

A Maturity Model for Lesson Learned – GAIA L.A.:

A Case Study aiming to increase the quality of Knowledge Management in Software Development

Anderson de Souza Góes
Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina
Londrina, Brasil
andersonsouzagoes@gmail.com

Marco Ikuro Hisatomi
Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina
Londrina, Brasil
marco.hisatomi@gmail.com

Rodolfo Miranda de Barros
Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina
Londrina, Brasil
rodolfo@uel.br

Abstract— Today on the world market companies who work with software development are surrounded of risks and challenges. Risks about the time cost labor and especially maintaining a skilled workforce. And challenges always presenting a quality product and competitive market. To accomplish this management lessons learned no longer just an option for quality and becoming an ally in the day-to-day. Based on this, this project aims to present the model called GAIA L.A. which aims to increase the company's knowledge, making knowledge not only remain employees and it becomes an asset belonging to the organization. The project developed demonstrates all the necessary infrastructure to implement the same since the initial process until knowledge management always seeking the highest level of management lessons learned.

Keywords—*lessons learned; maturity model; knowledge management; software development*

I. INTRODUÇÃO

A gestão do conhecimento vem assumindo uma importância crescente para empresas desenvolvedoras de software. Seja para aperfeiçoar suas estratégias já existentes, ou como subsídios para a criação de novas atividades na hora de um processo de tomada de decisão. Pode-se citar como exemplo advindo dessa necessidade a descoberta e introdução de novas tecnologias, exploração das oportunidades de investimentos ou planejamento e a real necessidade do armazenamento do conhecimento desenvolvido pela empresa dentro do seu banco de dados.

Além dessa real necessidade, essas empresas, encontram uma série de desafios durante o desenvolvimento de seus projetos. Desafios estes que se fazem presentes durante todo o ciclo de vida do software, tais como, redução de custos, redução de retrabalho, cumprimento de, prazos, erros de especificação, projetos cancelados devido à falta de mão de obra especializada, baixa qualidade do produto final e a crescente mudança dos funcionários de uma empresa para outra [1].

Para enfatizar tais desafios e reais necessidades de exploração de melhorias nessa área, tem um estudo feito por [2], em que demonstra que, mesmo com o aumento na porcentagem de projetos executados com sucesso no ano de 2011 em relação a 2010, ainda, existe uma demanda de melhorias bem significativas. Do total de projetos executados em 2011, apenas 37% deles são entregues dentro do prazo, de acordo com os custos planejados, atendendo aos requisitos

estipulados e de completa aprovação pelo solicitante do produto.

Desse restante, temos 42% que sofrem com custos elevados, atrasos, problemas na especificação dos seus requisitos e/ou necessidade de um retrabalho para solucionar situações que já foram resolvidas em projetos anteriores. Fato este advindo de soluções que por não serem a mesma pessoa que desenvolveu ou não foram devidamente registradas, acabaram se perdendo e causando, novamente, a necessidade de um estudo e desenvolvimento. Ainda com base nesse estudo tem-se que 21% dos projetos acabando sendo cancelados ao longo do seu desenvolvimento.

Visando estabelecer uma melhoria nesse cenário, encontram-se as principais estruturas desse trabalho, que busca na gestão do conhecimento e nos modelos de maturidade por meio da especificação das lições aprendidas, uma solução. Solução essa que, visa estimular e apresentar um formato para a capacitação do conhecimento através de um modelo de maturidade sobre lições aprendidas, denominado GAIA LA. Esse framework tem como propósito executar e manter a gestão de lições aprendidas dentro das organizações desenvolvedoras de software.

Para tal, o presente artigo encontra-se assim dividido: A seção II apresenta uma revisão de literatura sobre os dois principais conceitos desse projeto, sendo eles, lições aprendidas e modelos de maturidade e, também, uma abordagem sobre os trabalhos relacionados. Na seção III encontram-se as metodologias de pesquisa utilizada e também a metodologia de pesquisa que foi utilizada no desenvolvimento desse trabalho. Na seção IV é exposto o framework para um modelo de maturidade, utilizando lições aprendidas. Já na seção V encontra-se a apresentação do estudo de caso e os resultados obtidos da aplicação do framework. E, por fim, na seção VI são expostas as conclusões e os trabalhos futuros.

II. REVISÃO DE LITERATURA E TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção será apresentada uma revisão de literatura que teve como base o seu desenvolvimento, montado em quatro bases de dados principais: Science Direct, IEEE Explore, Scopus e ACM Library. Não obstante, não se limitando apenas a essas bases, o trabalho busca realizar um estudo sobre o real estado da arte sobre Lições Aprendidas e Modelos de

Maturidade. Também serão apresentados os trabalhos relacionados encontrados na literatura.

A. Lições Aprendidas (LL)

Uma lição é um conhecimento ou entendimento ganho pela experiência. A experiência pode ser positiva (boas práticas) como um teste bem sucedido, ou negativa, como uma falha. Ambos, sucessos e falhas são considerados lições. Uma lição deve ser significativa, tendo impacto em operações diárias [7]. Basicamente, é um conhecimento adquirido da observação ou de experiências adversas que causam uma melhoria na organização ou para um indivíduo em particular.

Há vários benefícios da aplicação de Lições Aprendidas dentro de uma organização, [8] cita alguma delas:

- Economia de tempo na resolução de problemas, uma vez que as soluções de problemas frequentes estão centralizadas em um local de fácil acesso pelos membros.
- Ajuda a diminuir ou evitar custos provenientes de retrabalho na correção de defeitos já descobertos.
- Incentiva o uso de boas práticas dentro da organização, o que melhora a chance de sucesso dos projetos.

Ainda, pode-se caracterizar uma lição aprendida como narrativas que explicitam conhecimento ou um entendimento adquirido por meio de uma experiência, que pode ser tanto positiva como negativa. A lição relata o que era esperado acontecer, ou seja, os fatos e desvios ocorridos, a análise das causas desses desvios e o que pôde ser aprendido durante o processo. Para enfatizar a base primordial das L.A. a Figura 1 apresenta uma estrutura sobre os seus processos principais.

De acordo com a Figura 1, temos 5 processos que são primordiais na gestão de L.A., sendo eles: Explicitação, Categorização, Avaliação, Monitoramento e Disseminação. Esses processos fornecem a base necessária para os serviços que serão desempenhados pelo *framework* desenvolvido, fornecendo os subsídios necessários para uma correta prática da gestão do conhecimento como um todo.

Realizando esses processos descritos pela Figura 1, foram obtidos os registros das L.A. Que é um excelente meio de evitar que os erros cometidos anteriormente sejam evitados e

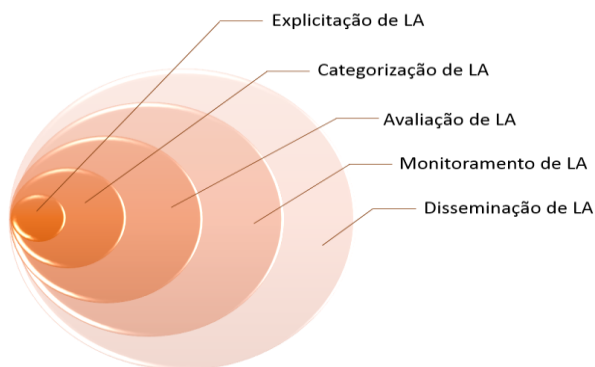


Fig. 1. Processos principais pertencentes a estrutura de uma L.A.

que os acertos obtidos nos projetos sejam copiados em futuros projetos. Segundo [9], cinco pontos são elencados para obter sucesso na implantação do processo de documentação das lições aprendidas:

Conscientizar os membros da organização – É necessário quebrar o paradigma de que a coleta e registro de L.A. são uma perda de tempo e instaurar o conhecimento das vantagens que o compartilhamento de informação traz para a organização. Para que esse processo funcione, é muito importante o patrocínio para gerar motivação e envolvimento de todos.

Coletar e registrar experiências - Esta é uma tarefa considerada custosa e que demanda grande esforço por parte da equipe. É essencial, para que esta tarefa seja executada, o uso de práticas e métodos fáceis e que sejam orientadas a documentação de itens relevantes para a organização, também é importante que esses itens sejam organizados seguindo um padrão definido.

Analisar sucessos e fracassos - Não basta apenas registrar e catalogar as lições aprendidas, é necessário também, que essas lições sejam entendidas e analisadas. Identificar as ações que contribuíram para bons resultados e analisar o que deu errado, porque dará a oportunidade de entender e contextualizar esses registros, de modo a adotar medidas de melhoria, quando necessário.

Disseminar o conhecimento - Não é suficiente apenas arquivar essas lições, deve-se divulgar por toda a organização. Mas essa divulgação deve levar em consideração o direcionamento e a priorização destas informações, de acordo com os interesses de cada grupo.

Manter atualizados os registros - É muito importante entender que o processo de registro das lições aprendidas deve ser cíclico, ou seja, deve ser constantemente atualizado.

Com base nesses itens, pode-se observar que a Figura 4 condiz também com esses processos, revelando, ainda, todos os processos necessários para a ocorrência dessa prática. Para finalizar essa revisão, foi desenvolvido a Figura 2, que apresenta todo o ciclo que uma L.A. deve percorrer dentro da organização para que a mesma possa ser considerada um ativo capital da mesma.

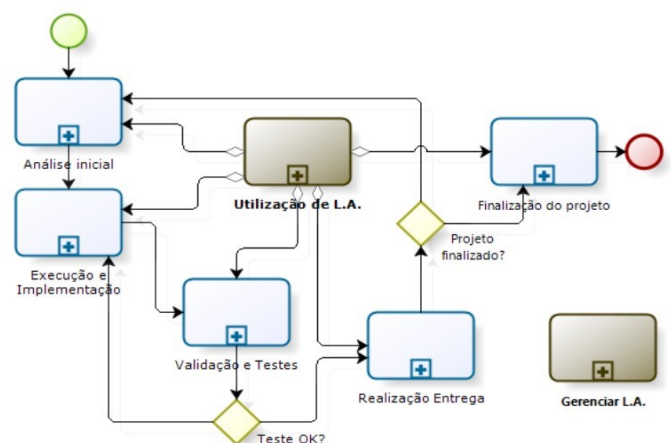


Fig. 2. Fluxo das L.A. dentro das organizações.

De acordo com a Figura 2, temos uma estrutura que é composta por 7 módulos principais, que caracterizam todo esse processo. Sendo eles: (1) Análise Inicial, (2) Execução e Implementação, (3) Validação e Testes, (4) realizar Entrega, (5) Finalização do Projeto e os dois restantes, que são executados em paralelo a esse fluxo (6) Utilização de L.A. e (7) Gerencia L.A. Todos esses processos descrevem quais são os passos básicos que uma L.A. deve percorrer dentro da empresa até que a mesma possa ser armazenada e posteriormente utilizada como um diferencial da organização.

B. Modelos de Maturidade

Modelos de Maturidade procuram estabelecer níveis de desenvolvimento de processos, chamados de níveis de maturidade, caracterizando estágios na implementação de processos de melhoria na organização [10]. Assim, a cada passo, nessa jornada, o modelo reconhece e sinaliza o reconhecimento progressivo da organização. Vários modelos de maturidade foram estudados, entre os quais podemos destacar:

- **Gaia Risk:** É um modelo de maturidade desenvolvido para gerenciar os risco em todo o ciclo de vida do projeto. Este framework é caracterizado em serviços, sendo que cada nível do modelo contém serviços que devem ser cumpridos em cada fase do processo de maturidade [1]. O Gaia Risk é baseado in 5 níveis: (1) Inicial, (2) Conhecido, (3) Padronizado, (4) Gerenciado, (5) Otimizado.
- **Estimativas de Processos através de Níveis de Maturidade e Serviços:** Modelo de maturidade para gerenciar as estimativas de processos, sendo baseado nos serviços e tendo como apoio um questionário de avaliação diagnóstica [5]. Esse modelo é composto por seis níveis: (0) Não Realizada, (1) Conhecido, (2) Realizada, (3) Definido, (4) Controlado e (5) Melhoria.
- **MIS-Pyme:** Também é um modelo de estimativas de processo, só que é voltada a um programa de métricas para pequenas e médias empresas [11]. Sendo composto por seis níveis de maturidade: (1) Incompleto, (2) Processo Executado, (3) Gerenciamento do Processo, (4) Processo Estabelecido, (5) Processo Previsível e (6) Otimização dos Processos.
- **GAIA RH:** É uma estrutura composta por um modelo de maturidade, serviços e um questionário de avaliação diagnóstica que visa desenvolver processos e fatores que influenciam na gestão de recursos humanos [3]. Esse modelo apresenta cinco níveis, sendo eles: (1) Inicial, (2) Repetitivo, (3) Definido, (4) Gerenciado e (5) Otimizado.
- **KM Competences maturity model (KMCMM):** É um modelo baseado na Gestão do Conhecimento (GC), nos processos de GC e nas competências da GC, que propõem avaliar qual o impacto da GC na transformação organizacional e da aprendizagem no desempenho da gestão de negócios [12]. Esse modelo também tem cinco níveis de maturidade: (1) Exploração localizada, (2) Integração Interna, (3) Re - Engenharia,

(4) Redes de Re – Design e (5) Redefinição da missão de negócio.

- **Capability Maturity Model Integration (CMMI):** É um modelo de maturidade criado e mantido pela SEI (*Software Engineering Institute*), cujo foco é a área de processos da tecnologia da informação [13]. Esse modelo é composto por cinco níveis de maturidade, sendo eles: (1) Inicial, (2) Gerenciado, (3) Definido, (4) Quantitativamente Gerenciado e (5) Otimizado.
- **Modelo de Referência para a Melhoria do Processo de Software (MR-MPS):** Esse modelo é desenvolvido e gerenciado pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro em conjunto com inúmeras empresas do setor [7]. Contendo sete níveis de maturidade, sendo eles: (1) Otimização, (2) Gerenciado Quantitativamente, (3) Definido, (4) Largamente Definido, (5) Parcialmente Definido, (6) Parcialmente Gerenciado e (7) Gerenciado.
- **Control objectives for Information and Related Technology (COBIT):** criado pela ITGI (*IT Governance Institute*), é um modelo muito utilizado na área de governança da tecnologia da informação e comunicação [14]. É composto por seis níveis, sendo eles: (0) Não existente, (1) Inicial (2) Repetitivo, (3) Definido, (4) Gerenciado e (5) Otimizado.

Organizational Project Management Maturity Model (OPM3): esse modelo foi criado pelo PMI, tendo suas atividades baseadas no guia do PMBOK. Ele difere um pouco dos demais, sendo composto por quatro níveis de maturidade e três de domínio [15]. Os níveis de maturidade são: (1) Padronizar, (2) Medir, (3) Controlar e (4) Melhoria Contínua, já os níveis de domínio são compostos por: (1) Portfólio, (2) Programa e (3) Projeto.

C. Trabalhos Relacionados

Para enfatizar ainda mais a revisão teórica que será descrita posteriormente, foi realizada, também, uma busca na literatura sobre trabalhos relacionados. Demonstrando que na área, propriamente dita, de uma construção de um framework para um modelo de maturidade, utilizando lições aprendidas, esse trabalho mostrou-se o pioneiro. No entanto, alguns estudos não específicos ao tema, abordam a utilização de lições aprendidas visando o melhoramento no desenvolvimento de software e, também, no armazenamento de conhecimento.

Estes estudos convergem entre si para a principal funcionalidade de aplicação desse framework, que versa sobre o gerenciamento e armazenamento da informação dentro de empresas gestoras de conhecimento. Um trabalho que aborda essa prática é apresentada por [5], a geração do conhecimento a partir da prática em situações específicas. O que torna um processo de desenvolvimento com menor risco para alcançar as metas estabelecidas.

Ainda como forma de apresentar um trabalho similar [6] coloca que, a partir do momento em que se tem o conhecimento armazenado por técnicas adequadas, ele facilitará na aplicação da metodologia de DM (Data Mining), para usufruir de L.A. Mostrada por [6] numa pesquisa que

comprava a cooperação entre o conhecimento especializado e a técnica de DM. Tendo em vista, que essa técnica versa sobre o uso do processamento de busca a partir da isografia ou por semântica.

Por fim, merecem ser destacados os trabalhos desenvolvidos por [1], [3], [5] e [6] que desenvolvem modelos de maturidades para diferentes áreas presentes durante o processo de desenvolvimento de software. Tais trabalhos buscam em sua essência, sempre, alcançar um maior nível de maturidade. Fato este, também, abordado por esse projeto, procurando, sempre, realizar a gestão de L.A., no maior nível de maturidade possível.

III. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para enfatizar a importância da realização e acompanhamento de uma metodologia de pesquisa durante a realização de trabalhos científicos, este artigo trará a descrição de dois modelos já prontos e em utilização. E também, irá descrever a sua própria metodologia, com base na aplicação de lições aprendidas.

A. Metodologia de Pesquisa Utilizada

A primeira metodologia de pesquisa utilizada tem como base inicial a da fábrica de software GAIA, pertencente ao Departamento de Computação da Universidade Estadual de Londrina. O modelo apresentado pela GAIA refere-se à aplicação de uma metodologia para o processo de desenvolvimento de software.

Cada fase do Processo de Desenvolvimento de Software (PDS) GAIA é composta por atividades. Sendo que cada uma destas atividades são descritas por um fluxo de trabalho composto por tarefas a serem realizadas pelos atores, do processo, gerando artefatos, tais como: atas, documentos, código fonte, planos de testes, modelos, entre outras denominações pertinentes ao PDS. A Figura 3 apresenta o modelo desenvolvido e aplicado na GAIA.

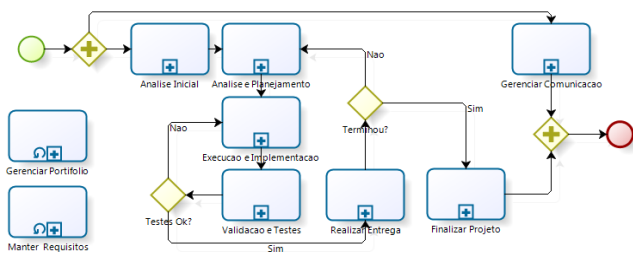


Fig. 3. Metodologia para o Processo de Desenvolvimento de Software da GAIA

De acordo com a Figura 3, observam-se nove módulos principais que realizam a gestão de todo o desenvolvimento de software dentro da fábrica. Sendo eles: (1) Análise Inicial, (2) Análise e Planejamento, (3) Execução e Implementação, (4) Validação e Teste, (5) Realizar Entrega, (6) Finalizar Projeto, (7) Realizar comunicação, (8) Gerenciar portfólio e (9) Manter Requisitos. Dentro de cada artefato desse, demonstrado pela

Figura 1, encontra os respectivos serviços e funções de cada um durante todo o processo de desenvolvimento.

A especificação dos seus serviços e funções não será explorada por este artigo. Tendo em vista que mesmo por se tratar do desenvolvimento de um framework para empresas que trabalham no desenvolvimento de software, o presente trabalho, aborda um modelo mais genérico no desenvolvimento de artigos científicos, desenvolvidos com foco na construção de frameworks. Modelo esse que teve sua base na Figura 1 tornando-se à segunda metodologia utilizada para a construção deste artigo, podendo ser observada na Figura 4.

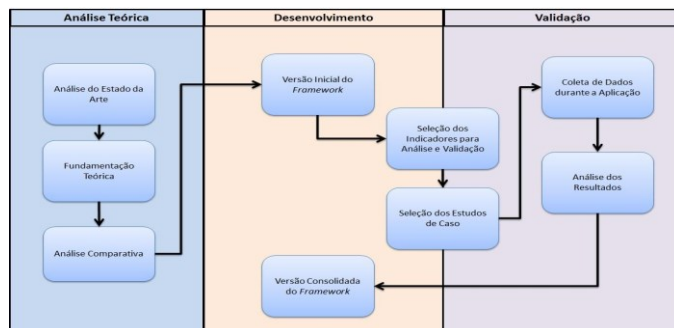


Fig. 4. Metodologia de pesquisa para desenvolvimento de artigos científicos com ênfase na construção de um *framework*. Fonte: adaptada de [3].

De acordo com a Figura 4, temos três estados principais: (1) Análise Teórica, (2) Desenvolvimento e (3) Validação. Dentro do primeiro estágio (1), temos a realização de três macros atividades, sendo elas, Análise do Estado da Arte, em que é realizado uma busca nas bases de dados. Essa Busca visa fornecer os subsídios necessários para a construção da segunda e terceira macro que são a Fundamentação Teórica e a Análise Comparativa, finalizando, a etapa inicial da metodologia.

Na segunda etapa, Desenvolvimento, temos duas Macros exclusivas, pertencentes somente ao seu estado, e mais duas que compartilhadas com o Estado 3, Validação, que por sua vez possui mais duas macros exclusivas. No início da segunda etapa, já é desenvolvida uma Versão Inicial do Framework, primeiro passo da segunda etapa. Após isso, temos a realização das duas macros atividades compartilhadas, sendo elas a Seleção dos Indicadores para Análise e Validação e Seleção dos Estudos de Casos.

Dando continuidade ao fluxo, antes de terminar a Etapa 2, o modelo entra na última etapa de desenvolvimento, realizando a Coleta de Dados Durante a Aplicação e a Análise dos Resultados. Por fim, para finalizar o processo, o fluxo volta para a Etapa 2, em que executa a macro, Versão Consolidada do Framework. A utilização dessa metodologia mostrou-se de fato eficiente, principalmente em projetos que tratam da criação de modelos de maturidade por meio de um framework.

B. Metodologia Desenvolvida para a GAIA LA

Agora, com base nas metodologias descritas acima e utilizadas para a realização deste trabalho, foi desenvolvida uma metodologia específica para a criação de um framework, para um modelo de maturidade por meio da utilização de lições aprendidas. Esse modelo adaptado de [3], também está dividido

em três etapas principais, sendo elas (1) Análise Inicial, (2) Desenvolvimento e (3) Validação, possui sete etapas para o desenvolvimento do seu framework. Dentre elas, duas para a Análise Inicial, quatro para o Desenvolvimento e 2 para a Validação, conforme poderá ser observado na Figura 5.

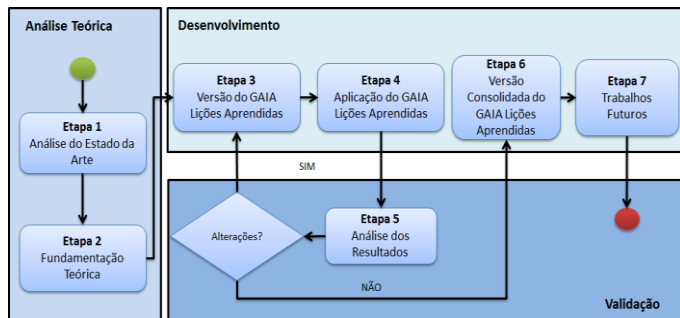


Fig. 5. Metodologia de pesquisa para a criação de um *Framework* para um Modelo de Maturidade utilizando Lições Aprendidas. Fonte: adaptada de [3].

De acordo com a Figura 5, temos no primeiro estágio: A Análise Teórica, que consiste em duas etapas, sendo elas, Etapa 1: Análise do Estado da Arte e Etapa 2: Fundamentação Teórica. Nessa primeira etapa é construída toda a base do modelo. Neste caso, para essa construção, foram utilizadas as seguintes bases como pesquisa: Science Direct, IEEE Explore, Scopus e ACM Library. Com isso, é realizada uma busca na literatura, buscando trabalhos similares e/ou complementares ao que está sendo desenvolvido.

Dando continuidade à Figura 5, temos o segundo estágio, o Desenvolvimento. Esse estágio é composto por quatro etapas, sendo elas: Etapa 3: Versão do GAIA Lições Aprendidas, que trata da criação dos seus níveis de maturidade, serviços e da criação do questionário de avaliação diagnóstica. Etapa 4: Aplicação do GAIA Lições Aprendidas, de acordo com [3], utilizando o (1), planejamento do estudo de caso, (2) a preparação para a coleta de dados, (3) coleta dos dados, (4) análise dos dados e (5) relatórios.

Seguindo, antes de terminar o segundo estágio o modelo entra no terceiro, que diz respeito à Validação, referindo-se a Etapa 5: Análise dos Resultados, que compara os resultados obtidos com a criação do modelo, até que o mesmo se torne capaz de realizar todos os procedimentos necessários para a sua aplicação. Voltando para o segundo estágio, temos a Etapa 6: Versão Consolidada do GAIA Lições Aprendidas, em que é desenvolvida a versão final do modelo. E por fim a Etapa 7: Trabalhos Futuros, que finaliza o framework com a descrição de possíveis trabalhos futuros a serem realizados nesse mesmo segmento de pesquisa.

IV. FRAMEWORK PARA LIÇÕES APRENDIDAS

Conforme descrito anteriormente, este projeto tem como objetivo principal apresentar um framework para um modelo de maturidade, utilizando lições aprendidas. Esse modelo será baseado em [1], [3] e no CMMI (Capability Maturity Model Integration) que descrevem uma estrutura contendo níveis e serviços, que têm como objetivo principal, auxiliar e fornecer os subsídios necessários aos gestores de projeto, durante o

Processo de Desenvolvimento de Software (PDS). A Figura 6 apresenta o modelo desenvolvido.

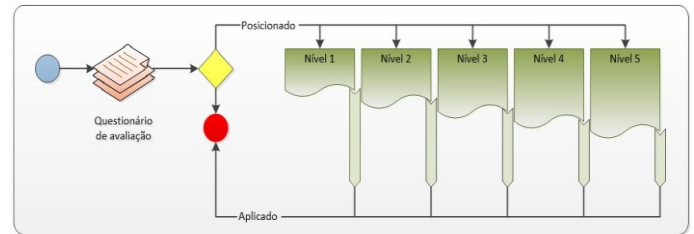


Fig. 6. Framework GAIA L.A.

De acordo com a Figura 6, temos o modelo de maturidade da GAIA L.A., que contém cinco níveis, sendo eles, (1) Inicial, (2) Definido, (3) Realizado, (4) Gerenciado e (5) Otimizado. Sendo que cada nível, desses, possui seus serviços, apresentados na seção B. E, ainda como forma de apoio e posicionamento ao modelo, será construído um questionário para avaliação diagnóstica apresentada na seção C desse capítulo.

Também de acordo com a Figura 6, pode-se observar o funcionamento do modelo, iniciando o fluxo com a aplicação do questionário de avaliação diagnóstica que irá posicionar a organização dentro de um dos níveis de maturidade. Após esse posicionamento, os serviços serão de acordo com o nível em questão, e depois de um período de utilização o questionário é novamente aplicado, verificando se a organização obteve um progresso ou não em relação a sua maturidade. Esse processo deve ser feito sempre buscando a excelência dentro do modelo.

A. Níveis de Maturidade

Os níveis de maturidade descritos nesse capítulo e apresentados pela Figura 6 foram elaborados com base nos trabalhos de [1], [3], [4] e [14]. Cada nível procura estabelecer os processos necessários para que a empresa e o PDS possa evoluir e conseguir desenvolver uma ótima Gestão de LA. Para complementar, os níveis serão divididos em 3 estágios principais que categorizam e identificam, de uma maneira simplória, o real estado da organização referente a este modelo de maturidade, sendo: (1) Imaturidade, (2) Maturidade e (3) Excelência. Abaixo seguem as descrições das características de cada nível do modelo que foram apresentados pela Figura 6:

Imaturidade - Nível 1 - (Inicial): Dentro deste nível, a organização poderá se encontrar de duas formas: a primeira ela não obtém o conhecimento sobre a Gestão de LA. Já na segunda, mesmo obtendo esse conhecimento, o mesmo, não é aplicado.

Maturidade - Nível 2 - (Conhecido): Neste nível, a organização já possui um conhecimento inicial sobre a Gestão de LA, porém a realização da mesma, ainda, é realizada de maneira ineficiente.

Maturidade - Nível 3 - (Realizado): Aqui, a organização já passa a realizar os processos para a capacitação, categorização e armazenamento das LA, dentro do PDS.

Maturidade - Nível 4 - (Gerenciado): Dentro deste nível, a organização, já, passa a realizar a divulgação das LA

armazenadas em seu banco de dados, possibilitando a consulta e a disseminação do conhecimento adquirido e armazenado todos os participantes da organização.

Excelência - Nível 5 - (Otimizado): Por fim, dentro desse nível, a organização passa a gerir e manter todos os processos pertinentes à prática da Gestão do Conhecimento por meio da prática da Gestão de LA.

Por fim, a criação desses cinco níveis, dentro do modelo de maturidade, busca solucionar as lacunas existentes na empresa, na hora de colocar em prática a gestão do conhecimento. Para fornecer suporte a esses níveis de maturidade, serão apresentados na seção B os serviços que, também, compõe esse sistema. Na Figura 6, o modelo é apresentado apenas com seus estágios e seus níveis de maturidade. Já na Figura 7, o modelo passará a apresentar os serviços que irão compor cada nível de maturidade descritos na Figura 6.

B. Serviços

Esta seção é responsável por apresentar os serviços que serão utilizados como suporte para os níveis de maturidade. A criação deles foi baseada nos trabalhos [1], [3], [4] e [17], que descrevem como os serviços devem ser implementados nesse processo de maturidade e também como utilizar as vantagens que as lições aprendidas podem oferecer tanto no PDS quanto no gerenciamento de projetos. Para fornecer uma visão de como esses serviços irão funcionar dentro do modelo, foi desenvolvido a Figura 7.

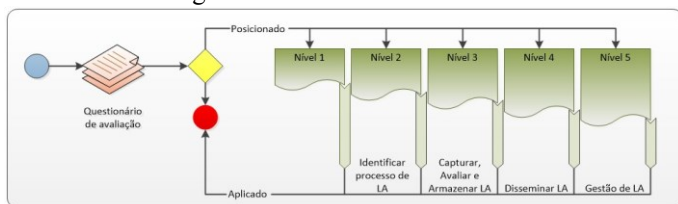


Fig. 7. Framework GAIA L.A. com seus respectivos serviços.

De acordo com a Figura 7, temos a locação dos serviços dentro dos níveis de maturidade. Sendo que, dentro do primeiro nível, não existe nenhum serviço, tendo em vista que o mesmo trata apenas da verificação da existência de processos da Gestão de LA ou se a organização não tem nenhum conhecimento sobre a aplicação do mesmo. Nos demais níveis, todos comportam serviços.

Cada serviço do Framework GAIA LA é composto por cinco componentes básicos, que são: (1) Vocabulários, (2) Ferramentas e Técnicas, (3) *Workflows*, (4) Indicadores de desempenho e (5) *Templates* para documentos. Abaixo seguem as descrições dos componentes de cada serviço.

(1) Vocabulário: Apresenta um vocabulário de termos utilizados durante todo o processo, desde a implantação até a Gestão.

(2) Ferramentas e Técnicas: Apresenta a identificação e utilização de uma série de ferramentas e técnicas para contribuir com a evolução e manutenção dos serviços desenvolvidos.

(3) Workflows: Apresenta técnicas de como deve ser o fluxo de trabalho e execução dentro de cada nível. Facilitando

assim a utilização e execução dos projetos, principalmente para os usuários que estão tendo o primeiro contato com esse tipo de serviço.

(4) Indicadores de Desempenho: Fornece, durante todos os níveis e aplicações dos serviços, indicadores de como está acontecendo o desempenho da execução dos serviços prestados. Oferecendo, ainda, métricas sobre o seu desenvolvimento facilitando o seu progresso contínuo.

(5) Templates para Documentos: Apresenta *templates* para o desenvolvimento dos serviços, com base nas políticas organizacionais da empresa.

O *framework* GAIA L.A. é composto por oito serviços, que estão distribuídos da seguinte forma: Nível 2: (1) Identificação dos processos em que ocorrem LA e (2) Construção de um banco de dados para o armazenamento das LA. Nível 3: (3) Capturar LA, (4) Avaliar LA, (5) Armazenar LA. Nível 4: (6) Disseminação da LA, (7) Consulta às LA e Nível 5: (8) Gestão de LA. Abaixo encontram-se as descrições das funcionalidades de cada serviço utilizado pelo modelo.

(1) Identificação dos processos em que ocorrem LA: Realização da análise no PDS e na gerência de projetos sobre quais são as atividades que podem gerar LA. Com isso, obtém-se uma lista desses processos por meio de reuniões de brainstorming ou entrevistas com os *stakeholders*.

(2) Construção de um banco de dados para o armazenamento das LA: Nesse serviço é realizado uma construção de um banco de dados, específico para o armazenamento de uma LA, ou pelo menos a criação de um apêndice voltado às LA, dentro do banco de dados histórico da empresa.

(3) Capturar LA: Desenvolvimento de técnicas para capturar eventuais LA dentro do PDS da empresa. Formas e métodos que poderão ser aplicados para realizar essa captura. Definição de quais são os profissionais que poderão realizar essa captura e dentre eles quais serão os responsáveis por tal.

(4) Avaliar LA: Definição de um crivo sobre quais LA, após serem capturadas, poderão ser armazenadas ou descartadas. Criação de mecanismos e métodos para a avaliação das LA capturadas pelos usuários. Definição dos profissionais que serão responsáveis por investigar quais serão aceitas ou não.

(5) Armazenar LA: Segundo [4], é necessário criar parâmetros e categorias para que às LA possam ser facilmente armazenadas e encontradas no banco. Para isso, é proposto o desenvolvimento de campos específicos para a sua catalogação, como por exemplo: Nome, Área, Projeto, em que Fase se encontra, Impacto dentro do PDS ou da empresa, entre outros descritos por [4], na descrição de uma ferramenta para o armazenamento de LA.

(6) Disseminação da LA: Depois de todos os processos de captura, avaliação e armazenamento, será necessário realizar a disseminação desse novo conteúdo dentro da empresa. Isso poderá ser feito por meio de um portal sobre LA, envio de e-mails, de mensagens e divulgação a cada nova LA armazenada no banco de dados.

(7) Consulta às LA: A funcionalidade de consulta às LA armazenadas, deverão ser extremamente funcionais. Uma vez

que, com uma simples busca o usuário do sistema deverá encontrar o que está procurando, de maneira simples e fácil. Portanto, para tal, dentro desse serviço, será criada, para cada lição armazenada, uma categorização específica à área a qual pertence, como: palavras chave, área do PDS na qual foi encontrada e entre outras funcionalidades que possam ajudar a filtrar e facilitar a busca.

(8) Gestão de LA: Por fim, este último serviço concatena todos os outros listados acima e procura realizar a completa gestão do conhecimento por meio da prática da gestão de LA. Essa tarefa geralmente ficará a cargo do gerente de projetos e/ou gerente geral da empresa. Que deverá garantir a disseminação do conhecimento, fazendo com que todos os membros da equipe tenham acesso, em tempo real, a todas as informações sobre a estrutura e as áreas que compõe o GAIA LA.

Com esses serviços descritos e em funcionamento, será necessário um mecanismo, para que possa informar qual a real situação da empresa referente à sua prática da gestão de LA. Para finalizar, todo esse processo de maturidade, na seção 3 encontra-se uma ferramenta essencial para esse processo, a criação de um questionário para avaliação diagnóstica.

C. Questionário de Avaliação Diagnóstica

Como último instrumento do modelo de maturidade, foi desenvolvido um questionário de avaliação diagnóstica QAD. Este questionário fornece os subsídios necessários para a indicação de qual estado de maturidade a empresa se encontra na prática de LA. Esse processo deverá ser aplicado junto aos *stakeholders* da empresa, a fim de identificar e definir quais serão os serviços que deverão ser aplicados, para que essa empresa possa evoluir dentro do quadro de maturidade, resolvendo os problemas que por ela são encontrados.

Para a sua construção, foi realizado uma busca, na literatura, sobre possíveis trabalhos que abordam a gestão de lições aprendidas de uma forma geral. Também, foi realizado uma pesquisa sobre modelos que descrevem melhorias tanto no gerenciamento de projetos quanto no PDS. Com base nisso, o QAD foi construído, tendo como base [1], [3], [4] e [17]. Ainda, mais especificamente de acordo com [3], deve-se criar um questionário que busque transformar fatos em evidências dentro das organizações, com foco na sua implementação e aplicação dos serviços listados em cada nível de maturidade.

A aplicação desse processo define-se em duas partes principais. A primeira é a aplicação do QAD para identificar em que nível a organização se encontra. E posteriormente, à aplicação dos serviços, ocorrerá novamente a aplicação do QAD para diagnóstico. Essa primeira parte deverá ocorrer até que a organização possa alcançar o nível 5, Excelência. Já a segunda parte, ocorrerá quando a organização já se encontra dentro do nível 5. Sendo necessária a aplicação do QAD para realizar a manutenção de forma contínua, para saber se a empresa ainda permanecerá dentro do nível máximo.

Por fim, após a explicação de todo o processo de aplicação, vale ressaltar como funciona o processo de definição do nível de maturidade através da utilização do QAD. Dentro de cada nível, existe um número de questões, neste caso, Nível 1: 1, Nível 2: 5, Nível 3:15, Nível 4:10, Nível 5: 10. As questões

dentro de cada nível servem para caracterizar a ocorrência ou não de todos os processos necessários para que a empresa possa ser classificada dentro de cada nível de maturidade.

Portanto, a classificação só ocorrerá quando a empresa obtém todas as respostas positivas referentes a cada nível. Caso ocorra uma obtenção parcial, a mesma não poderá ser caracterizada no nível em questão, sendo rebaixada para o nível consequentemente inferior. Desse, modo, o processo de classificação se mostra eficiente e eficaz, tendo em vista que só ocorrerá a categorização, caso os artefatos referentes àquele nível estejam 100% alcançados.

V. APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

Com o intuito de validar o modelo apresentado, nesta seção será apresentado um estudo de caso, contendo duas empresas para a realização dos testes, sendo elas: (A) fábrica de desenvolvimento de software GAIA do Departamento de Computação e (B) uma empresa do setor privado que atua no desenvolvimento de software para a área pública, como objetos de estudo. Esse processo de aplicação do estudo de caso e mensuração dos resultados levou um período de 3 meses, acontecendo em duas etapas principais: A primeira realizou-se a aplicação do framework e a segunda de um questionário para avaliação da funcionalidade do mesmo de forma qualitativamente. A Figura 8 apresenta o fluxo de aplicação do GAIA LA.

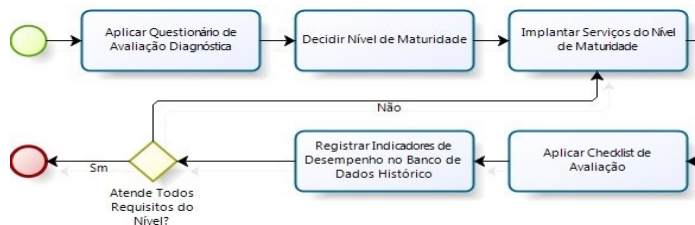


Fig. 8. Fluxo para o processo de Aplicação do GAIA LA. Fonte [1]

De acordo com a Figura 8, temos todo o fluxo necessário para a aplicação do framework, que é composto por 5 processos principais. Sendo eles: (1) Aplicar Questionário de Avaliação Diagnóstica, (2) Decidir o Nível de Maturidade, (3) Implantar Serviços do Nível de Maturidade, (4) Aplicar *Checklist* de Avaliação e (5) Registrar Indicadores de Desempenho no Banco de Dados Histórico. Após a aplicação desse processo, o fluxo, ainda, determina uma condição para finalização.

Essa condição, determina que o processo será finalizado somente quando atender todos os requisitos do nível que está sendo almejado, caso contrário, o processo retorna novamente para a etapa (3) Implantar Serviços do Nível de Maturidade. Os passos (4) Aplicar *Checklist* de Avaliação e (5) Registrar Indicadores de Desempenho no Banco de Dados Histórico da Figura 8 são executados em paralelo com o passo (3) Implantar Serviços do Nível de Maturidade, visando facilitar o processo de execução dos mesmos.

A. Aplicação do Framework e Resultados

Para a implementação do Framework GAIA LA, o primeiro passo é a aplicação do questionário para avaliação diagnóstica (QAD). Sendo o mesmo, responsável por identificar em qual estágio dentro do nível de maturidade desenvolvido, a organização se encontra. Portanto, foram aplicadas as 41 questões, dentro das organizações A e B, obtendo como resultado a Tabela I.

TABELA I. RESULTADO DA PRIMEIRA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (QAD)

Nível de Maturidade	Organizações	
	A	B
Nível 1	Completamente Atendido	Completamente Atendido
Nível 2	Completamente Atendido	Completamente Atendido
Nível 3	Completamente Atendido	Parcialmente Atendido
Nível 4	Parcialmente Atendido	Não Atendido
Nível 5	Não Atendido	Não Atendido

Portanto, de acordo com a Tabela I, pode-se observar que a organização A encontra-se nesse primeiro estágio, dentro do nível de maturidade 3. Tendo em vista que, mesmo contendo alguns processos necessários dentro do nível 4, nem todos exigidos pelo modelo são aplicados, fazendo com que se enquadre no nível 3. Já a organização B, encontra-se no nível 2, sendo que, mesmo obtendo algumas respostas positivas no nível 3, nem todas as necessidades são atendidas, fazendo com que se enquadre no nível 2.

Com esses resultados em mãos, o próximo passo será aplicar os serviços estipulados pelo modelo dentro de cada nível de maturidade. No primeiro caso, da organização A, os serviços a serem aplicados referem-se ao nível 4, tendo em vista que a organização busca esse nível de maturidade. Sendo eles: Disseminação da LA e Consulta as LA. Nota-se que a organização A, já obtém todo um processo de captura e avaliação e armazenamento das LA dentro da empresa, no entanto, ainda faltam processos para que essas LA possam ser divulgadas e buscadas dentro da organização.

Já a empresa B, encontra-se no nível 2, tendo em vista serem necessários a aplicação dos serviços referentes ao nível 3, sendo eles: Capturar LA, Avaliar LA e Armazenar LA. Observa-se que, dentro da organização B já existe um tratamento inicial para a gestão de LA. No entanto, a empresa, ainda, tenha a necessidade de um mecanismo que possa estruturar os processos iniciais referentes à prática da gestão de LA, que estão descritos no nível em questão. Após o diagnóstico e definição dos serviços a serem executados, foi estabelecido um tempo de aplicação de 2 meses. Após esse período, o QAD foi novamente aplicado dentro das organizações, resultando na Tabela II.

TABELA II. RESULTADO DA SEGUNDA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (QAD)

Nível de Maturidade	Organizações	
	A	B
Nível 1	Completamente Atendido	Completamente Atendido
Nível 2	Completamente Atendido	Completamente Atendido
Nível 3	Completamente Atendido	Completamente Atendido
Nível 4	Completamente Atendido	Parcialmente Atendido
Nível 5	Parcialmente Atendido	Não Atendido

De acordo com a Tabela II, pôde ser comprovado que após a aplicação dos serviços, ambas as organizações conseguiram alcançar os objetivos almejados. Tendo em vista que, sempre, é almejado o nível subsequentemente superior ao qual a organização está situada. Portanto, temos que a organização A passou do nível 3 para o 4, e a organização B passou do 2 para o 3. Por conseguinte, temos que a aplicação do framework GAIA LA proporcionou o desenvolvimento da maturidade relacionada à prática da gestão de lições aprendidas, dentro das empresas desenvolvedoras de software.

B. Aplicação do questionário qualitativo e Resultados

Para finalizar esse processo de mensuração da proposta apresentada e dos resultados obtidos, também, foi adotada a metodologia proposta por [4] e [17]. Em que, primeiramente é realizada uma apresentação do modelo desenvolvido para duas categorias de participantes: especialistas e não especialistas. Os especialistas referem-se a usuários que têm conhecimento específico do tema ou trabalham há pelo menos 3 anos com a gestão de lições aprendidas. E os não especialistas, caracterizam os demais funcionários das duas organizações utilizadas como objeto de estudo.

Para que esse processo pudesse ser elaborado foram escolhidos 10 participantes de cada organização, sendo 4 especialistas e 6 não-especialistas, variando desde gerentes de projetos até usuários convencionais do sistema. Para que o resultado pudesse ser obtido, a aplicação e utilização do modelo aos participantes perpetuou por um período de 30 dias. Período esse necessário para que os mesmos pudessem se habituar com o framework e os processos que nele estão envolvidos, e também participar da execução e implementação dele dentro da empresa.

Durante essa fase de avaliação prática, foram apresentados aos participantes cinco tópicos que os mesmos deveriam levar em consideração na hora de avaliar o framework, tópicos estes baseados nos trabalhos de [4] e [17]. Sendo eles: (1) As definições dos instrumentos da gestão de lições aprendidas estão evidenciados no modelo, (2) As diretrizes do framework desenvolvido dizem respeito a um modelo gestor do conhecimento, (3) É possível realizar a prática das LA dentro da empresa, (4) O modelo ajuda nos processos diários de

desenvolvimento de software e (5) Esse modelo poderá ser aplicado a qualquer instituição gestora do conhecimento, não se limitando, apenas, a organizações desenvolvedoras de software.

Com tais itens em evidencia, após o período de uso do modelo, foi realizada uma captura de opinião de cada participante. Sendo que, esse processo deve seguir os seguintes procedimentos: (1) Cada participante, especialistas e não especialista, deverá atribuir uma nota em relação ao framework, com base nos 5 itens descritos acima e (2). A escala de notas terá índices que variam de 1 à 5. Sendo que 1 representa a expressão “discordo plenamente” e 5 representa “concordo plenamente”. A Tabela III apresenta os dados obtidos com essa aplicação.

TABELA III. RESULTADO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Organização A						
Participantes	Notas					Média
Especialistas	5	4	5	5		4.75
Não Especialistas	4	5	5	4	5	4.6
Média Total						4.67
Organização B						
Participantes	Notas					Média
Especialistas	4	4	5	5		4.5
Não Especialistas	4	5	4	5	5	4.6
Média Total						4.55

Portanto, de acordo com a Tabela III, temos que a organização A obteve, na média, um índice maior, 4.67, na classificação dos usuários, na utilização do modelo do que a organização B, 4.55. Fato este que pode ser atribuído ao fato da organização A estar situada em nível de maturidade maior do que a B. Mesmo essa diferença na média ser inferior a 3%, isso, já, demonstra a real necessidade da aplicação do modelo de maturidade dentro das organizações.

Ainda podemos destacar que, as notas atribuídas pelos não especialistas, obtiveram a mesma média nas duas organizações, 4.6, alcançando 92% de aprovação e eficiência da aplicação. Isso demonstra a real dualidade de aplicabilidade da ferramenta, servindo tanto para o setor público quanto para o privado. Se formos comparar as notas, independentemente, da média e/ou participante, pôde-se observar que, em nenhum caso, o modelo obteve uma nota menor do que 4, mostrando novamente a aceitação e aprovação dos resultados obtidos.

Considerando, ainda, os dados da Tabela III, em uma escala de porcentagem, onde, cada ponto equivale a 20%, temos que em nenhum movimento houve uma variação maior do que 20% referente ao teto da nota. E, na média das organizações e dos especialistas essa margem obtém um decréscimo de 50%, fazendo com que, as médias referentes ao teto, não tenham uma variação maior do que 10%, assegurando novamente a eficiência do modelo desenvolvido.

Nota-se, ainda, de acordo com a Tabela III, o que diverge mesmo de uma organização para a outra é a opinião dos

especialistas. Atribuindo como principal diferencial da organização A, estar situada em nível de maturidade superior, fazendo com que seus usuários estejam mais habituados com a prática da gestão de lições aprendidas. Outro fato interessante a ser notado é que mesmo as organizações estando situadas em níveis de maturidade diferentes, a opinião dos não-especialistas obteve a mesma média, demonstrando que depois do nível 2, todo e qualquer usuário da organização, já, está capacitado para fazer parte do processo de gestão de LA.

VI. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A gestão de LA é cada vez mais um fator de extrema importância, para a administração de toda e qualquer empresa que tenha o conhecimento como um de seus ativos capitais. Gerenciar o conhecimento deixou de ser apenas um fator de qualidade e/ou excelência no PDS, e passou a se tornar um processo essencial dentro de todas as áreas das empresas desenvolvedoras de software, contribuindo diretamente para o sucesso ou fracasso do projeto.

Com base nisso, a proposta apresentada por este trabalho, buscou apresentar um modelo de maturidade que possa auxiliar os processos diários no desenvolvimento de software, para que, a gestão possa ocorrer de forma correta, construtiva e positivamente dentro da empresa. Esse framework, apresentado, consisti, primeiramente, da aplicação de um questionário de avaliação diagnóstica (QAD), que posiciona o respondente em um nível de maturidade dentro do modelo. Seguindo, o processo de implantação do modelo e os serviços, que são compostos pelas melhores práticas de execução das normas amplamente utilizadas dentro de cada nível.

Portanto, com a aplicação desse modelo, pode se observar que o mesmo atendeu aos objetivos esperados. Fato este concluído, devido aos dados coletados e apresentados como um estudo de caso, demonstrando que o modelo em questão se mostrou eficiente e contribuiu de forma positiva na elevação do nível de maturidade da organização. Com esse framework, a prática da gestão de LA deixa de ser apenas uma proposta de melhoria dentro das empresas e passou a se tornar um meio viável e oportuno de gerenciar e contribuir com o desenvolvimento do conhecimento dentro das organizações.

Ainda, como um fator a ser ressaltado, a aplicação do mesmo mostrou-se um sucesso, tanto em uma empresa privada quanto em uma empresa pública, demonstrando seu funcionamento independentemente do tipo de ambiente público ou privado, na elevação da qualidade durante os PDS. Com isso, temos uma estrutura genérica, podendo ser aplicada em qualquer tipo de projeto que necessite da gestão de LA.

Para finalizar, como trabalhos futuros, pretende-se realizar a aplicação desse modelo em mais objetos de estudos de casos, buscando, assim, melhorias contínuas nos processos adotados por esse modelo. Melhorar, também, o desenvolvimento de uma ferramenta já existente para a capacitação das LA. E, ainda, realizar o desenvolvimento de um portal corporativo, utilizando um modelo de maturidade para a gestão do conhecimento, por meio dos modelos de maturidade já existentes e descritos ao longo desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Gaffo, F. Henrique e Barros R. M. de, "GAIA Risk - A Service-based Framework to Manage Project Risks", in CLEI, *XXXVIII Conferencia Latinoamerica en Informatica*, Medellin, Colômbia, 2012, pp.1-10.
- [2] Standish Group, Chaos Manifesto, 2011.
- [3] HORITA, F. E. A. ; BARROS, R. M. . GAIA Human Resources - An approach to integrate ITIL and Maturity Levels focused on improving the Human Resource Management in Software Development. In: 25th International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering (CAINE 2012), 2012, New Orleans, Louisiana USA. v. 1. p. 51-56.
- [4] Góes, Anderson de Souza, Barros, R. M. "Gerenciamento do conhecimento em uma fábrica de software: um estudo de caso aplicando a ferramenta GAIA – L.A.", in CLEI, *XXXVIII Conferencia Latinoamerica en Informatica*, Medellin, Colômbia, 2012, pp.1-9.
- [5] Mesquita, B.O. and Barros, R. M. A model to manage the software estimation process through maturity levels and services. In: IADIS International Conference Information Systems, Lisboa, 2013.
- [6] Ekionea, Booto; Bernard, Prosper; Plaisent, Michel. Towards a maturity model of knowledge management competences as an organisational capability. International Conference on E-Business and E-Government (ICEE), 2011.
- [7] ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO. Guia Geral MPS de Software (MR-MPS-SW), Agosto 2012..
- [8] Roe T. H. (2011), Establishing a Lessons Learned Program: Observation, Insights and Lessons, Center for Army Lessons Learned: USA, 88p.
- [9] Aldenucci, M. "Um modelo de maturidade para o processo de gerenciamento de riscos". Master's thesis, Pontificia Unviersidade Católica: PUC-PR, 2009.
- [10] [R. M. Guedes, "Percepção da maturidade de gerenciamento de projetos de tecnologia de informação - um estudo comparativo entre setores do brasil," Master's thesis, Universidade de São Paulo, Brazil, 2012.
- [11] Diaz-Ley, M. et al.. MIS-PyME software measurement capability maturity model – Supporting the definition of software measurement programs and capability determination. *Advances in Engineering Software*. Vol. 41, No. 1, pp. 1223-1237, 2010.
- [12] Ekionea, Booto; Bernard, Prosper; Plaisent, Michel. Towards a maturity model of knowledge management competences as an organisational capability. International Conference on E-Business and E-Government (ICEE), 2011.
- [13] Ehsan, N. Perwaiz, A., Arif, J., Mirza, E. and Ishaque, A. "CMMI / spice based process improvement ", in *Management of Innovations and Technology* (ICMT), 2010 IEEE International Conference on, June 2010, 99.859-862.
- [14] ISO, ISO/IEC 27005: *Information Technology – Security Techniques – Information Security Risk Management*, 2008.
- [15] João Carlos Araújo da Silva Neto, "Avaliação de maturidade no gerenciamento de projetos em um empresa de mineração em minas gerais," Master's thesis, Universidade Fumec - Fundação Mineira de Educação e Cultura, 2011.
- [16] Goes, Anderson de Souza; Hisatomi, Marco; Omena, Bruno; Barros, Rodolfo Miranda, "Applying Lessons Learned as an Improved Methodology for Software Project Management", Iadis, 2013.
- [17] Rautenberg, S., Steil, A. V., Todesco, J. L. (2011) Modelo de Conhecimento para mapeamento de instrumentos da gestão do conhecimento e de agentes computacionais da engenharia do conhecimento. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.16, n.3, p.26-46.