

# ArchiRI - uma arquitetura baseada em ontologias para a troca de informações de reputação

## Alternative Title: ArchiRI - An ontology-based architecture for the exchange of reputation information

Cláudio Augusto S. Lélis<sup>1</sup>, Regina Braga<sup>1</sup>, Marco Antônio P. Araújo<sup>1,2</sup>, José Maria N. David<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora (IF Sudeste MG)

lelis@ice.ufjf.br, {regina.braga, marco.araujo, jose.david}@ufjf.edu.br

### RESUMO

Informações de reputação se tornaram um importante ativo para as empresas de desenvolvimento de software. Tais informações dependem do contexto para o qual a reputação foi criada. Em equipes geograficamente distribuídas, cada equipe pode representar um contexto diferente. Para permitir a troca de informações entre grupos e contextos, deve-se utilizar um modelo de reputação interoperável. Diante disso, a arquitetura ArchiRI, foi especificada. Através de ontologias e visualizações, apoia a tomada de decisão em projetos de manutenção de software. Um cenário de avaliação foi detalhado, apresentando evidências de que a ArchiRI pode ajudar os gestores na análise da reputação dos membros, comparar essas informações e tomar decisões.

### Palavras-chave

Reputação, Interoperabilidade, Ontologia, Visualização.

### ABSTRACT

Reputation information has become an important asset for the software development companies. Such information depends on the context for which the reputation was established. In geographically distributed teams, each team may represent a different context. To allow the exchange of information between groups and contexts, one should use an interoperable reputation model. Therefore, the ArchiRI architecture was specified. Through ontologies and views, supports decision making in software maintenance projects. A scenario of evaluation was detailed, presenting evidence that ArchiRI can help managers in analyzing the members' reputation, compare this information and make decisions.

### Categories and Subject Descriptors

H.4 [Information Systems Applications]: Systems

### General Terms

Management, Measurement, Human Factors, Verification.

### Keywords

Reputation, Interoperability, Ontology, Visualization.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

SBSI 2016, May 17–20, 2016, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.  
Copyright SBC 2016.

### 1. INTRODUÇÃO

Sistemas de informação desempenham um papel importante no contexto de desenvolvimento de software. A disseminação do uso de software para diferentes propósitos e sua dependência para realizar tarefas diárias demandam soluções que aumentem a produtividade e a qualidade, sem ampliar os custos nos processos de desenvolvimento. A fim de atender às crescentes necessidades e manter o foco em requisitos de produtividade e qualidade, com baixo custo, as empresas têm distribuído geograficamente suas atividades. Esse cenário trouxe desafios para a pesquisa de sistemas colaborativos e aumentou a necessidade de suporte ao requisito de interoperabilidade. Interoperabilidade se refere ao processo de comunicação de dois ou mais sistemas sem geração de dependência tecnológica entre os mesmos [2].

No contexto desta pesquisa, Sistemas de Reputação são um tipo de sistema de informação que têm como objetivo facilitar a coleta, agregação e distribuição de informações de reputação sobre uma entidade [5]. Reputação, de acordo com [10], pode ser entendida como a percepção que um agente (entidade) criada por meio de ações anteriores, com base em suas intenções e regras.

A necessidade de informações sobre a reputação é cada vez maior à medida que aumenta o número de pessoas e serviços geograficamente dispersos que interagem e trabalham de modo colaborativo. Durante a interação, as partes envolvidas podem não conhecer uns aos outros, nem tampouco ter informações sobre os seus contextos. Por isso, usam sistemas de reputação a fim de obter informações sobre a entidade com a qual desejam interagir [5]. Essas informações podem ajudar outras partes a decidir se devem, ou não, realizar transações no futuro e com qual entidade.

No contexto de empresas que atuam no desenvolvimento distribuído de software, a reputação é um dos fatores que afetam a colaboração entre os membros das equipes. Reputação pode ser usada como indicador de cooperação. Em [16], os autores utilizam a teoria de jogos para entender o surgimento de confiança em equipes globalmente distribuídas. Quando os parceiros recusam a sua cooperação, o desenvolvedor é penalizado com a perda de sua reputação. Isso reflete negativamente na execução das tarefas que a equipe deve desempenhar afetando a coesão entre seus membros.

A reputação também tem influência na comunicação. Trainer e Redmiles [15], por exemplo, investigaram a forma pela qual desenvolvedores e gerentes usam múltiplos meios de comunicação, ou seja, estão disponíveis através de *chat* ou são ativos na lista de discussão do projeto em vez de apenas via e-mail. Como resultado, podem ser bem vistos pelos demais

membros e, consequentemente, ter boa reputação e ser considerados confiáveis.

Ao tratar das atividades de manutenção e evolução de software geograficamente distribuídas, a reputação é uma maneira de promover a confiança na equipe, e pode ser um meio para estabelecer a confiança [8]. Como exemplo, pode-se citar um cenário no qual um gerente de projetos deposita confiança na capacidade do arquiteto de software em entregar o projeto de um sistema no prazo acordado e a execução dos trabalhos depende dessa entrega. O fato de o gerente ter confiança no arquiteto indica a sua credibilidade na realização da ação determinada [15]. Esse fato reflete em uma boa reputação.

Sistemas de reputação dependem de usuários que compartilham suas experiências e opiniões. Em sistemas como *StackOverflow*<sup>1</sup> e *GitHub*<sup>2</sup>, utilizados pelos desenvolvedores nas tarefas de codificação e gerenciamento de versão, respectivamente, a reputação é fornecida como um balizador para estabelecer a confiança inicial entre indivíduos desconhecidos. Em essência, as informações de reputação podem servir de base para os usuários decidirem em quem confiar e em que grau.

Entretanto, as informações contextuais são pouco exploradas nos sistemas de reputação, embora as informações de reputação sejam dependentes do contexto [5]. Assim, a troca de informações, considerando diferentes contextos, permite agregar conhecimento sobre uma entidade. Para habilitar essa troca de informações de reputação, uma representação interoperável do conhecimento pode ser usada.

Desenvolvida no contexto da *GiveMe Infra* [14], uma infraestrutura para apoiar atividades de colaboração na manutenção e evolução de software realizadas por equipes colocalizadas ou geograficamente dispersas, a arquitetura ArchiRI objetiva apoiar os gestores i) na criação de grupos de desenvolvedores, ii) no intercâmbio de membros entre grupos e iii) na alocação de desenvolvedores a tarefas de manutenção. Através da integração com a arquitetura ArchiRI, a *GiveMe Infra* visa, por exemplo, fomentar a colaboração na equipe.

ArchiRI propõe uma solução baseada na interoperabilidade e na importação e exportação de dados apoiadas por uma ontologia. Alnemr e Meinel [1] desenvolveram a ontologia, *Reputation Object (RO) Ontology*, para representar a reputação em um formato que fosse aberto e interoperável. No entanto, não havia a representação explícita dos conceitos de entidade e seus tipos, do conceito de grupo de desenvolvedores, do grau de intensidade das medidas de reputação, e nem tampouco do conceito de domínio, entre outros. Assim, esses aspectos foram implementados na nova versão da ontologia, incorporada à abordagem proposta. Além disso, objetivando facilitar a análise das informações de reputação e auxiliar na tomada de decisões pelo gerente, um conjunto de visualizações foram adotadas e são detalhadas mais adiante na Seção 5.

Este trabalho está dividido da seguinte forma. Na Seção 2 são apresentados trabalhos relacionados. Na Seção 3 são discutidas algumas ontologias de reputação. Na Seção 4 são descritos o modelo de reputação de 3 níveis e o mapeamento realizado entre o modelo e a ontologia. A Seção 5 discute a arquitetura ArchiRI. A

Seção 6 detalha um cenário de uso e, finalmente, a Seção 7 apresenta as considerações finais e direcionamentos futuros.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

Considerando as ferramentas para gerência de reputação no contexto de manutenção e evolução distribuído de software, Nascimento e Santoro [11] apresentam um modelo para Comunidades Virtuais de Software Livre, no qual desenvolvedores se relacionam e produzem código fonte. O modelo é centrado nos conceitos de interação e nos artefatos produzidos. O participante é identificado pelo seu perfil e sua reputação. Essa reputação é quantificada através de um valor explícito para os participantes e os meios de comunicação apoiam os participantes armazenando as mensagens trocadas entre os desenvolvedores. Dessa forma, o modelo relaciona um determinado artefato a um participante pela sua avaliação e identifica a interação que ocorreu para gerar o artefato, juntamente com as mensagens envolvidas. Apesar de tratar a reputação no desenvolvimento de software, com o foco na colaboração, esse trabalho não avança nos elementos de visualização para apoiar a identificação do contexto que ocorreu a interação.

O uso de visualização em sistemas de reputação ainda está em sua infância. Uma proposta com esse objetivo é mostrada em [13] na qual os autores visam permitir uma exploração visual da reputação por meio de uma apresentação gráfica de referenciais e seus atributos de contexto. Esses referenciais seriam as fontes de informação e os atributos representam cada critério e os valores atribuídos a cada um. A ideia é alcançar a transparência no processo de atribuição e cálculo de reputação, uma vez que o usuário pode, facilmente, avaliar os dados de cada fonte. Difere da proposta ArchiRI, pois esta permite também a análise dos grupos formados como perspectiva diferente de avaliação da reputação.

No contexto de transações *online*, Kim et al. [7] defendem que uma terceira parte pode guiar os candidatos a efetivar uma transação comercial provocando discussões e provendo opiniões a respeito de cada um. Utiliza visualização gráfica 3D para retratar a reputação por meio de métricas de WOM (*Word of Mouth*) geradas a partir do *feedback* dos usuários. Isso é usado para reorganizar o grupo e aperfeiçoar o nível de conhecimento que os especialistas desse grupo fornecem. No entanto, tanto Sanger e Pernul [13] quanto Kim et al. [7] se limitam a contextos específicos sem permitir o intercâmbio das informações para um ambiente de desenvolvimento distribuído de software.

Ontologias têm sido aplicadas em sistemas de reputação e podem assumir diferentes papéis nesses sistemas. Em [4] é apresentado um sistema baseado em um *framework* ontológico chamado de "*feedback ontology*". Esse *framework* combina o *feedback* das informações de confiança e reputação, publicamente disponíveis, sobre empresas que desejam realizar negócios. Essas empresas estão associadas a um domínio de negócio e o sistema representa o conhecimento adquirido na forma de um *feedback* combinado.

CIOSOS [12] é um sistema que utiliza uma ontologia idiomática formada por indicadores de opinião que dependem do domínio, bem como expressões idiomáticas para analisar os comentários de clientes disponíveis em plataformas de *e-commerce*. Esses comentários são analisados com o objetivo de determinar o sentimento associado ao comentário e, em seguida, classificá-los em positivo ou negativo, e o seu objetivo. A polaridade do sentimento e a classificação da avaliação prevista pela CIOSOS são usadas como entrada para gerar a reputação do revisor.

<sup>1</sup> <http://pt.stackoverflow.com/>

<sup>2</sup> <https://github.com/>

Outra diferença entre ArchiRI e os trabalhos apresentados está relacionada ao papel da ontologia. Esses trabalhos apresentam a ontologia como um mecanismo para atribuir a reputação, diferentemente de ArchiRI que a utiliza para representar a reputação em si. É através de uma ontologia geral de representação da reputação que o intercâmbio de informações entre contextos é alcançado. No contexto de empresas de desenvolvimento de software, ArchiRI inova ao reunir recursos ontológicos com recursos visuais para representar e gerenciar a reputação das entidades, seus grupos formados e os contextos associados a cada um.

### 3. ONTOLOGIAS DE REPUTAÇÃO

O uso de ontologias para representar as informações de reputação tem sido explorado na literatura técnica. A ontologia do objeto de reputação [1], por exemplo, foi definida como uma ontologia genérica para representar a reputação de entidades, chamado *Reputation Object* (RO). Nessa ontologia, a reputação é representada como uma forma de valor de reputação, o objeto de reputação (RO). Esse objeto contém informações sobre a reputação de uma entidade em múltiplos contextos. O RO é construído *offline* ou *online* durante a interação dos indivíduos. É um objeto genérico que muda de acordo com o domínio e a preferência do usuário. Em geral, guarda um perfil (qualificações, por exemplo) sobre uma entidade que é coletada a partir de fontes de informação heterogêneas.

Outras ontologias também influenciaram esta pesquisa. A agregação de modelos e conceitos feita em [3] resultou em uma ontologia Funcional de Reputação. Essa ontologia tem seu foco em sistemas multiagentes, e é utilizada como um conhecimento de reputação comum e compartilhado entre os agentes para ativar o nível de integração semântica envolvida na interação de agentes de software. Apesar disso, foi usada nesta pesquisa para expandir a noção de entidade considerando os diferentes tipos de entidades suportados pelos modelos mostrados em [3]. Além da entidade “Pessoa”, também é apresentado um modelo para a entidade “Produto”, “Agente” e “Serviço”. Essa expansão possibilita representar as interações que ocorrem na prática, em um ambiente real. Exemplos serão apresentados na próxima seção.

Por características, tais como facilidade de integração e capacidade de estenderem-se a vários contextos, essas ontologias foram escolhidas como base. No entanto, não havia a representação explícita dos conceitos de entidade e seus tipos, do conceito de grupo e nem tampouco de domínio, entre outros, que permitiriam a correta correlação com o modelo de reputação proposto. Esse fato fez surgir a necessidade da composição das ontologias para potencializar a representação das informações de reputação e torná-la mais abrangente.

### 4. INTEGRAÇÃO E EXTENSÃO DAS ONTOLOGIAS DE REPUTAÇÃO

Uma nova ontologia, denominada ArchiRIOnt, foi estabelecida a partir de um modelo de reputação de 3 níveis e o mapeamento realizado entre o modelo e as ontologias de reputação. O modelo, a ontologia ArchiRIOnt, bem como as decisões de implementação, e exemplos de aplicação, são apresentados e discutidos.

#### 4.1 Modelo de Reputação de 3 Níveis

A interoperabilidade e a possibilidade de troca de informações de reputação são características importantes a serem alcançadas [3] [5]. No entanto, para que as informações sejam armazenadas e a

coerência na informação trocada sejam asseguradas, é importante saber em qual nível as informações de reputação estão localizadas, bem como o que representam.

Os conceitos de reputação individual e reputação de grupo foram estudados por Mui et al. [10], sendo representados pela camada de entidade e de grupo. Hendrikk et al. [5] analisaram sistemas de reputação acadêmicos e comerciais e constataram que, na maioria deles, o foco foi estabelecer a reputação do indivíduo. Segundo [10], a reputação individual é determinada sob o ponto de vista de outra entidade após uma interação. A reputação de grupo pode ser definida como a média das reputações individuais de todos os seus membros. Por depender da experiência e características individuais, seu valor pode variar entre grupos.

Assim, houve a necessidade de ampliar a reputação individual e em grupo, e também considerar o contexto ao qual a reputação está associada. O conceito de reputação do contexto é definido como uma característica, uma propriedade, ou a categoria geral na qual a reputação foi criada [1]. Por exemplo, o cargo ou papel que um desenvolvedor desempenha em uma equipe pode ser classificado como reputação do contexto.

Quando os conceitos de entidade, grupo e contexto são utilizados separadamente, a capacidade de melhorar a tomada de decisões, combinando os dados, é perdida. A união desses conceitos em um único modelo é um primeiro passo para a criação de um modelo de reputação interoperável. O modelo proposto é composto de três camadas que representam os pontos de vista que a reputação é percebida e pode ser analisada pelos envolvidos.

A primeira camada é a de entidade, ou chamada de nível de percepção individual. Nela se considera o indivíduo que tem uma reputação, características próprias, oferece sua opinião sobre outros indivíduos e também recebe opiniões dos outros a seu respeito. Em um ambiente distribuído de manutenção e evolução de software, as pessoas seriam as entidades. Possuem características próprias e competências que podem ser estratégicas e as distinguem das demais, como a capacidade de comunicação.

No entanto, essas entidades podem se relacionar, trocar informações e ter opiniões semelhantes. Assim, podem ser agrupadas, tal qual uma sociedade ou uma empresa. Quando isso ocorre, essas entidades agrupadas ascendem à camada de grupo. Nesse nível, diferentes grupos podem manter as características específicas que as distinguem entre si. Um grupo também pode opinar sobre outro grupo e receber opiniões, de forma semelhante ao que ocorre na camada de entidade. A camada de grupo também tem características semelhantes e os grupos podem trocar informações e se relacionarem, alcançando o terceiro nível. Como exemplo, pode-se citar as diferentes equipes formadas em uma organização para os ciclos da manutenção de um projeto de software. Trabalham em conjunto, sob as mesmas regras e trocam informações sobre os artefatos desenvolvidos.

A terceira camada do modelo representa o domínio, ou o contexto, ao qual indivíduos ou grupos pertencem, criando a noção de reputação de domínio. De forma análoga às camadas apresentadas, diferentes contextos têm características específicas. Essas características podem ser entendidas como as habilidades que se espera encontrar nos indivíduos pertencentes a um dado contexto. Em uma organização virtual, entidades individuais e em grupo podem unir-se temporariamente para resolver um problema comum ou trabalhar em uma tarefa [5]. Um exemplo de domínio ao qual cada equipe e seus membros pertencem, pode estar

associado à natureza da tarefa de manutenção a ser realizada. Essa tarefa pode ser uma mudança em um trecho de código, ou o teste unitário do trecho alterado. Cada domínio possui competências específicas, por exemplo, sobre o desenvolvedor que realizará as alterações no código, espera-se que tenha conhecimento das boas práticas de programação e padrões de projeto. Já, ao realizar o teste no trecho alterado, espera-se que seja capaz de projetar casos de teste eficientes que consigam capturar o defeito, caso exista.

Diante do modelo proposto, foi conduzida uma integração entre os elementos das ontologias apresentadas anteriormente, bem como sua extensão, descritos na seção seguinte.

## 4.2 Mapeamento entre Modelo e Ontologia

A ontologia ArchiRIOnt foi resultado da fusão das ontologias apresentadas e do mapeamento que objetivou integrar à ontologia proposta o modelo de reputação de 3 níveis. Buscou-se ainda, tornar possível estabelecer a reputação relacionada a cada nível: a reputação da entidade ou indivíduo, a reputação do grupo e a reputação do domínio ou contexto. A Figura 1 destaca o Modelo de Reputação de 3 Níveis à esquerda e ilustra como a ArchiRIOnt foi obtida a partir de cada nível do modelo.

No nível mais baixo do modelo o interesse é representar dados de uma entidade, por exemplo, Entidade A. Segundo Casare e Sichman [3], a entidade pode ser classificada em quatro tipos: pessoa, agente, produto, serviço. Assim, foi criada uma classe "Entidade" na ontologia onde os tipos se tornaram subclasses. No contexto de manutenção e evolução de software, a Entidade A pode ser classificada como produto quando se tratar de um artefato gerado após a modificação de um trecho de código. Pode assumir o tipo serviço quando a entidade for um serviço Web utilizado por membros de uma organização para gerenciamento de mudanças e ofereça informações sobre o desempenho de cada um, por exemplo. Pode ainda se tratar de uma pessoa como o desenvolvedor que alterou o trecho de código fonte.

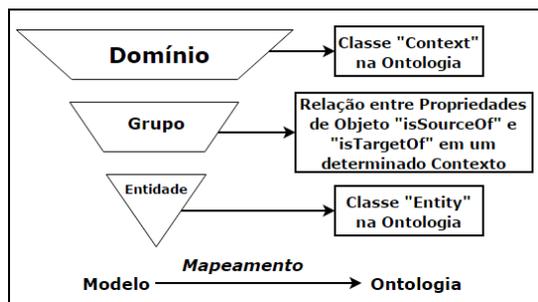


Figura 1 – Mapeamento entre Modelo e Ontologia

No nível mais abstrato do modelo foi criada a classe "Contexto". O objetivo é explicitar a reputação que se altera a cada contexto considerado. Como exemplo, um analista de sistema pode ter alta reputação ao analisar o impacto e planejar as mudanças no código fonte dentro de uma equipe de manutenção. Porém, sua reputação como programador pode ser baixa. Nesse caso, o contexto estaria associado ao papel desempenhado pelo analista.

Com o nível de grupos, pode-se responder a seguinte pergunta: *Com quem a Entidade "A" estabeleceu um grupo?* Dessa forma, foram criadas duas propriedades de objeto "isSourceOf" e "isTargetOf" para indicar que duas entidades estão relacionadas para formar um grupo. Essas propriedades também expressam dois conceitos (*Source* e *Target*) apresentados por Liu e Munro [9] e que estão presentes em sistemas de reputação. O Alvo, ou

também chamada de Destino, é a entidade que recebe uma classificação ou julgamento feito por outra, chamada de Fonte de Informação. Essa entidade julga, oferece sua opinião, ou dissemina a informação de reputação sobre um alvo. Como mencionado anteriormente, as relações entre grupos e entre grupos e entidades, caracterizam o domínio em que ambos estão inseridos. Assim, uma restrição foi adicionada na qual "Source" e "Target" são do mesmo domínio caracterizando o grupo formado.

No cenário retratado anteriormente, considerando o artefato alterado, o desenvolvedor e o serviço usado para gerenciar as mudanças no código fonte, o desenvolvedor é alvo das informações de reputação oferecidas pelo serviço. A *expertise* [15] do desenvolvedor pode ser um indicador de reputação. Consequentemente, o serviço passa a ser uma fonte sobre o desenvolvedor, assim como o artefato alterado também é uma fonte, já que pode revelar a atividade geral do desenvolvedor durante a manutenção [15]. Desse modo, essas três entidades formam um grupo cujo domínio pode ser considerado como o módulo ou projeto ao qual o artefato alterado diz respeito.

A reputação de um determinado nível pode ser usada como um critério para definir a reputação do próximo nível, e vice-versa. Para ilustrar outro exemplo de grupo, "A", "B" e "C" são desenvolvedores e, portanto, entidades do tipo pessoa. "A" e "B" trabalham distribuídos formando um grupo no qual "A" é uma fonte de informação de "B". Esse grupo tem um valor de reputação calculado pela agregação dos valores de reputação de "A" e "B". Agora, o desenvolvedor "C" torna-se uma fonte de informação sobre "A", e "A" se torna um alvo de "C". A reputação de "C" não é conhecida, no entanto é possível inferir esse valor através da reputação do grupo. Essa é uma situação semelhante à citada por Liu e Munro [9] na qual uma boa reputação do grupo pode levar a uma boa impressão de seus membros.

Outras questões merecem destaque: (1) *como definir a reputação de "D" conhecendo a reputação do grupo a que pertence?* (2) *Como saber a intensidade da relação entre entidades ou entre grupos, ou entre os domínios e contextos?* Para responder a essas perguntas, foi criada uma propriedade de objeto, chamada "Coeficiente" que visa determinar a escala de intensidade a adotar e o valor absoluto dessa intensidade. Por outro lado, esse coeficiente pode ser usado para representar o grau de influência que a reputação do grupo tem sobre a reputação individual.

Considerando o contexto do projeto *GiveMe Infra*, que, de uma forma geral, trata do gerenciamento de manutenção e evolução de software, o valor da reputação é calculado através de critérios relevantes nesse contexto, tais como, confiabilidade, subjetividade e relacionamento, entre outros [8]. Além disso, por vezes, o critério é medido indiretamente através de outros critérios. Por exemplo, C1 é um critério para calcular a reputação da entidade "B" e S1, S2 e S3 são três critérios para medir C1, então S1, S2 e S3 são subcritérios de "B". Esse recurso foi implementado na ontologia adicionando uma propriedade de objeto chamada "hasCriterion" na classe "Criteria", já presente na ontologia. A influência de cada critério no valor calculado de reputação também foi indicada pelo uso da propriedade "Coeficiente".

A reputação pode mudar ao longo do tempo [10] [6]. Esse fato evidencia a necessidade de um ponto de vista evolutivo do seu valor. Esse recurso foi implementado na ontologia através de uma nova classe chamada "Evolution" composta por um histórico de valores, o valor atual da reputação e os momentos ao longo do histórico em que houve uma alteração de contexto.

A Figura 2 apresenta um modelo simplificado da ontologia ArchiRIONt com o relacionamento entre as classes. As contribuições alcançadas pelo *merge* das ontologias e o mapeamento realizado são destacadas na figura, tais como: (i) a inserção do conceito de Entidade, (ii) a especificação das entidades envolvidas, (iii) a ampliação do conceito de Critério, com a inserção do conceito de subcritério e a possibilidade de identificar critérios indiretos para a reputação, (iv) a definição do conceito de evolução, (v) a separação e definição do conceito de Contexto/Domínio.

A ontologia gerada a partir do mapeamento apresentado está disponível<sup>3</sup> e constitui o principal componente da arquitetura ArchiRI descrita na próxima seção.

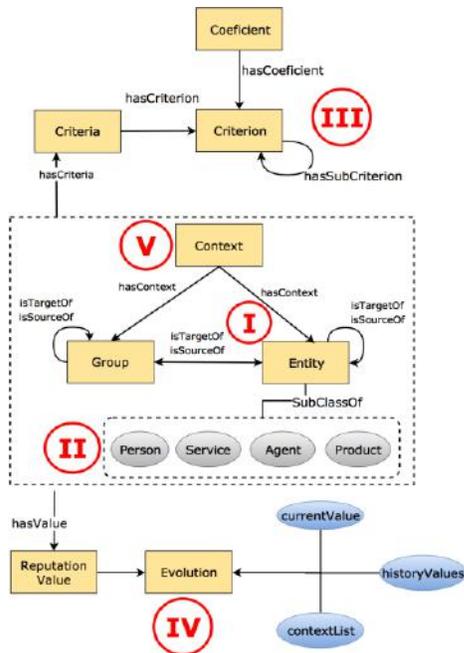


Figura 2 - Modelo simplificado ArchiRIONt

## 5. ARCHIRI

Conforme já dito, a arquitetura ArchiRI tem como objetivo gerenciar informações de reputação interoperáveis no contexto do projeto *GiveMe Infra*. Para isso, propõe uma solução baseada na interoperabilidade e na importação e exportação de dados apoiada por uma ontologia, além de facilitar a visualização desses dados e a tomada de decisões a partir desses.

Assim, a arquitetura ArchiRI foi projetada, a partir da composição de componentes internos e externos, uma ontologia para representar a reputação em diferentes níveis, uma biblioteca Web para visualização de dados e um serviço Web para a comunicação entre os componentes e o banco de dados. A Figura 3 apresenta a arquitetura do sistema ArchiRI e seus principais módulos: i) serviço Web, ii) importação e exportação, iii) análise de mudança e iv) visualização. A seguir são detalhadas as principais funcionalidades de cada um deles.

i) O serviço Web segue o padrão MVC (*Model-View-Controller*) e é responsável pelo contexto da ontologia. É capaz de consumir os dados inferidos pela ontologia e atualizá-los.

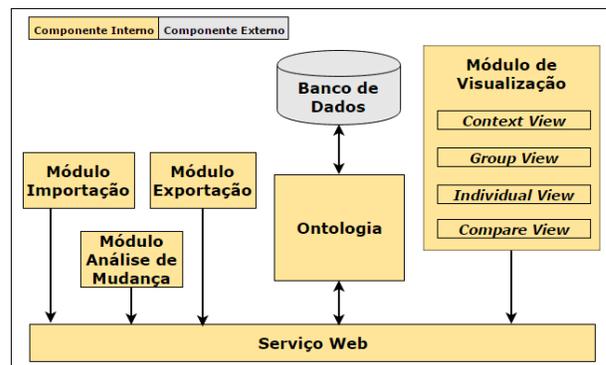


Figura 3 – Visão Geral da Arquitetura ArchiRI

Por outro lado, a ontologia utiliza os métodos de manipulação de banco de dados para inserir e alterar as informações. Dessa forma, a ontologia apresentada na seção anterior tem papel fundamental na arquitetura. Na utilização e execução da ArchiRI, o banco de dados, juntamente com a ontologia, formam um servidor com as informações de reputação armazenadas. Quando um usuário requisita informações de uma entidade, grupo ou contexto, as inferências são acionadas. À medida que o usuário refina sua pesquisa, novos dados podem ser coletados e o sistema pode executar novas inferências. Essa estratégia visa evitar que todo o volume de informações presentes no banco de dados seja carregado a cada nova requisição, reduzindo o tempo de processamento.

A estrutura do banco de dados está dividida entre dados internos e externos (Figura 3). Os dados internos estão aqueles gerados e modificados pela própria ArchiRI. A integração com a infraestrutura *GiveMe Infra* é estabelecida através do banco de dados. Os dados externos são compostos pelos dados originados, mantidos e gerenciados pela *GiveMe Infra*. A coleta das informações é feita através de uma API própria oferecida pela *GiveMe Infra* e, apesar do grande volume de informações, as inferências são executadas apenas sobre pequenos conjuntos.

ii) Os módulos de importação e exportação são componentes importantes para promover o compartilhamento de informações [5], a portabilidade e a interoperabilidade. A importação pode ser necessária ao acessar e analisar dados de uma entidade ou uma alternativa para inserir dados no sistema. O fluxo adotado no processo de importação inicia quando o usuário seleciona o arquivo com os dados de uma entidade. Nesse ponto, o serviço Web aciona a ontologia e adiciona os novos dados à base. A ontologia é chamada e as inferências são executadas sobre os dados recém-importados. Como resultado, é possível indicar grupos e contextos aos quais a entidade pertença. Outra possibilidade é analisar os critérios que determinaram a reputação da entidade e verificar se uma mudança de contexto ou grupo é possível. Para tanto, a visualização *Individual View* é acionada para a exibição dos dados da entidade importados para o sistema. Essa visualização é detalhada mais adiante. O sistema é capaz de exportar as informações mostradas pela visualização *Individual View* em três formatos diferentes: JSON, XML e TXT. As informações apresentadas no arquivo exportado são um resultado da inferência realizada pela ontologia, a partir dos dados do banco e indicam o contexto ao qual a entidade pertence, bem como os critérios definidos para esse contexto. O processo de exportação dos dados de um membro ocorre quando o usuário acessa a visualização *Individual View* e seleciona o botão de exportação de

<sup>3</sup> <https://github.com/pgcc/archiri-ont/blob/master/archiri-ont.owl>

dados. A Figura 4 ilustra o passo inicial desse processo. No caso, apenas a exportação para XML está disponível.

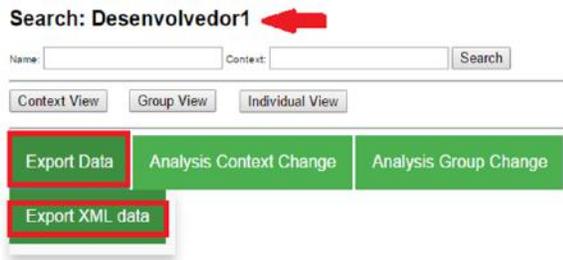


Figura 4 – Exportação dos dados de um membro

iii) O módulo chamado de Análise de Troca oferece duas maneiras possíveis para troca de informações de reputação. A primeira tem o foco no contexto do elemento analisado, e a segunda diz respeito ao grupo ao qual pertence. Na análise de troca do contexto, o objetivo é identificar os contextos aos quais os membros poderiam pertencer, além dos critérios que explicariam essa mudança de contexto. Na análise de troca de grupos, o objetivo é identificar grupos com contextos semelhantes, mostrando ao usuário cada grupo que poderia receber a entidade alvo e quais os critérios que seriam usados no alinhamento entre os grupos. As informações manipuladas por esse módulo são dependentes das inferências ontológicas. Os grupos são formados através da ontologia e associados aos respectivos contextos. Através dos critérios usados pode-se indicar a qual grupo e contexto a entidade alvo pertence e a quais poderiam também fazer parte. Dessa forma, esse recurso é importante para apoiar os gestores na formação de grupos, e intercâmbio de membros entre grupos e contextos. Na próxima seção, a análise de um cenário detalha o uso desse recurso.

iv) Um dos módulos mais importantes para a tomada de decisão do gerente de projeto é o módulo de visualização. Este módulo utiliza a biblioteca JavaScript d3js<sup>4</sup> para representar diferentes tipos de informação com diferentes possibilidades de visualização, facilitando a interpretação dos dados pelo gerente. Na próxima seção exemplos do uso do módulo de visualização serão apresentados. Internamente, o fluxo da comunicação entre os módulos, até que os dados estejam prontos para serem exibidos, ocorre tal qual ilustrado na Figura 5. Inicialmente, o serviço Web requisita os dados, a ontologia recupera no banco de dados as informações, executa as inferências e retorna para o serviço Web os dados processados com as inferências. Em seguida, o serviço aciona as visualizações para exibir os resultados. Através da visualização *Context View* (Figura 7), é possível identificar todos os membros que pertencem ao mesmo contexto de um determinado membro especificado através do sistema. Para tanto, utiliza grafos e a coloração de nós para indicar cada entidade do mesmo contexto da entidade alvo. No caso, nós verdes indicam membros do mesmo contexto e nós pretos os pertencentes a outros contextos. Além disso, a *Context View* oferece interface interativa através da qual é possível selecionar um nó e alterar a sua posição relativa evitando assim a sobreposição de nós. A visualização *Group View* (Figura 8) permite identificar todos os membros que pertencem ao mesmo grupo que outro membro especificado através do sistema. Também utiliza coloração e grafos para representar cada entidade. Dessa vez, nós de cor azul

indicam membros do mesmo grupo da entidade que foi procurada. Membros que pertencem ao mesmo contexto mas são de grupos diferentes, têm seus nós coloridos em verde e os pertencentes a outros contextos tem o nó colorido em preto. A mesma interface também é oferecida, onde é possível selecionar um nó e alterar a sua posição relativa facilitando sua localização.

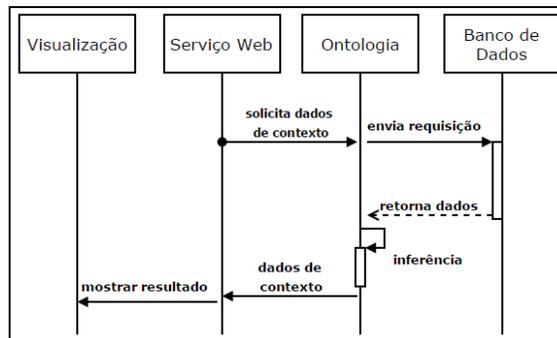


Figura 5 - Visão simplificada do fluxo de dados entre módulos

A visualização *Compare View* (Figura 9) apresenta uma comparação dos critérios e seus valores, que determinam a reputação de várias entidades. Foi usada uma metáfora visual semelhante a uma teia de aranha, onde um círculo é dividido em eixos de comprimento do raio a partir do centro. O nome de cada critério é mostrado em cada um dos eixos e os valores são pontos que interceptam os eixos. A ligação entre os pontos constitui uma área que indica a reputação de uma entidade a ser comparada. Utilizando os efeitos de interação, ao passar o *mouse* sobre uma das áreas, toda ela é destacada, o que facilita a análise dos valores. Outro efeito pode ser observado ao passar o *mouse* sobre um ponto que intercepta um dos eixos, o valor percentual é realçado.



Figura 6 – Visão *Individual View*

Outra visualização oferecida é a *Individual View* (Figura 6) cujo objetivo é apresentar os critérios e os valores que determinam a reputação final da entidade. Na *Individual View* foi utilizada uma metáfora visual semelhante a um gráfico de setores onde o centro exibe o valor final de reputação e em cada fração do gráfico é alocado um critério. Os efeitos de interação são aplicados ao passar o *mouse* sobre um dos critérios. A fração inteira é destacada em vermelho e o nome do critério e seu valor são exibidos em um *tooltip*. As cores de cada fração também possuem significado, e estão relacionadas aos valores de cada critério em

<sup>4</sup> <http://d3js.org>

uma diversidade de cores que vão do vermelho-escuro ao verde-escuro, indicando valores entre 0 e 100, respectivamente. Outra representação visual dos valores está relacionada com o raio da fração, indicado em um intervalo de 0 a 100. A Figura 6 mostra a análise da reputação de uma entidade feita a partir da *Individual View*. É possível ainda ver o destaque dado ao critério "Confiabilidade", que tem um valor de "70". A seta azul foi usada para destacar como o raio da fração é maior ou menor, dependendo do valor de reputação. Quanto maior o valor, maior é o raio, e vice-versa.

## 6. ANÁLISE DA ARQUITETURA ARCHIRI

Esta seção discute como a ArchiRI oferece suporte à análise de reputação. Para isso, utilizou-se como cenário uma ocorrência de manutenção crítica em uma empresa de desenvolvimento de software que exige do gestor reorganizar sua equipe formando um novo grupo, ou substituir membros. A ArchiRI pode apoiar a tomada de decisão a partir da análise ontológica e no suporte dos mecanismos de visualização.

**Cenário** – A equipe de um gerente de projeto recebe uma demanda crítica de mudança em um produto de software que exige alta confiança dos envolvidos e conhecimento das regras de negócio. O gerente decide mudar a sua equipe pela adição de um novo membro. Esse membro será escolhido e será transferido de outra equipe. No entanto, o gerente desconhece quais desenvolvedores estariam disponíveis e aptos para tal mudança.

**Uso da ArchiRI** – Como etapa inicial, o gerente seleciona como foco principal um membro ativo de sua equipe, no caso Desenvolvedor1, com o objetivo de analisar os outros desenvolvedores do mesmo contexto para verificar a possibilidade de substituição ou inserção de novos membros ao contexto do Desenvolvedor1. A Figura 7 mostra a visão *Context View* através da qual os membros que estão no mesmo contexto de "Desenvolvedor1" são destacadas em verde e os demais, em preto.

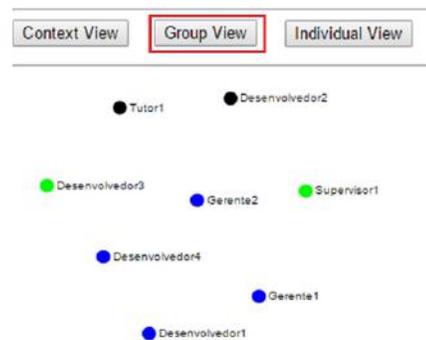


**Figura 7 – Visão Context View de um membro do grupo**

No passo seguinte, o gerente precisa saber quais deles não estão no mesmo grupo do "Desenvolvedor1", porém estão no mesmo contexto. Dessa forma, o gerente consegue identificar possíveis candidatos à troca de equipe. A Figura 8 mostra o resultado da análise feita a partir da visualização *Group View*. Em azul, estão os membros do mesmo grupo que "Desenvolvedor1", e em verde aqueles que não são membros. Em preto estão as entidades de outros contextos. Por exemplo, o "Desenvolvedor3" faz parte do contexto, mas é externo ao grupo do "Desenvolvedor1" e assim poderia ser integrado a esse grupo.

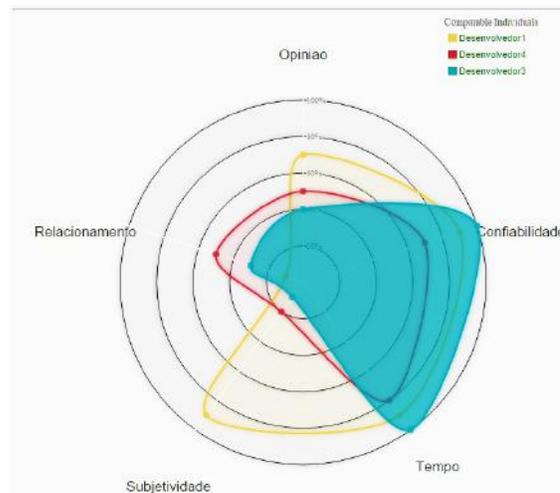
No terceiro passo, o gerente escolhe membros disponíveis para comparar suas informações de reputação e verificar através dos

valores de cada critério, se estão aptos à troca. Esses membros foram o "Desenvolvedor1", o "Desenvolvedor4" e o "Desenvolvedor3".



**Figura 8 – Visão Group View de um membro de grupo**

A Figura 9 mostra o resultado do *Compare View* entre eles, e destaca as informações do "Desenvolvedor3". Nesse momento, o gerente poderia decidir pela não inclusão do "Desenvolvedor3" em sua equipe por considerar baixos os valores dos critérios Opinião e Relacionamento em comparação aos outros dois desenvolvedores retratados na Figura 9 e, assim, a sua pesquisa terminaria. No entanto, o "Desenvolvedor3" supera os demais nos critérios Confiabilidade e Tempo demonstrando ser o mais confiável e que está a mais tempo na organização com probabilidade maior de conhecer as regras de negócio do software desenvolvido. O gerente segue com a troca pelo Desenvolvedor3 atender os requisitos impostos pela criticidade da demanda.



**Figura 9 – Comparação entre membros**

O passo final é solicitar a análise de mudança de grupo. O gerente confere todos os critérios e valores recebidos pelo "Desenvolvedor3", através da *Individual View*. Na mesma tela, seleciona o botão de Análise de Mudança de Grupo. A Figura 10 mostra o resultado da análise na qual são destacados os grupos onde o "Desenvolvedor3" pode ser inserido. Essa análise é feita pelo cruzamento entre os critérios que definem a reputação de cada grupo, segundo as inferências da ontologia, e aqueles nos quais o Desenvolvedor3 já foi avaliado. Nesse caso, os critérios são subjetividade, confiabilidade, tempo, opinião e relacionamento. Como resultado, o gerente encontra sua equipe na lista e solicita ao sistema que inclua também o "Desenvolvedor3", selecionando "Adicionar para a equipe".



**Figura 10 - Análise de mudança de grupo**

Este cenário mostrou (1) como a ontologia apoia a identificação de contextos e grupos que as entidades pertencem, (2) como os gestores podem analisar as características dos membros, e (3) como técnicas de visualização diferentes podem ser combinadas para melhorar a análise e tomada de decisão.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma arquitetura, denominada ArchiRI, para interoperação de dados de reputação entre diferentes contextos, e também os diferentes grupos formados em cada contexto. Um modelo de três níveis para representar as informações de reputação foi discutido e mapeado para uma ontologia existente com o objetivo de apoiar a arquitetura ArchiRI. Essa foi detalhada, bem como seus principais componentes, utilizando um cenário de uso para apresentar suas principais contribuições.

As contribuições deste trabalho consistem da concepção de um modelo para representar a informação de reputação, a ontologia ArchiRIOnt, o desenvolvimento de elementos de apoio à visualização de dados de reputação e a especificação de uma arquitetura de apoio ao uso de reputação em empresas de desenvolvimento de software. Além disso, pode-se destacar o uso de reputação no contexto da *GiveMe Infra*, estendendo uma solução, para tratar as informações sobre a reputação, que seja interoperável e que possa ser aplicada em outros contextos. Quanto às limitações da arquitetura ArchiRI, atualmente, o módulo de exportação oferece suporte apenas para o formato XML e exportar dados de entidades. A exportação dos dados de diferentes grupos analisados está em desenvolvimento.

Como trabalhos futuros pretende-se realizar estudos experimentais para avaliação da arquitetura em diferentes tipos de organizações para diferentes equipes permitindo certificar a relevância e correteza das inferências realizadas, e a integração com outras ferramentas de visualização para diversificar a representação da informação de reputação.

## 8. AGRADECIMENTOS

À CAPES, FAPEMIG, UFJF e CNPq pelo suporte financeiro.

## 9. REFERÊNCIAS

[1] Alnemr, R. e Meinel, C. 2012. Reputation objects for interoperable reputation exchange: Implementation and design decisions. *Collaborative Computing: Networking,*

*Applications and Worksharing (CollaborateCom), 8th International Conference on*, 672–680.

- [2] Anastácio, W.M. e Prado, E.P. V 2014. Fatores Críticos de Sucesso na Integração de Sistemas : Um Estudo de Caso em Uma Organização Pública Brasileira. *X Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, 78–89.
- [3] Casare, S. e Sichman, J.S. 2005. Using a functional ontology of reputation to interoperate different agent reputation models. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 79–94.
- [4] Hammadi, A., Hussain, F.K., Chang, E., Dillon, T.S. e Ali, S. 2008. Ontological framework for trust & reputation for DBE. *Digital Ecosystems and Technologies, DEST. 2nd IEEE International Conference on*, 650–653.
- [5] Hendrikx, F., Bubendorfer, K. e Chard, R. 2015. Reputation systems: A survey and taxonomy. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. 75, 184–197.
- [6] Jøsang, A., Ismail, R. e Boyd, C. 2007. A survey of trust and reputation systems for online service provision. *Decision support systems*, 618–644.
- [7] Kim, S., Lee, S., Kang, H. e Cho, J. 2015. Hybrid WOM Collection and Visualization Method for Reputation Rating in Online Community. *Indian Journal of Science and Technology*. 8, 18.
- [8] Lelis, C.A.S., Araújo, M.A.P., David, J.M.N. e Carneiro, G. de F. 2016. Investigating Reputation in Collaborative Software Maintenance A study based on systematic mapping. *Information Technology: New Generations, 13th International Conference on Information Technology*. Springer International Publishing, 615-627.
- [9] Liu, L. e Munro, M. 2012. Systematic analysis of centralized online reputation systems. *Decision support systems*, 438–449.
- [10] Mui, L., Mohtashemi, M. e Halberstadt, A. 2002. Notions of reputation in multi-agents systems: a review. *Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems: part 1*, 280–287.
- [11] Nascimento, L.D.C. e Santoro, F. 2009. Análise de interações nas Comunidades Virtuais de Software Livre. *V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 12–23.
- [12] Rahimi, H. e Bakkali, H.E.L. 2015. CIOSOS: Combined Idiomatic-Ontology Based Sentiment Orientation System for Trust Reputation in E-commerce. *International Joint Conference*, 189–200.
- [13] Sanger, J. e Pernul, G. 2014. Visualizing Transaction Context in Trust and Reputation Systems. *Availability, Reliability and Security (ARES), Ninth International Conference on*, 94–103.
- [14] Tavares, J.F., David, J.M.N., Araújo, M.A.P., Braga, R., Campos, F. e Carneiro, G. 2015. Uma Infraestrutura baseada em Múltiplas Visões Interativas para Apoiar Evolução de Software *Revista Brasileira de Sist. de Informação*, 65–101.
- [15] Trainer, E.H. e Redmiles, D.F. 2012. Foundations for the design of visualizations that support trust in distributed teams. *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces - AVI '12*, 34–41.
- [16] Wang, Y. e Redmiles, D. 2013. Understanding Cheap Talk and the Emergence of Trust in Global Software Engineering : An Evolutionary Game Theory Perspective. *CHASE*, 149–152.