *Framework* GAIA Infraestrutura

O *Framework* GAIA Infraestrutura propõe os níveis de 1 a 5 para classificar as organizações avaliadas por este trabalho, conforme demonstrado pela figura 1.

TABELA 3: CONVERSÃO DE PONTOS EM NÍVEL DE MATURIDADE

Pontuação	Nível de Maturidade
0 a 20	Nível 1
21 a 40	Nível 2
41 a 60	Nível 3
61 a 80	Nível 4
81 a 100	Nível 5

A seguir, os níveis de maturidade são descritos um a um:

- **Nível 1: Início** – A organização desconhece e não aplica conceitos presentes em normas e boas práticas relacionadas a diferentes setores da infraestrutura de TIC como cabeamento estruturado, gestão de falhas e desempenho, construção, operação e gestão de data centers, etc.
- **Nível 2: Conhecimento** – A organização conhece parte significativa dos conceitos presentes em normas e boas práticas relacionadas a infraestrutura de TIC, porém estes conceitos não são aplicados.
- **Nível 3: Aplicação** – A organização aplica conceitos presentes em normas e boas práticas de infraestrutura de TIC, mas isso não é realizado de maneira padronizada.
- **Nível 4: Padronização** – A organização aplica conceitos presentes em normas e boas práticas de infraestrutura de TIC de maneira padronizada.
- **Nível 5: Melhorado** – Todos os processos do nível 1 até o nível 4 são aplicados e há avaliações periódicas

dos mesmos, promovendo uma melhoria continuada de todos os processos.

Para aplicar o *framework* GAIA Infraestrutura, a organização deverá passar por um processo de implantação. Este processo busca determinar o nível de maturidade da organização e também reavaliar os níveis, se necessário. Os métodos que compõem o processo de implantação do GAIA Infraestrutura estão descritos na figura 2.

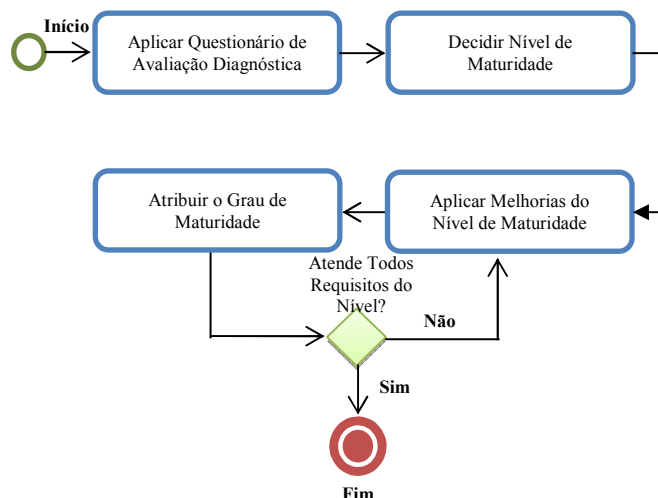


Fig 2. Processo de Implantação do GAIA Infraestrutura

A definição do Nível de Maturidade dá-se por meio dos resultados obtidos do QAD juntamente com a pontuação calculada por (1). Os Eixos de Avaliação recebem uma pontuação entre 0 e 100. O valor obtido para cada Eixo de Avaliação deverá ser comparado com os valores da coluna Pontuação da tabela 3. Assim, os Eixos de Avaliação recebem um nível de maturidade individual e independente, possibilitando a identificação do Eixo com a menor pontuação e que precisa ser melhorado.

O nível de maturidade da organização será o mesmo do Eixo de Avaliação que tiver o menor nível de maturidade. Dessa forma, para a organização melhorar o seu nível de maturidade, ela deverá trabalhar para melhorar o nível de maturidade do seu Eixo de Avaliação com pior resultado.

Após a melhoria do Eixo de Avaliação com pior resultado, é possível a reaplicação do QAD para identificar a realização das melhorias. A partir do momento em que os Eixos de Avaliação que tinham os piores resultados sobem de nível, é possível atribuir um estágio superior de Maturidade à organização.

IV. ESTUDO DE CASO

Para a realização do estudo de caso, o QAD foi encaminhado em formato digital e disponibilizado via formulário Web para os responsáveis de Tecnologia da Informação de três organizações que tem como principal atividade a prestação de serviços de ensino superior da região de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. Após o preenchimento, as respostas foram armazenadas em um novo

formulário e exportadas para o formato de planilha eletrônica. As organizações estão representadas por letras, para preservar suas identidades: X, Y e Z.

As pontuações obtidas pelas três organizações nos sete Eixos de Avaliação são apresentadas na tabela 4.

TABELA 4: TOTALIZAÇÃO DOS PONTOS POR ORGANIZAÇÃO E ÁREA DE GERÊNCIA.

Eixo de Avaliação	Organização X	Organização Y	Organização Z
Ativos de Rede	50	70	60
Falhas	60	100	50
Configurações	38	100	50
Cabeamento Estruturado	72	94	28
Desempenho	75	88	75
Segurança	42	81	38
Projetos	100	38	25

Na organização X, o Eixo de Avaliação de Configurações é o eixo com a menor pontuação. Este eixo está na faixa de pontuação do Nível de Maturidade 2. Os Eixos de Segurança, de Ativos de Rede e o de Falhas enquadram-se no Nível de Maturidade 3, os Eixos de Cabeamento Estruturado e Desempenho estão no Nível de maturidade 4. Por fim, o Eixo de Avaliação de Projetos está no Nível de Maturidade 5.

Na organização Y, o Eixo de Avaliação de Projetos apresenta a menor pontuação e se enquadra no Nível de Maturidade 2. O Eixo de Avaliação de Ativos de Rede está posicionado no Nível de Maturidade 4, enquanto os eixos restantes estão todos posicionados no Nível de Maturidade 5.

Na organização Z, o Eixo de Avaliação de Projetos tem a menor pontuação, sendo enquadrado no Nível de Maturidade 2. Outros dois Eixos de Avaliação também estão posicionados no Nível de Maturidade 2: Segurança e Cabeamento Estruturado. Os Eixos de Avaliação de Ativos de Rede, Falhas, Configuração estão posicionados no Nível de Maturidade 3. O Eixo de Avaliação de Desempenho teve a melhor pontuação nessa organização e está posicionado no Nível de Maturidade 4.

O *framework* GAIA Infraestrutura propõe que a organização seja posicionada no Modelo de Maturidade de acordo com o Eixo de Avaliação de menor nível. Dessa forma, as três organizações se encontram posicionadas no Nível de Maturidade 2, o que equivale ao grau de Imaturidade.

Para elevar o grau de maturidade das organizações, este trabalho tem como propostas: primeiramente, a elaboração de um projeto para implantar melhorias referentes ao Eixo de Avaliação com a menor pontuação; em seguida, a organização deve responder novamente o QAD, conforme descreve a figura 2; após a reaplicação do QAD, é necessário recalculas as pontuações de cada Eixo de Avaliação, reposicionando-os no Modelo de Maturidade.

Dessa forma, o *framework* GAIA Infraestrutura proporciona a identificação das áreas na operação e gestão da infraestrutura de TIC que estão com problemas. Assim, é

possível agir de forma mais precisa, diminuindo o tempo, custo e melhorando o desempenho da infraestrutura de TIC.

Para demonstrar os resultados obtidos através da aplicação do QAD, apresentamos também um gráfico de radar, no qual cada eixo representa um Eixo de Avaliação (figura 3). Dessa maneira, tem-se uma visão clara e objetiva sobre a situação dos Eixos de Avaliação, o que facilita a visualização por parte dos administradores da organização. Além disso, o gráfico de radar facilita a comparação entre diferentes organizações.

Conforme se observa na figura 3, o fator Segurança da organização Y pode ser considerado elevado em relação aos demais, por exemplo. Ainda é possível determinar que a organização Z possui pouca maturidade sobre as áreas de Configuração, Projetos, Segurança e Infraestrutura.

Outra análise de destaque é a da área de Desempenho, item no qual as organizações Z e X estão praticamente com os mesmos valores. A organização X é a que, entre as três organizações analisadas, mais demonstrou o desejo de desenvolver projetos para melhorar os outros eixos de avaliação, conforme proposto por este estudo.

Os resultados demonstram muitas diferenças na gestão da TIC nas organizações pesquisadas. Alguns fatores podem contribuir para esses fatos, tais como: cultura organizacional, formação acadêmica dos responsáveis e funcionários, falta de integração da área de TIC ao negócio da organização, quantidade de funcionários de TIC insuficiente para a demanda de trabalho, salários, estabilidade ou instabilidade profissional e investimento em treinamento.

V. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A infraestrutura de *hardware* e *software*, as pessoas e os processos são fatores cada vez mais importantes e decisivos

para a entrega de serviços de TIC de uma organização, uma vez que o cenário atual é totalmente dependente dessa infraestrutura. Em relação a essa dependência, o artigo apresenta um *framework* capaz de analisar, identificar e atribuir um grau de maturidade a infraestrutura de TIC de organizações que dependem dela para desenvolver suas atividades cotidianas.

Com o estudo de normas, modelos e metodologias, apresentado na seção II, é possível concluir que foi possível inserir, em um único *framework*, uma compilação das melhores práticas para analisar, implantar, manter e melhorar a infraestrutura de TIC de qualquer organização.

O *framework* GAIA Infraestrutura permite que a infraestrutura de TIC seja avaliada de forma mais rápida e organizada. O QAD é utilizado para coletar dados sobre a maneira como a organização lida com a sua infraestrutura de TIC. Os sete Eixos de Avaliação identificam o atual cenário da organização, separando-a em segmentos importantes de uma infraestrutura computacional. O Modelo de Maturidade permite que estabeleçamos níveis de maturidade para cada Eixo de Avaliação e, conseqüentemente, para a organização. Dessa forma, o *framework* possibilita que os gestores se organizem de maneira mais fácil para melhorar a infraestrutura de TIC da organização.

Após a conclusão, este estudo poderá ser ampliado em futuros trabalhos relacionados ao tema, como, por exemplo: (a) ampliar o número de organizações a serem pesquisadas, para aperfeiçoar o questionário diagnóstico; (b) desenvolver procedimentos para a aplicação das melhorias com o objetivo de elevar o grau de maturidade; e (c) criar uma ferramenta para gerenciar a infraestrutura de TIC.

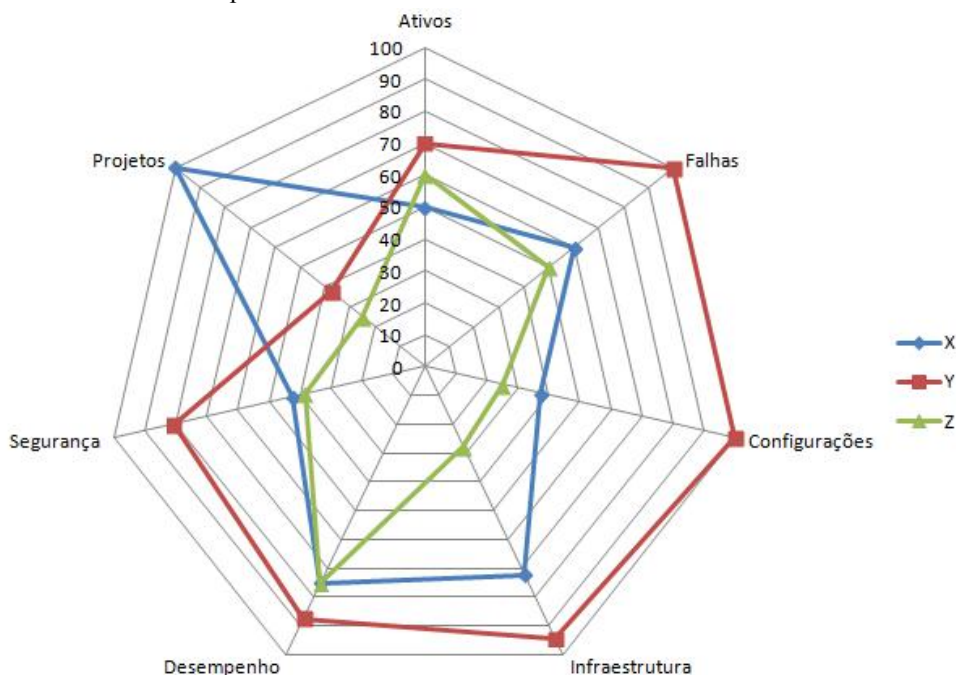


Fig 3. Respostas obtidas na primeira execução do QAD (Questionário de Avaliação Diagnóstica)

REFERÊNCIAS

- [1] C. Richter e T. Schaaf, "A maturity model for tool landscapes of IT service providers," in *Integrated Network Management (IM)*, 2011 IFIP/IEEE International Symposium on. IEEE, 2011, pp. 1050–1057.
- [2] N. Kumbakara, "Managed IT services: the role of IT standards," *Information Management & Computer Security*, vol. 16, no. 4, pp. 336–359, 2008.
- [3] ISO/IEC 7498-4:Information processing systems- Open Systems Inter-connection - Basic Reference Model - Part 4: Management framework., 1989.
- [4] ABNT NBR 14565 Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers, 2012.
- [5] ISO 27001 Tecnologia da Informação – Técnicas de Segurança – Sistema de Gestão de Segurança da Informação., 2006.
- [6] I. ISO and I. Std, "ISO 27002: 2005," *Information Technology-Security Techniques-Code of Practice for Information Security Management*. ISO, 2005.
- [7] ISO/IEC 27005: Tecnologia da Informação- Técnicas de segurança Gestão de riscos de segurança da informação, 2011.
- [8] ANSI/TIA-942 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers., 2005.
- [9] Information Technology Senior Management Forum - ITSMF, "ITIL v3 – Introduction to official Service Life-Cycle", 2011.
- [10] SEI, CMMI. "for Development, Version 1.2". Software Engineering Institute, 2006.
- [11] ISACA, COBIT. "5: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT." Rolling Meadows: ISACA (2012).
- [12] S. Softex, "MPS," *BR-Melhoria de Processo do Software Brasileiro. Guia Geral. Versão*, vol. 1, 2005.
- [13] J. Mayer, "Modelo para avaliar o nível de maturidade do processo de gestão de riscos em segurança da informação," *Brasil: monografia apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo*, disponível em: <http://www.fepal.com.br/TCC_JaniceMayer.rar, 2008>.
- [14] TURNER IV, W. Pitt PE, J., Seader, P. E., & Brill, K. J. Tier classification define site infrastructure performance. Uptime Institute, v. 17, 2006.
- [15] CÔRTE, Kelson. Segurança da informação baseada no valor da informação e nos pilares tecnologia, pessoas e processos. 2014. 212 f., il. Tese (Doutorado em Ciência da Informação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- [16] B. McNaughton, P. Ray, and L. Lewis, "Designing an evaluation framework for IT service management," *Information & Management*, vol. 47, no. 4, pp. 219–225, 2010.
- [17] J. Iden e T. R. Eikebrokk, "Implementing IT service management: a systematic literature review," *International Journal of Information Management*, vol. 33, no. 3, pp. 512–523, 2013.
- [18] S. Wan, "Service impact analysis using business continuity planning processes," *Campus-Wide Information Systems*, vol. 26, no. 1, pp. 20– 42, 2009.
- [19] T. R. Eikebrokk e J. Iden, "ITIL Implementation: The role of ITIL software and project quality," *Financial Management*, vol. 2, pp. 2–1, 2012.
- [20] F. H. Gaffo e R. M. Barros, "Gaia risks - a service-based framework to manage project risks," *Conferência Latino Americana de Estudos de Informática*, 2013.
- [21] G. U. Briganó, "Um framework para desenvolvimento de governança de TIC," *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual de Londrina, Brasil, 2012.
- [22] C. G. von Wangenheim, J. C. R. Hauck, C. F. Salviano, e A. von Wangenheim, "Systematic literature review of software process capability/maturity models," in *Proceedings of International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination (SPICE)*, Pisa, Italy, 2010.
- [23] I. M. Tessaro, R. Dedomênico e C. A. M. Basso, "Aplicação da metodologia OPM3 (Organizational Project Management Maturity Model) para verificar o nível de maturidade em gerenciamento de projetos de software," *Unesc Ciência - ACET*, vol. 1, no. 2, 2011.
- [24] L. H. Taconi, R. M. de Barros, e B. B. Zarpelão, "Gaia catálogo de serviços de TI: Um framework para construção de catálogos de serviços de TI," *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, no. 14, pp. 11–25, 2014.