



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA DE ELECTRÓNICA E  
TELECOMUNICAÇÕES E DE COMPUTADORES**



## **Reputação e Recomendação como Serviços para Transportes Públicos**

**NUNO MIGUEL GARRIDO REBOCHO**  
(Licenciado em Engenharia Informática)

Projeto Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Informática e de  
Computadores

Orientador:

Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira

Coorientador:

Professor Doutor Porfírio Pena Filipe

Júri:

Presidente: Mestre Vítor Jesus Sousa de Almeida

Vogal: Mestre Paulo Alexandre Medeiros de Araújo

Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira

**Setembro de 2013**





**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA DE ELECTRÓNICA E  
TELECOMUNICAÇÕES E DE COMPUTADORES**



## **Reputação e Recomendação como Serviços para Transportes Públicos**

**NUNO MIGUEL GARRIDO REBOCHO**  
(Licenciado em Engenharia Informática)

Projeto Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Informática e de  
Computadores

**Orientador:**

Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira

**Coorientador:**

Professor Doutor Porfírio Pena Filipe

**Júri:**

Presidente: Mestre Vítor Jesus Sousa de Almeida

Vogal: Mestre Paulo Alexandre Medeiros de Araújo

Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira

**Setembro de 2013**



### **Resumo**

Atualmente, as redes sociais são centros de partilha de informação que aumentam de volume diariamente.

O crescente volume da informação gera a necessidade da integração de sistemas que façam a recuperação da mesma. Para uma eficiente e eficaz recuperação da informação são tipicamente adotados mecanismos de classificação.

Neste âmbito, surgem os sistemas de reputação e recomendação que classificam e recuperam a informação, respetivamente. Os sistemas de recomendação têm como principal função a recuperação da informação, recuperação esta que deve de ir ao encontro das preferências do utilizador a fim de encontrar a informação mais relevante para ele. Quanto aos sistemas de reputação, têm a função de classificar a informação, distinguindo-a entre útil e não útil ou fidedigna e duvidosa.

Com o presente projeto pretende-se disponibilizar este tipo de sistemas em forma de serviços. Serão disponibilizados dois serviços - um focado em reputações outro em recomendações. No serviço de reputação é recebida informação proveniente das interfaces gráficas das diferentes aplicações clientes e guardada numa base de dados partilhada pelos serviços. Com base nos dados registados é efetuado o cálculo da reputação que será disponibilizada pelo serviço de reputação e são disponibilizadas recomendações pelo serviço de recomendação.

Adicionalmente pretende-se contribuir para que os mecanismos de recomendação e reputação, considerados bastante complexos, passem a estar mais disponíveis a todos.

### **Palavras-chave**

Mecanismos de Reputação

Mecanismos de Recomendação

Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)

*Web Services*

## **Abstract**

Social networks are the largest centers of sharing knowledge increasing every day the information available.

For efficient and effective information retrieval are typically adopted classification mechanisms.

In this context, appear reputation and recommendation systems with capacity to classify and recover information. In one hand, the recommendation systems have the main function to recover information that should meet user preferences in order to give the useful information. In other hand, the reputations systems have the main function to classify information distinguishing between the useful and not useful or reliable and doubtful.

With this Project is intended to provide this kind of systems as services. Will be provided two services: one focus the reputation, and the other focus the recommendation. The reputation service receives information provided from graphical interfaces from the different client applications and save in a data base shared by the services. Using the register data is calculated the reputation that will be available by the reputation service and supply recommendations by the service of recommendation.

Is intended also contribute to recommendation and reputation mechanisms seen as complex, start to be considered as mechanisms available to all.

## **Keywords**

Reputation Mechanisms

Recommendation Mechanisms

Service Oriented Architecture (SOA)

*Web Services*

## **Estrangeirismos**

### **Questing Answering**

Sistema de pergunta e resposta. Neste tipo de sistemas utilizadores fazem perguntas e outros utilizadores podem responder.

### **Spam**

Mensagens de correio eletrónico, não solicitado, com fins publicitários.

### **Background**

Processo que ocorre sem interação com um utilizador. Diferencia-se, portanto, de *Foreground* que ocorre em primeiro plano com a interação direta de um utilizador.

### **Runtime**

É um período em que um programa de computador permanece em execução.

### **Owner**

Pessoa que tem a responsabilidade de um processo, programa ou projeto.

### **Token**

No presente projeto a palavra *token* é um sinónimo para identificador de algo.

## Índice

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.       | Introdução .....   | 1  |
| 1.1.     | Motivação .....  | 2  |
| 1.2.     | Objetivos .....  | 4  |
| 1.3.     | Contexto do Projeto <i>Start</i> .....                           | 6  |
| 1.4.     | Organização do Documento .....                                   | 7  |
| 2.       | Estado da Arte .....   | 8  |
| 2.1.     | Mecanismos .....   | 8  |
| 2.1.1.   | Mecanismos de Reputação .....                                    | 8  |
| 2.1.2.   | Mecanismos de Recomendação .....                                 | 13 |
| 2.2.     | Técnicas e Algoritmos .....                                      | 17 |
| 2.2.1.   | Técnicas e Algoritmos de Reputação .....                         | 17 |
| 2.2.1.1. | Algoritmo <i>Sporas</i> .....                                    | 18 |
| 2.2.1.2. | Algoritmo <i>MTrust</i> .....                                    | 18 |
| 2.2.2.   | Técnicas e Algoritmos de Recomendação .....                      | 21 |
| 2.2.2.1. | Técnica de Filtragem Baseada em Conteúdo .....                   | 21 |
| 2.2.2.2. | Técnica de Filtragem Colaborativa .....                          | 22 |
| 2.3.     | Serviços .....   | 24 |
| 2.3.1.   | Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) .....                     | 25 |
| 2.3.2.   | <i>Web Services</i> .....  | 27 |
| 3.       | Modelo Conceptual dos Sistemas de Recomendação e Reputação ..... | 28 |
| 3.1.     | Requisitos .....   | 28 |
| 3.2.     | Casos de Uso .....   | 29 |
| 3.2.1.   | Serviço de Reputação .....                                       | 30 |
| 3.2.2.   | Serviço de Recomendação .....                                    | 33 |
| 3.3.     | Arquitetura Proposta .....                                       | 34 |
| 3.3.1.   | Interface de Utilização .....                                    | 35 |
| 3.3.2.   | Camada de Serviços .....   | 36 |
| 3.3.3.   | Mecanismos de Reputação e Recomendação .....                     | 36 |
| 3.3.4.   | Camada de Acesso a Dados .....                                   | 41 |
| 3.3.5.   | Base de Dados .....  | 41 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.4.   | Diagramas de Sequência .....                                   | 43 |
| 3.4.1. | Registrar Aplicação .....                                      | 44 |
| 3.4.2. | Inserir Nova Entidade .....                                    | 45 |
| 3.4.3. | Avaliar Entidade.....  | 46 |
| 3.4.4. | Classificar Avaliação.....                                     | 47 |
| 3.4.5. | Obter Reputação .....  | 48 |
| 3.4.6. | Obter Recomendações .....                                      | 49 |
| 4.     | Mecanismo de Recomendação e Reputação baseado em serviços..... | 50 |
| 4.1.   | Base de Dados.....   | 50 |
| 4.2.   | Implementação dos Serviços .....                               | 53 |
| 4.2.1. | Método <i>RegisterApplication</i> .....                        | 53 |
| 4.2.2. | Método <i>InsertEntity</i> .....                               | 55 |
| 4.2.3. | Método <i>InsertEvaluation</i> .....                           | 57 |
| 4.2.4. | Método <i>InsertClassification</i> .....                       | 59 |
| 4.2.5. | Método <i>GetReputation</i> .....                              | 62 |
| 4.2.6. | Método <i>GetRecommendation</i> .....                          | 64 |
| 5.     | Casos Práticos de Aplicação dos Serviços Desenvolvidos .....   | 67 |
| 5.1.   | Mecanismo de Reputação .....                                   | 67 |
| 5.1.1. | Integra.....   | 67 |
| 5.1.2. | SocialCinema.....  | 72 |
| 5.2.   | Recomendação .....   | 75 |
| 6.     | Conclusão.....   | 77 |
| 6.1.   | Trabalho Futuro .....  | 77 |
|        | Bibliografia.....  | 79 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Arquitetura de comunicação entre as redes sociais e os serviços.....    | 5  |
| Figura 2 - Os cinco padrões de comunidades colaborativas [8].....                  | 10 |
| Figura 3 - Reputação baseada em identificação de membros [8].....                  | 11 |
| Figura 4 - Reputação baseada em perfis [8].....                                    | 11 |
| Figura 5 - Reputação baseada em pontos [8].....                                    | 12 |
| Figura 6 - Reputação baseada em ranking [8].....                                   | 13 |
| Figura 7 - Arquitetura Orientada a Serviços [23].....                              | 26 |
| Figura 8 - Casos de Uso do Serviço de Reputação.....                               | 30 |
| Figura 9 - Caso de Uso do Serviço de Recomendação.....                             | 33 |
| Figura 10 - Arquitetura Proposta.....  | 35 |
| Figura 11 - Rotina que calcula a reputação baseada em qualidade.....               | 38 |
| Figura 12 - Rotina para cálculo das recomendações.....                             | 40 |
| Figura 13 - Modelo Físico da Base de Dados.....                                    | 42 |
| Figura 14 - Diagrama de Sequência para Registrar Aplicações.....                   | 44 |
| Figura 15 - Objeto <i>Application</i> .....  | 44 |
| Figura 16 - Diagrama de Sequência para Inserir Entidades.....                      | 45 |
| Figura 17 - Objeto <i>Entity</i> .....   | 45 |
| Figura 18 - Diagrama de Sequência para Avaliar Entidades.....                      | 46 |
| Figura 19 - Objeto <i>Evaluation</i> .....   | 47 |
| Figura 20 - Diagrama de Sequência para Classificar Avaliações ou Comentários.....  | 47 |
| Figura 21 - Objeto <i>ClassificationEvaluation</i> .....                           | 48 |
| Figura 22 - Diagrama de Sequência para Obter Reputação.....                        | 48 |
| Figura 23 - Diagrama de Sequência para Obter Recomendações.....                    | 49 |
| Figura 24 - Parte do modelo físico da base de dados do Integra.....                | 51 |
| Figura 25 - Interface implementada pelo serviço de Reputação.....                  | 53 |
| Figura 26 - Interface implementada pelo serviço de Recomendação.....               | 53 |
| Figura 27 – Escopo do método <i>RegisterApplication</i> .....                      | 54 |
| Figura 28 – Escopo do método <i>InsertEntity</i> .....                             | 56 |
| Figura 29 - Escopo do método <i>InsertEvaluation</i> .....                         | 58 |
| Figura 30 - Escopo do método <i>InsertClassification</i> .....                     | 61 |
| Figura 31 - Escopo do método <i>GetReputation</i> .....                            | 62 |
| Figura 32 - Escopo do método <i>GetRecommendation</i> .....                        | 65 |
| Figura 33 - Reputação após migração da base de dados.....                          | 68 |
| Figura 34 - Reputação após inserções de entidades ou relações entre entidades..... | 69 |
| Figura 35 - Reputação após avaliações.....   | 70 |
| Figura 36 - Reputação após classificações.....                                     | 72 |
| Figura 37 - Reputação de alguns utilizadores da rede social SocialCinema.....      | 73 |
| Figura 38 - Reputação após inserções de entidades ou relações entre entidades..... | 73 |
| Figura 39 - Reputação após avaliações.....   | 74 |

Figura 40 - Reputação após classificações..... 75

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Exemplo de mapeamento de pontos para níveis numéricos ..... 12  
Tabela 2 - Tabela de Pontos da Yahoo Answer [18] ..... 20  
Tabela 3 - Paralelização de Pontos entre Mecanismos de QA e Redes Sociais ..... 20  
Tabela 4 - Recomendação Baseada em Filtragem Colaborativa ..... 23



## 1. Introdução

As redes sociais têm evoluído ao longo do tempo, mesmo antes da existência da Internet, como suporte para a troca de informação. Já no antigo Egipto existiam grupos de pessoas com interesses comuns que se juntavam para partilhar conhecimentos. Com o aparecimento da Internet a partilha de informação tornou-se mais simples, rápida e eficaz. As redes sociais deslocaram-se para este meio, conseguindo juntar um maior número de pessoas, quebrando barreiras físicas, geográficas e culturais. Na partilha de informação, as redes sociais assumem um papel importante devido à sua forma colaborativa de interação.

As redes sociais são hoje em dia um “ponto de encontro” para os utilizadores da Internet onde podem partilhar os seus dados pessoais (tipo perfil), os seus perfis profissionais, imagens ou até mesmo utilizar mecanismos de *Questioning Answering* (QA).

O sector dos transportes públicos não é indiferente ao paradigma das redes sociais, tendo sido também uma fonte de inspiração para o aparecimento de sistemas colaborativos, tais como, Tripadvisor [1], Raileurope [2] e Momodo [3]. Estes tipos de sistemas são bastante úteis para a partilha de mobilidade onde os membros partilham informação acerca das suas viagens e locais visitados.

As redes sociais sobre transportes são uma boa alternativa de consulta para utilizadores que pretendam planear uma viagem ou até mesmo consultar um percurso dentro de uma cidade. Os utilizadores fornecem uma origem e um destino sendo-lhe posteriormente apresentada as diferentes alternativas de percurso que o poderão levar do ponto de partida ao destino.

A informação contida neste tipo de sistemas é inserida pelos membros constituintes desta, os quais introduzem dados sem qualquer avaliação prévia ao nível da sua veracidade, possibilitando assim a existência de dados menos corretos no sistema. Assim sendo, o sistema corre o risco de ter dados errados que por conseguinte serão apresentados aos utilizadores, induzindo-os em erro. Devido à natureza colaborativa

destes sistemas surge a necessidade de desenvolver e adotar mecanismos que minimizem o problema da falta de credibilidade da informação e dos utilizadores que a disponibilizam.

Existindo este tipo de mecanismo fica salvaguardada a confiança que um utilizador tem no resultado das suas consultas; caso a informação não seja credível o utilizador identifica-a como tal rapidamente.

Para além destes mecanismos serem úteis para se reconhecer a credibilidade da informação presente numa rede social, tornam-se também imprescindíveis para efetuar recomendações aos utilizadores de acordo com as suas pesquisas.

Um mecanismo de recomendação pretende dar resposta às dificuldades das pessoas em escolher entre uma variedade de produtos e serviços e entre várias alternativas que lhe são apresentadas [4].

### **1.1. Motivação**

As redes sociais de transportes públicos talvez sejam a melhor fonte de informação, pelo seu carácter colaborativo, para quem deseje efetuar uma viagem, pois para além de poderem fornecer diferentes formas de chegar ao mesmo destino existe também o relato das experiências de outros utilizadores.

Ao longo do tempo mais e mais informação vai sendo adicionada, permitindo um maior número de resultados nas pesquisas. Mas será que todos estes resultados estão corretos? Quem os adicionou teve mesmo essa experiência ou está a inserir *spam*? Talvez todos nós já tenhamos feito estas perguntas a nós próprios e ficámos sem resposta.

Para além de disponibilizar informação e experiências, este tipo de redes sociais também possibilitam que os utilizadores avaliem o conteúdo possibilitando dar pontuação aos comentários de outros membros, a locais, a sítios, a transportes, a empresas, entre outros. Mas também podemos interrogar acerca da avaliação dada.

Será fidedigna? Quem é a pessoa que avaliou? Terá relação direta com o item avaliado?

Uma forma dos membros das redes sociais ultrapassarem o problema da identificação da informação fidedigna poderá passar pela disponibilidade de serviços que utilizem a informação e as avaliações para de alguma forma classificar a informação. Para além do reconhecimento fácil da informação veredita existiria também a vantagem do desacoplamento de um mecanismo dito “pesado” para qualquer sistema. Seguindo o paradoxo de que a informação é tão fiável quanto quem a inseriu, o serviço disponibilizaria a reputação de cada membro participante da rede social [5].

Apesar da utilidade de um serviço tal como o descrito acima, seria também bastante útil no universo das redes sociais a existência de um serviço que fornecesse recomendações personalizadas para os participantes. Com o aumento contínuo de volume de informação nas redes sociais será cada vez mais difícil para um utilizador encontrar informação interessante e desejável para si. É aqui que surge a necessidade da existência de recomendações personalizadas a fim de recomendar itens do interesse de cada membro, resumindo, para uma pesquisa idêntica serão recomendados itens consoante o utilizador que a fez [6].

As recomendações só serão efetuadas eficazmente se a informação estiver controlada/classificada, a fim de não existir o risco de ser recomendada informação pouco credível. Daí também a importância da existência de uns mecanismos de reputação.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo deste projeto foca-se na área dos sistemas de recomendação para encaminhar informação desejada pelos utilizadores registados de forma automática e na área dos sistemas de reputação para identificar a qualidade da informação criada pelos utilizadores em redes sociais. Assim estes sistemas auxiliam redes sociais a ultrapassar três problemas:

- a) Credibilidade da informação;
- b) Incentivar a participação;
- c) Facilitar a recuperação de informação relevante para o utilizador.

Dado a diversidade de sistemas de recomendação e reputação existentes, o presente trabalho vai desenvolver uma aproximação baseada em serviços para permitir criar sistemas de recomendação e reputação de forma fácil usando partes comuns.

O serviço de reputação terá como propósito avaliar a participação dos utilizadores numa rede social e incentivá-los a participar nesta. Enquanto o serviço de recomendação terá como propósito recomendar informação interessante para o utilizador.

Para que seja possível a eficiência dos serviços é necessário obter alguns dados inseridos através da interface da rede social, bem como, quem os inseriu, para ser possível avaliar os utilizadores. A informação que cada um partilha é avaliada por outros e desta forma será possível calcular a reputação de cada membro. Caso um utilizador tenha uma boa reputação poderemos confiar nas suas partilhas, caso contrário devemos desconfiar. A reputação deverá, ao mesmo tempo, incentivar a participação dos membros para que não deixem de utilizar a rede social.

Tendo a informação identificada como credível ou não credível é traçado outro objetivo: o desenvolvimento de um serviço de recomendação, que não poderia responder eficazmente sem este trabalho prévio (classificar a informação). Este serviço auxilia os resultados das pesquisas personalizando-as, ou seja, para dois membros distintos que façam uma pesquisa idêntica poderão ser recomendados itens

diferentes. Estes itens deverão estar de acordo com os interesses de cada um e assim, mais facilmente um membro terá acesso a itens pretendidos.

Para ajudar a compreender o que se pretende está representado na Figura 1 a arquitetura de comunicação entre serviços e aplicações clientes (baseada na informação existente da rede social Integra).

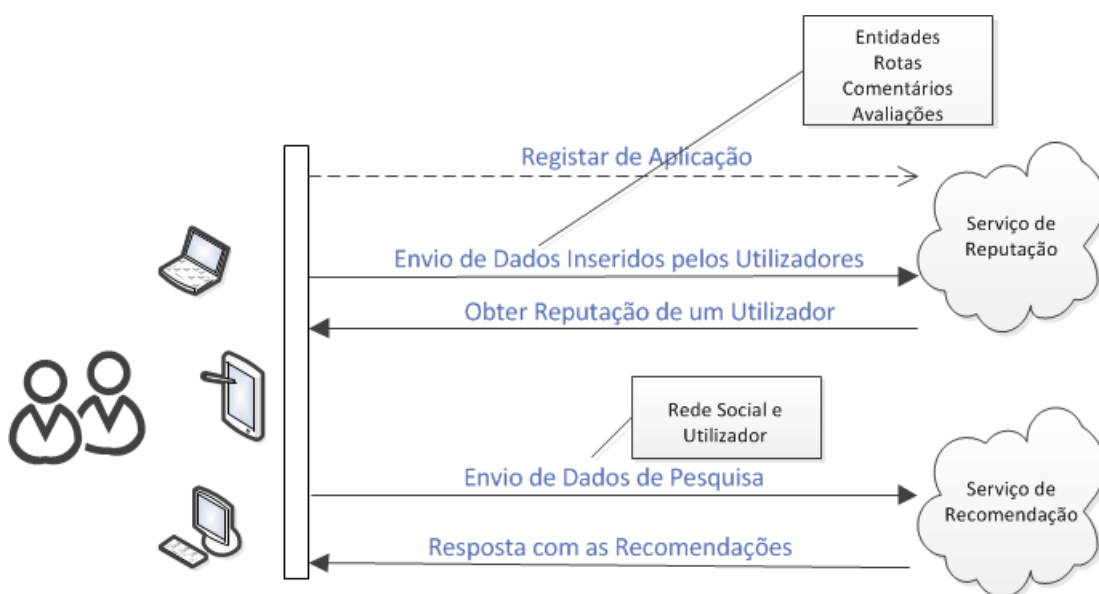


Figura 1 - Arquitetura de comunicação entre as redes sociais e os serviços

Sem entrar em detalhes a arquitetura definida tem os seguintes passos:

- A rede social deverá registar-se no serviço de reputação. Sem este registo não será possível enviar dados para os serviços;
- Dados inseridos na rede social devem ser enviados para o serviço de reputação: novos itens, avaliações aos itens ou comentários e classificações entre membros.  
Os dados recebidos pelo serviço são registados em base de dados;
- A qualquer momento possibilitar a obtenção da reputação de um utilizador;
- A qualquer momento requerer itens para recomendar a um utilizador.

### 1.3. Contexto do Projeto *Start*

O Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) é parceiro do Projeto *Start*, que conta com treze parceiros desde 2008 e tem vindo a contribuir para o seu desenvolvimento. Um dos projetos desenvolvidos neste contexto foi uma rede social de transportes públicos, de seu nome *Integra*.

“O projeto *Start*<sup>1</sup> visa auxiliar potenciais viajantes a encontrarem opções de mobilidade, preferencialmente sustentável. O *Start* é materializado sob a forma de uma rede social na internet permitindo acesso a informação sobre opções de mobilidade considerando, por exemplo, a rota, o meio de transporte ou o operador” [7].

“Os viajantes podem colaborar ativamente para a melhoria da informação adicionando itens relativos às suas experiências ou conhecimentos. A abordagem colaborativa permite também a inserção de avaliações relativas à informação disponibilizada” [6].

Tal como as outras redes sociais, a *Integra* deparou-se com os mesmos problemas: fiabilidade da informação existente, garantir a participação dos utilizadores e dificuldade em encontrar o que se pretende no meio de um grande volume de informação. Surge então a necessidade de ultrapassar os problemas e resolvê-los de forma a dar garantias de confiança aos participantes e visitantes da rede social.

Os serviços desenvolvidos, no âmbito do projeto, dão a resposta necessária para que a *Integra* deixe de ter os problemas existentes. Esta rede social irá ser a pioneira a usufruir e a testar os mecanismos que ajudam a ultrapassar os problemas identificados.

---

<sup>1</sup> O projeto *Star* disponibiliza uma rede social de transportes cujo nome é: *Integra*, podendo ser acessível em <http://integra.isel.pt/>

---

## **1.4. Organização do Documento**

O presente documento está organizado em seis capítulos:

- 1) Introdução: neste capítulo é efetuado um breve conceito acerca das redes sociais e os problemas inerentes à sua utilização. São também definidos os objetivos do projeto bem como a motivação para os concretizar;
- 2) Estado da Arte: neste capítulo é elaborado todo o estudo efetuado para possibilitar a concretização prática do projeto. São também fundamentadas as decisões acerca das diferentes hipóteses para implementação;
- 3) Modelo Conceptual dos Serviços de Recomendação e Reputação: neste capítulo são definidos os requisitos principais dos serviços bem como toda a arquitetura inerente ao desempenho funcional destes. São também demonstradas todas as funcionalidades que os serviços devem desempenhar;
- 4) Mecanismos de Recomendação e Reputação baseados em serviços: neste capítulo é demonstrado como se deve interagir com os serviços e o custo associado às alterações necessárias para usufruir das suas funcionalidades;
- 5) Casos Práticos de Aplicação dos Serviços Desenvolvidos: neste capítulo é demonstrada a concretização prática dos serviços e o que eles podem fornecer;
- 6) Conclusão: neste capítulo é concretizada a ideia final acerca do projeto e o possível trabalho futuro.

## **2. Estado da Arte**

De forma a conhecer o estado da arte dos mecanismos já existentes que determinam a reputação e façam recomendações foi levado a cabo o estudo de alguns mecanismos de referência.

### **2.1. Mecanismos**

Neste ponto irão ser abordados os diferentes conceitos teóricos que darão suporte ao desenvolvimento prático. O estudo é elaborado com a maior abrangência para se ganhar o máximo de conhecimento possível e refletir sobre qual o melhor mecanismo a adotar para cada serviço.

#### **2.1.1. Mecanismos de Reputação**

Os mecanismos de reputação representam uma importante alternativa que auxilia os próprios utilizadores a criarem relacionamentos confiáveis na internet, permitindo-os fazerem avaliações pessoais sobre a atuação dos indivíduos e identificarem as reputações avaliadas perante a opinião de uma comunidade.

A atuação de um mecanismo de reputação é baseada em dois conceitos: confiança e reputação. A confiança define, sob o ponto de vista de um indivíduo, o quanto ele confia em outro indivíduo. Para ser confiável é necessário que o utilizador tenha atitudes positivas e fidedignas. O conceito de reputação corresponde ao caráter ou posição de um indivíduo perante a opinião de uma comunidade, ou seja, reflete a visão da comunidade sobre o indivíduo.

Mecanismos de reputação recolhem, partilham e guardam informações sobre o comportamento anterior dos seus participantes. Estes sistemas ajudam os

participantes envolvidos a decidir em quem podem confiar e a evitar a participação daqueles que não são confiáveis. Sistemas colaborativos podem utilizar os conceitos de confiança e reputação através de mecanismos que têm o objetivo de inibir o mau comportamento dos membros nas redes sociais. O mau comportamento, quando detetado, pode causar a diminuição da reputação e por conseguinte a confiança dos outros membros. Este tipo de sistema é bastante importante para identificar utilizadores que não se comportam adequadamente.

Em alguns sistemas deste tipo são utilizadas normas para definir o que os utilizadores podem ou não podem fazer restringindo as suas ações ou então permitindo violações de normas que poderão ser punidas de alguma forma.

Não existe uma fórmula única para que sejam construídos mecanismos de reputação. Um modelo poder-se-á adaptar a um qualquer sistema, mas isto não quer dizer que se adapte a todos os sistemas de reputação, basta considerar que os propósitos de cada rede nem sempre são iguais.

O portal Yahoo desenvolveu uma biblioteca de suporte ao programador, no qual dá dicas para a construção de um sistema de reputação. Uma delas é considerar o nível de competitividade existente na rede colaborativa, pois introduzir estímulos competitivos em alguns contextos pode causar roturas na comunidade. Considerando os diversos níveis de competitividade entre membros, é possível identificar cinco padrões de comunidades (Figura 2):

- a) *Atenciosa (Caring)*: os membros são motivados a ajudar-se uns aos outros e a reputação serve para identificar os utilizadores mais antigos e ativos na comunidade, a fim de que outras pessoas encontrem conselhos e orientações;
- b) *Colaborativa (Collaborative)*: todos os membros têm o mesmo objetivo e trabalham juntos para obter êxito. É aconselhável usar graus de reputação para identificar membros ativos, antigos e confiáveis. Exemplo: Wikipedia;
- c) *Cordial (Cordial)*: apesar de cada utilizador possuir interesses próprios, eles não são conflitantes. Uma maneira de mostrar utilizadores com maior quantidade de participação positiva é mostrar o histórico de contribuição de cada utilizador. Exemplo: Ebay e Yahoo! Answers;

- d) Competitiva (*Competitive*): este tipo de comunidade é caracterizado pela concorrência dos utilizadores em atingirem os mesmos objetivos. Disponibilizar conquistas e medir o desempenho é a única finalidade em se utilizar um sistema de reputação neste contexto. É aconselhável facilitar as comparações entre utilizadores, mostrando níveis numéricos e fornecendo prémios de motivação. Exemplo: Y! Fantasy Sports;
- e) Combativa (*Combative*): tal como o nome indica, é um tipo combativo em que ocorre a vitória de um utilizador e a perda de outro. A reputação deve exibir o número de vitórias, derrotas, posição em rankings e troféus. Exemplo: Xbox Live;



Figura 2 - Os cinco padrões de comunidades colaborativas [8]

Os sistemas de reputação podem ser de diferentes tipos e dependente do tipo assim será o seu comportamento. Os diferentes tipos serão abordados de seguida:

- a) Reputação baseada em identificação de membros:

Existem comunidades onde não é usado nenhum tipo de pontuação ou perfil para classificação de utilizadores, mas sim rótulos para identificação de membros a fim de legitimar certos utilizadores como confiáveis ou portadores de certos papéis dentro daquele contexto. Assim, invés de um utilizador pertencer a um perfil chamado 'Gold' ou a um nível numérico chamado 'Nível 5', é dado a ele um ou mais rótulos que claramente o distinguem de outros utilizadores, como por exemplo, 'Contribuidor', 'Membro da Administração', 'Ajudante', 'Júnior', entre outros. Esta estratégia é muito utilizada para distinguir representantes oficiais de uma comunidade e administradores de um sistema (Figura 3).

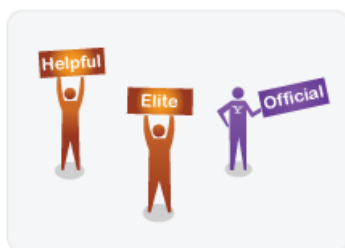


Figura 3 - Reputação baseada em identificação de membros [8]

b) Reputação baseada em perfis:

Num modelo de reputação baseado na existência de perfis de utilizadores cada perfil tem direitos e deveres e cada utilizador pertence a um único perfil que pode ser alterado conforme a participação do mesmo na comunidade. É extremamente recomendado para comunidades não competitivas. Pode ser também usado para incentivar a colaboração dos membros, mostrando seu crescimento individual através das suas contribuições.

Neste tipo de reputação, cada perfil deve representar uma categoria diferente de utilizadores, com direitos e recompensas melhores que a categoria anterior. Também devem ser usados nomes únicos e bem distintos para cada perfil de modo a serem facilmente entendidos e comparados (Figura 4).



Figura 4 - Reputação baseada em perfis [8]

c) Reputação baseada em níveis numéricos:

Este tipo de reputação é semelhante ao baseado em perfis. É também utilizada para dar uma ideia ao utilizador sobre a sua evolução na comunidade, visualizar sua posição dentro da comunidade e visualizar a reputação de outros membros. Embora essa classificação seja muito parecida à reputação anterior, níveis numéricos adaptam-se melhor às comunidades um pouco mais competitivas que as anteriores, devido ao fato da comparação entre números

ser muito mais intuitiva que a comparação entre nomes de categorias (Tabela 1).

| Nível | Pontos         |
|-------|----------------|
| 0     | 0              |
| 1     | 1 até 750      |
| 2     | 751 até 2000   |
| 3     | 2001 até 7500  |
| 4     | 7501 até 15000 |
| 5     | Mais de 15000  |

Tabela 1 - Exemplo de mapeamento de pontos para níveis numéricos

d) Reputação baseada em pontos:

Embora seja utilizada pela grande maioria dos sistemas de reputação, sempre atrelada a outros modelos de reputação como, por exemplo, reputação baseada em perfis ou reputação baseada em rankings, a reputação baseada em pontos é indicada principalmente para comunidades altamente competitivas, como jogos de desporto, onde a ideia central é a comparação de resultados. As regras para obtenção, ou perda, de pontos devem ser extremamente claras. É necessário manter um histórico das ações efetuadas para que o utilizador possa facilmente consultar quais as ações que o levaram para a pontuação atual. Segundo o YAHOO (2010) os pontos devem ser uma recompensa pela performance ou qualidade de uma interação (Figura 5).

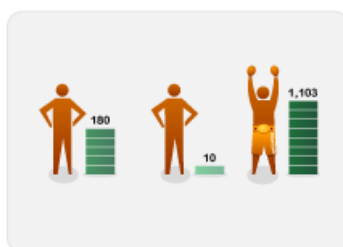


Figura 5 - Reputação baseada em pontos [8]

e) Reputação baseada em ranking:

Em comunidades altamente competitivas os membros interessam-se, basicamente, em saber qual a sua posição em relação aos outros membros ou,

até mesmo, se pertencem a um grupo restrito de membros. Assim, neste tipo de comunidade é aconselhável utilizar um sistema de reputação baseado em pontos atrelado a um sistema de reputação baseado em ranking, a fim de que os utilizadores possam facilmente comparar o seu progresso com o progresso dos outros utilizadores (Figura 6).

A forma de manter os membros motivados e estimulados a escalar o ranking é recompensá-los com prémios virtuais, como faz o Yahoo! Fantasy Sports. É recomendado que não sejam apenas premiados os utilizadores com maior ranking, mas também utilizadores intermédios ou até mesmo principiantes.



Figura 6 - Reputação baseada em ranking [8]

### **2.1.2. Mecanismos de Recomendação**

Com a quantidade de informação e com a disponibilidade da mesma pelo acesso à Internet, as pessoas deparam-se com uma diversidade muito grande de opções. Muitas vezes uma pessoa possui pouca ou quase nenhuma experiência pessoal para realizar as escolhas dentre as várias alternativas que lhe são apresentadas. Para diminuir as dúvidas e necessidades que temos frente à escolha entre diferentes alternativas, geralmente confiamos nas recomendações. Os mecanismos de recomendação auxiliam no aumento da capacidade e eficácia deste processo de indicação de seleção.

Focando o exemplo das redes sociais para transportes públicos e para que seja possível recomendar, sítios, locais ou até mesmo outros membros a um utilizador é necessário ter-se o conhecimento sobre quem é este utilizador. Antes mesmo de pensar em armazenar suas informações pessoais e comportamentais é necessário identificar qual o tipo de informação que será relevante para recomendar, visando uma eficiente personalização no que é recomendado. Para a correta geração da recomendação a definição do perfil do utilizador e recolha de informação é imprescindível [9].

A recolha de informação passa por uma filtragem que é tratada de igual forma entre utilizadores. É no entanto tratada de forma distinta entre consultas iguais de utilizadores diferentes, pois leva em conta o perfil de cada utilizador. A tarefa de filtragem é portanto indicar itens que são relevantes para um determinado utilizador considerando o seu perfil [10].

As três técnicas mais utilizadas em sistemas de recomendação são: filtragem baseada em conteúdo, filtragem colaborativa e filtragem híbrida. Detalhando estas técnicas:

a) Filtragem Baseada em Conteúdo:

Neste tipo de filtragem as recomendações são feitas apenas baseadas no perfil do utilizador previamente construído. Esse perfil é individual e determinado a partir da análise do conteúdo de itens que o utilizador qualificou ou mostrou algum interesse no passado [11].

Este tipo de sistemas partem do pressuposto que utilizadores com gostos semelhantes tendem a comportar-se da mesma forma perante um determinado item.

Este tipo de filtragem tem como vantagens [12]:

- I. Não ser necessário que um novo item tenha algum tipo de qualificação, bastando apenas que este seja semelhante ao perfil do utilizador;
- II. Avaliar a semelhança entre todos os itens, não se restringindo a itens já avaliados por outros membros.

E desvantagens [12]:

- I. As representações de conteúdo de um item não conseguem capturar alguns aspetos, como qualidade de um texto ou informação de multimédia;
- II. Superespecialização do sistema. A diversidade de itens recomendados fica restrita à similaridade de itens avaliados por um utilizador, sem conseguir recomendar itens não relacionados que também poderiam ser de interesse.

b) Filtragem Colaborativa:

A filtragem colaborativa consiste em recomendar itens baseados na similaridade entre utilizadores, diferentemente da filtragem baseada em conteúdo que se foca na similaridade entre itens. Basicamente é formado um conjunto de utilizadores denominados “vizinhos mais próximos”, que possuem itens classificados de forma semelhante ao utilizador alvo. À priori, neste tipo de aproximação a informação sobre os itens é desconhecida, as recomendações são baseadas na semelhança entre utilizadores [13].

Este tipo de filtragem tem como vantagens [12]:

- I. A possibilidade de tratar diferentes tipos de conteúdo, não apenas documentos textuais, pois as recomendações são baseadas em avaliações de outros utilizadores;
- II. A qualidade das recomendações é superior ao comparado a sistemas que utilizam filtragem baseada em conteúdo. A justificação está no facto de sistemas automatizados não serem eficientes em determinar a qualidade de um produto analisando apenas o seu conteúdo. A qualidade de um item está implícita na avaliação de outros utilizadores, sendo possível produzir recomendações de melhor qualidade.

E desvantagens [12]:

- I. Se um item for introduzido no sistema, não será recomendado até que um dos utilizadores o avalie. O que traz outra consequência: se o número de utilizadores do sistema for reduzido em relação à

quantidade de itens, a coleção de itens que poderá ser recomendada é reduzida;

- II. Existência de um utilizador cujas preferências diferem dos outros utilizadores. Neste caso, não há vizinho semelhante ao utilizador ativo, ocasionando recomendações que não correspondem às preferências desse utilizador.

c) Filtragem Híbrida:

A filtragem híbrida consiste em associar duas ou mais técnicas de recomendação com o intuito de unir suas vantagens e, simultaneamente tratar os principais problemas inerentes a cada uma delas.

Os sistemas de recomendação têm vindo a ganhar um reconhecimento crescente devido maioritariamente ao seu uso no comércio eletrónico como é o caso da Amazon. Estes mecanismos providenciam recomendações de diferentes produtos através de informação por diversas ações do utilizador do sistema. É então através desta junção de conhecimento que se identifica uma grande vantagem na sua utilização dada a capacidade de generalizar e de gerar listas de recomendações para futuras aquisições que não tenham sido consideradas até então.

Estes sistemas sugerem produtos aos clientes baseados nas vendas totais destes, nos dados demográficos do cliente, na análise de compra e/ou histórico de avaliações colaborativas dos clientes. A maioria dos sistemas tem em conta o perfil para descobrir os produtos adequados e relevantes para a necessidade do cliente.

Outro exemplo aplicado deste tipo de mecanismos é o maior motor de pesquisa do Mundo, da Google, que usa um sistema de recomendação para personalizar os resultados por utilizador. Se dois utilizadores pesquisarem pela palavra “ISEL”, a lista de resultados poderá não ser a mesma.

## 2.2. Técnicas e Algoritmos

Os mecanismos de reputação e de recomendação baseiam-se em técnicas e algoritmos para efetuar o cálculo da reputação e para recomendar itens aos utilizadores. Este subcapítulo pretende mostrar o estudo efetuado para conhecimento das melhores técnicas que serão a base da funcionalidade dos serviços.

### 2.2.1. Técnicas e Algoritmos de Reputação

Existem diversos algoritmos para mecanismos de reputação. Todos eles apontam ao mesmo objetivo - calcular a reputação, no entanto são específicos quanto aos dados necessários para efetuar o cálculo.

Cada algoritmo tem a sua vocação. Uns estão mais vocacionados para redes P2P, outros para funcionar como agentes e outros para calcular a reputação de uma rede *wireless* (*Wireless Sensor Network* (WSN)), entre outras possibilidades [14] [15].

De acordo com os requisitos e necessidades seria preciso identificar algoritmos que funcionassem de uma forma centralizada, ao contrário do que acontece com alguns algoritmos mais vocacionados para redes P2P. Nalguns casos cada *peer* tem implementado o algoritmo que calcula a reputação de outros *peers* com quem este já privou.

Após serem identificados alguns algoritmos que respondessem às necessidades, filtraram-se ainda aqueles que melhor poderiam garantir a qualidade da informação de acordo com as ações existentes nas redes sociais, avaliação de itens e classificação de dados [16].

De entre os algoritmos estudados serão referenciados dois: *Sporas* e *MTrust*. Estes foram identificados como os mais adequados de acordo com a especificidade das redes sociais calcula-se assim, a reputação dos seus membros e, por conseguinte, identificasse a informação em que se poderá confiar.

### 2.2.1.1. Algoritmo Sporas

Este algoritmo é sugerido para mecanismos de reputação onde a reputação é calculada recursivamente e onde o *rating* mais recente é o que tem o maior peso. Assim, a reputação no tempo  $j$ ,  $R_j$ , é obtida recursivamente através da reputação anterior,  $R_{j-1}$ , e o *rating* dado pelo utilizador.

Os *ratings* obtidos através do algoritmo *Sporas* são calculados através da seguinte expressão [16]:

$$R_i = R_{i-1} + \frac{1}{\theta} \cdot \phi(R_{i-1}) \cdot (W_i - R_{i-1})$$

Onde,  $\theta$  é o efetivo número total de *ratings* obtidos ( $\theta > 1$ ),  $W_i$  representa o *rating* dado pelo utilizador  $i$  e a função  $\phi$  é definida para desacelerar as alterações incrementais feitas pelos utilizadores [16].

$$\phi(R_{i-1}) = 1 - \frac{1}{1 + e^{\frac{-(R_{i-1}-D)}{\sigma}}}$$

Onde,  $D$  é o valor máximo possível de reputação e  $\sigma$  é o fator de amortecimento da função  $\phi$ .

### 2.2.1.2. Algoritmo MTrust

O algoritmo MTrust é um algoritmo focado em sistemas de agentes onde a interação cooperativa entre os agentes e os seus visitantes é assegurada.

Este algoritmo é também proporcionado para mecanismos baseados em feedbacks, tentando impedir que um utilizador malicioso desclassifique e polua a informação.

Sendo o *MTrust* um algoritmo vocacionado para a identificação da qualidade da informação e uma vez que este se baseia em feedback, ao contrário do algoritmo

*Sporas* que não equaciona este tipo de ação, foi o selecionado para identificar a qualidade da informação recebida pelo serviço.

Os *ratings* obtidos através do algoritmo *MTrust* são calculados através da seguinte expressão [16] [17]:

$$T_{O_i^T \rightarrow v h_i}^{FAIN} = \sum_{K=1}^{Num} W_k \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N_k} Rep_{O_i^R \rightarrow v h_i}}{N_k}$$

Onde, *Num* é o número de avaliações,  $W_k$  é o peso da avaliação do item *k* e  $N_k$  é o número de avaliadores que avaliaram o item *k*.

A função  $Rep_{O_i^R \rightarrow v h_i}$  pesa a confiança que outros membros tem num utilizador [16]:

$$Rep_{O_i^R \rightarrow v h_i} = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

Onde,  $\alpha = N_p + 1$ ,  $\beta = N_n + 1$ ,  $N_p$  e  $N_n$  são o número de *feedbacks* positivos e negativos, respetivamente.

A reputação de um membro numa rede social pode ser medida através da sua participação na rede ou consoante a qualidade das suas partilhas. Como exemplificado nos parágrafos acima a qualidade pode ser calculada através dos algoritmos *Sporas* ou *MTrust*, mas como calcular a atividade de um participante na rede social?

Não existe uma forma estandardizada de como se deve calcular a reputação de um utilizador consoante as suas participações. A maioria dos sistemas dão pontuação por tipo de ação, mas os pontos obtidos são divergentes.

O Yahoo especializou-se em sistemas de reputação e desenvolveu uma biblioteca, *Yahoo! Design Pattern Library* [8], com informação bastante útil acerca dos diferentes tipos destes sistemas. Esta mesma empresa disponibiliza numa das suas páginas referentes ao seu mecanismo de *Questing Answering* [18] a pontuação dada aos seus utilizadores por ação no sistema.

### Points Table

| Action  | Points             |
|---|--------------------|
| Begin participating on Yahoo! Answers   | One Time: 100      |
| Ask a question <b>1</b>   | -5                 |
| Choose a best answer for your question  | 3                  |
| No Best Answer was selected by voters on your question  | Points Returned: 5 |
| Answer a question <b>2</b>  | 2                  |
| Self-deleting an answer   | -2                 |
| Log in to Yahoo! Answers  | Once daily: 1      |
| Vote for an answer <b>3</b>   | 1                  |
| Vote for No best answer   | 0                  |
| Have your answer selected as the best answer  | 10                 |
| Receive a "thumbs-up" rating on a best answer that you wrote (up to 50 thumbs-up are counted) | 1 per "thumbs-up"  |
| Receive a violation   | -10                |

Tabela 2 - Tabela de Pontos da Yahoo Answer [18]

Um mecanismo de *Questing Answering* não tem o mesmo tipo de ações que uma rede social, portanto foi necessário paralelizar as ações de um, com a de outra para atribuir pontuação. A tabela 3 mostra essa paralelização.

| Ação                        | Pontos | Ação  |
|-----------------------------|--------|---|
| Efetuar uma questão (1)     | -5     | Inserir entidades ou relações entre entidades               |
| Responder a uma questão (2) | 2      | Avaliar e/ou comentar entidades ou relações entre entidades |
| Votar numa resposta (3)     | 1      | Classificar comentários ou avaliações                       |

Tabela 3 - Paralelização de Pontos entre Mecanismos de QA e Redes Sociais

Não é do âmbito do projeto identificar um utilizador quanto ao nível, ranking, perfil ou identificação (administrador, moderador, principiante) em que se enquadra, mas sim calcular e disponibilizar a sua reputação, deixando ao critério das redes sociais ou qualquer outro sistema cliente a forma como gere e classifica a pontuação de cada membro.

### 2.2.2. Técnicas e Algoritmos de Recomendação

Os mecanismos de recomendação baseiam-se em técnicas como: Filtragem Baseada em Conteúdo, Filtragem Colaborativa e Filtragem Híbrida. Cada uma destas técnicas tem diferentes algoritmos associados, focado em itens (no caso da filtragem baseada em conteúdo) ou focado nos utilizadores (no caso da filtragem colaborativa).

Nas diferentes técnicas estudadas foram identificadas diferentes maneiras de apresentar recomendações aos utilizadores. Na secção 2.2.2 Técnicas e Algoritmos de Recomendação serão detalhadas duas dessas maneiras: uma referente à técnica baseada em conteúdo e outra à técnica de filtragem colaborativa.

#### 2.2.2.1. Técnica de Filtragem Baseada em Conteúdo

A técnica de Filtragem Baseada em Conteúdo constrói um perfil do utilizador baseado nas características dos itens na qual o utilizador teve alguma interação, seja de maneira explícita ou implícita. Para recomendar um item, esta técnica faz a correlação entre o conteúdo deste item e os interesses do utilizador extraídos do seu perfil.

Nos métodos de recomendação que utilizam a Filtragem Baseada em Conteúdo a utilidade de um item para um utilizador é baseada nas interações já assinaladas por ele a outros itens similares. É preciso entender as características dos itens que o utilizador já avaliou com notas altas no passado. Assim, itens que possuem grande grau de semelhança com estes serão recomendados. [19]

Exemplos de tecnologias aplicadas para Filtragem Baseada em Conteúdo são classificadores *bayesianos* e técnicas de aprendizagem de máquina, incluindo agrupamento, árvores de decisão e Redes Neurais Artificiais.

Esta técnica possui problemas associados à superespecialização, pois não possui métodos que permitam recomendações de itens diferentes dos que o utilizador já identificou anteriormente. Como exemplo se um utilizador comprou somente filmes

de terror, então a Filtragem Baseada em Conteúdo irá somente recomendar filmes de terror.

#### **2.2.2.2. Técnica de Filtragem Colaborativa**

A abordagem da filtragem colaborativa foi desenvolvida para ultrapassar pontos que estavam em aberto na filtragem baseada em conteúdo. Esta filtragem diferencia-se da baseada em conteúdo exatamente por não exigir a compreensão ou reconhecimento do conteúdo dos itens.

Nos mecanismos colaborativos a essência está na troca de experiências entre os membros que possuem interesses comuns. Nestes mecanismos, os itens são filtrados baseados nas avaliações feitas pelos utilizadores.

Sendo um dos objetivos do projeto o desenvolvimento de um serviço que faça recomendações a membros de uma rede social (sendo esta um sistema colaborativo), faz todo o sentido que a técnica a utilizar por este serviço seja a filtragem colaborativa em vez da baseada em conteúdo, até porque, o conhecimento dos perfis dos utilizadores não deve estar do lado do serviço, este deve ser independente, autónomo e desacoplado, o mais possível das redes sociais [20]. Assim sendo, toda a técnica e algoritmos utilizados pelo serviço para dar uma resposta eficiente aos participantes das redes sociais será descrita nos parágrafos seguintes.

A técnica de Filtragem Colaborativa, também chamada de *k-nearest-neighbor* ou *user based*, segue basicamente três passos [21]:

- a) Calcular o peso de cada utilizador em relação ao utilizador alvo (métrica de similaridade);
- b) Selecionar um subconjunto de utilizadores com maior similaridade (vizinhos mais próximos) para considerar na predição;
- c) Normalizar as avaliações e calcular as predições ponderando as avaliações dos vizinhos com seus pesos.

Antes de ser detalhado o algoritmo e para auxiliar a compreensão de como deve ser efetuada a seleção dos itens a recomendar, segue um exemplo prático:

|        | Prod1 | Prod2 | Prod3 | Prod4 | Prod5 | Prod6 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Paulo  |       | X     |       |       | X     |       |
| João   | X     | X     |       |       |       |       |
| Márcia |       |       | X     | X     | X     |       |
| Carlos |       |       | X     |       |       |       |
| Ana    | X     |       |       | X     |       |       |
| Mauro  | ?     | X     |       |       | ?     |       |

Tabela 4 - Recomendação Baseada em Filtragem Colaborativa

Por exemplo, se se quiser recomendar um produto ao utilizador Mauro será efetuada uma pesquisa por outros utilizadores com hábitos de consumos semelhantes. No caso do Paulo e do João, já compraram produtos que Mauro também comprou (Prod2). Em seguida, será recomendado ao Mauro produtos que estes dois possuem mas que Mauro não possui, tal como, Prod1 e Prod5. A decisão sobre a recomendação destes produtos baseia-se no histórico de avaliações comuns e o valor da predição calculado [22].

Como descrito anteriormente esta técnica é composta por três passos, o primeiro calcula a similaridade entre os utilizadores:

$$corr_{ab} = \frac{\sum_i (r_{ai} - \bar{r}_a)(r_{bi} - \bar{r}_b)}{\sqrt{\sum_i (r_{ai} - \bar{r}_a)^2 \sum_i (r_{bi} - \bar{r}_b)^2}}$$

Onde:

- $corr_{ab}$  é a correlação do utilizador alvo  $\underline{a}$  com um determinado utilizador  $\underline{b}$ ;
- $r_{ai}$  é a avaliação que o utilizador ativo  $\underline{a}$  atribuiu para o item  $i$ ;
- $r_{bi}$  é a avaliação que o utilizador ativo  $\underline{b}$  atribuiu para o item  $i$ ;
- $\bar{r}_a$  é a média de todas as avaliações do utilizador ativo  $\underline{a}$ , em comum com o utilizador  $\underline{b}$ ;
- $\bar{r}_b$  é a média de todas as avaliações do utilizador  $\underline{b}$ , em comum com o utilizador  $\underline{a}$ .

De notar que é preciso mais de uma avaliação em comum para que o índice seja útil. Os resultados variam entre 1 para a similaridade total e -1 para total disjunção.

A predição é feita independentemente do coeficiente utilizado no cálculo da similaridade, pois ela será gerada através da média ponderada das avaliações dos vizinhos que obtiveram um coeficiente de similaridade aceitável, ou seja, com limiar igual ou superior, por exemplo, a 0,3. A equação seguinte é utilizada para calcular a predição:

$$p_{ai} = \bar{r}_a + \frac{\sum_{b=1}^n (r_{bi} - \bar{r}_b) * corr_{ab}}{\sum_{b=1}^n |corr_{ab}|}$$

Onde:

- a)  $corr_{ab}$  é a correlação do utilizador a com um determinado utilizador b;
- b)  $p_{ai}$  a predição de um item i para o utilizador a;
- c)  $\bar{r}_a$  é a média de todas as avaliações do utilizador a aos itens que foram pontuados por todos os seus utilizadores similares;
- d)  $r_{bi}$  é a avaliação que o utilizador b atribuiu para o item i;
- e)  $\bar{r}_b$  é a média de todas as avaliações do utilizador b em comum com o utilizador a.

### 2.3.Serviços

Os paradigmas tradicionais de *software*, tal como a programação Orientada a Objetos, CORBA, DCOM ou RMI fornecem soluções pouco eficientes para lidar com os problemas de partilha de informação entre sistemas heterogéneos de diferentes domínios. Estas tecnologias dependem usualmente de uma plataforma tecnológica específica, bem como de uma linguagem de programação comum.

A arquitetura orientada a serviços (SOA) apresenta-se como uma solução que permite a interoperabilidade entre aplicações tornando transparente as diferentes naturezas dessas aplicações.

### 2.3.1. Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)

A arquitetura orientada a serviços (do inglês *Service Oriented Architecture* - SOA) permite abordar o desenvolvimento de *software* de outra forma, no qual as aplicações passam a ser construídas e reorganizadas como fornecedores de serviços ou operações específicas e bem definidas e que podem ser publicadas.

Esta arquitetura é denominada “orientada a serviços” porque as funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços. Neste contexto, podemos definir um serviço como um processo de negócio, ou seja, um conjunto de funcionalidades computacionais, reutilizável, que pode ser acedido através da internet.

Estas arquiteturas devem oferecer mecanismos de descrição e organização dos serviços, de descoberta dinâmica e de adaptação automática. Para que este modelo de arquitetura se torne exequível, o conjunto de serviços deve estar organizado em categorias hierárquicas e acessíveis, descrevendo o que cada serviço faz e como deve de ser invocado. Estas categorias estarão disponíveis através de serviços definidos para este fim, disponibilizados por entidades intermédias.

Basicamente fazem parte desta arquitetura três elementos: um fornecedor de serviços, um invocador de serviços e um mediador de serviços:

- a) Fornecedor de serviços – o fornecedor de serviços contém um ou mais serviços que são disponibilizados aos invocadores, ou seja, os clientes. Para viabilizar o acesso aos serviços por parte dos clientes, o fornecedor divulga os seus serviços nos repositórios do mediador de serviços;
- b) Invocador de serviços – o cliente é o elemento que faz a solicitação dos serviços, portanto é ele que inicia a comunicação, podendo utilizar as funções dos serviços solicitados para a composição de outros serviços;
- c) Mediadores de serviços – os mediadores de serviços armazenam a descrição, a classificação e localização dos serviços disponibilizados pelos fornecedores para todos os participantes do sistema. Os mediadores têm um papel fundamental

do funcionamento da arquitetura, pois facilitam a descoberta dinâmica dos serviços por parte dos clientes.

A Figura 7 mostra a interação entre os três elementos e os papéis desempenhados nesta arquitetura orientada a serviços.

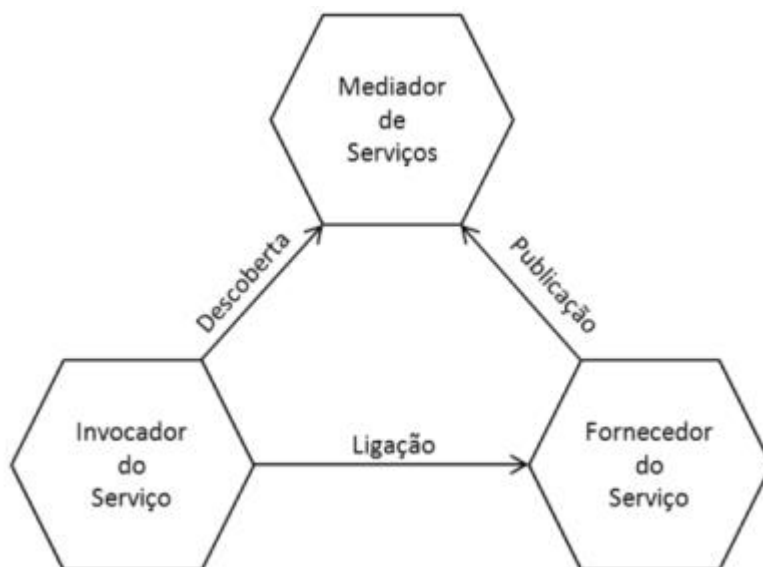


Figura 7 - Arquitetura Orientada a Serviços [23]

As colaborações e interações entre os três elementos são suportadas por um protocolo normalizado. Cada serviço é descrito num formato normalizado e essas descrições são os elementos chave para todos os três papéis, pois é delas que se extraem as informações necessárias para classificar, escolher e invocar um serviço.

A arquitetura orientada a serviços é essencialmente uma coleção de serviços que comunicam uns com os outros. A comunicação pode envolver a passagem simples de dados ou a coordenação da atividade de dois ou mais serviços.

Contudo, os conceitos subjacentes a esta arquitetura não são novos, tendo o modelo sido definido no início dos anos 90. Algumas arquiteturas mais importantes no panorama atual dos sistemas de informação, que usam este modelo são: CORBA, DCOM e JavaRMI. No entanto, o modelo só tem sido adotado parcialmente, no âmbito

interno das organizações, devido à dificuldade de implementação de conceitos de independência de localização, de flexibilidade dos dados e interoperabilidade.

### ***2.3.2. Web Services***

Esta tecnologia aparece como uma verdadeira revolução na realização da integração de sistemas heterogêneos. De uma forma simples, usando normas abertas e com grande sucesso na Internet, podendo substituir as tradicionais estratégias EAI (*Enterprise Application Integration*) – que resultam de uma tentativa que as empresas fizeram para interligar as aplicações de negócios internos e para partilha de dados. Recentemente, esta definição expandiu-se, significando agora também a união dos dados e a ligação com parceiros externos.

Simplificando, um *Web Service* funciona como uma página Web, com a diferença de que, ao invés de HTML, utiliza XML e não contempla uma interface gráfica. O XML é linguagem natural dos *Web Services*, isto é, os fornecedores de serviços descrevem as suas funções em XML, os clientes requisitam em XML, quaisquer dados retornados para o cliente são em formato XML. Desta forma os dados podem ser descritos e o pacote de mensagem SOAP (*Simple Object Access Protocol*) pode ser manipulado com grande facilidade, tanto por quem envia como por quem recebe.

Em termos práticos, a implementação dos conceitos de arquitetura orientada a serviços tem sido realizada através da arquitetura dos *Web Services*. Isto acontece pelo fato de ser uma solução fortemente baseada em XML, que é de ampla aceitação. Assim, os *Web Services* têm-se consolidando como a alternativa mais adequada na integração de sistemas heterogêneos.

### **3. Modelo Conceptual dos Sistemas de Recomendação e Reputação**

As redes sociais são sistemas colaborativos sem qualquer validação prévia da informação existente e sem qualquer controlo sobre esta informação, ou seja, todos os utilizadores partilham informação quer ela seja boa ou má.

Para colmatar a falta de confiança que os utilizadores poderão adquirir na informação existente numa rede social desenvolveram-se mecanismos de reputação. Estes mecanismos para além de qualificarem a qualidade da informação são também bastante úteis para incentivar a participação dos utilizadores.

Ao longo do tempo, com a crescente quantidade de informação adicionada fica cada vez mais difícil encontrar o que se pretende ou saber mesmo o que é interessante ou não. De forma a facilitar os utilizadores a encontrarem o que procuram utilizam-se mecanismos de recomendação.

Traçadas as necessidades transversais a todos os sistemas colaborativos desenvolveu-se o conceito de disponibilização dos mecanismos em forma de serviços por ser mais flexível e possível de reutilizar por qualquer rede social.

#### **3.1. Requisitos**

Os requisitos que caracterizam as necessidades dos serviços propostos são os seguintes:

- R1. O serviço de reputação deve permitir que uma aplicação cliente se registe e devolver um *token* para que esta se identifique em futuras comunicações. Caso não ocorra o registo por parte da aplicação não será possível comunicar com o serviço;

R2. O serviço de reputação deverá receber dados provenientes das redes sociais registadas e guardá-los em base de dados. Estes dados poderão ser:

- a. Novos itens inseridos;
- b. Avaliações e/ou comentários aos itens;
- c. Classificações às avaliações e aos comentários.

No caso de a) ou b) deve ser devolvido um *token* à aplicação cliente. Este *token* identifica o item ou a avaliação perante o serviço em futuras comunicações;

R3. Com base nos dados recebidos pelo requisito R2, o serviço de reputação deve calcular a reputação dos membros constituintes das diferentes redes sociais e disponibilizar a consulta desta reputação.

A reputação poderá ser baseada na participação de cada membro na rede social e/ou consoante a qualidade da informação que este partilha;

R4. Com base nos dados recebidos pelo serviço de reputação, o serviço de recomendação deverá recomendar itens a utilizadores. Caso se trate de uma rede social de transportes devem ser recomendadas rotas ou se se tratar de uma rede social de cinema devem ser recomendados filmes.

Como requisitos opcionais, que não sendo cruciais na solução proposta representam um valor acrescentado, inclui-se o seguinte:

RO1. O sistema deverá permitir a obtenção de um *token* que por algum motivo não foi devolvido pelo serviço (falha na comunicação, por exemplo);

RO2. O sistema deverá permitir alterações das percentagens para o cálculo final da reputação.

### **3.2. Casos de Uso**

Nesta secção serão apresentados os casos de uso referentes às funcionalidades que os serviços deverão apresentar (excluindo as opcionais), com base nos requisitos identificados no capítulo 3.1 Requisitos.

### 3.2.1. Serviço de Reputação

A Figura 8 esquematiza os casos de uso referentes ao serviço de reputação.

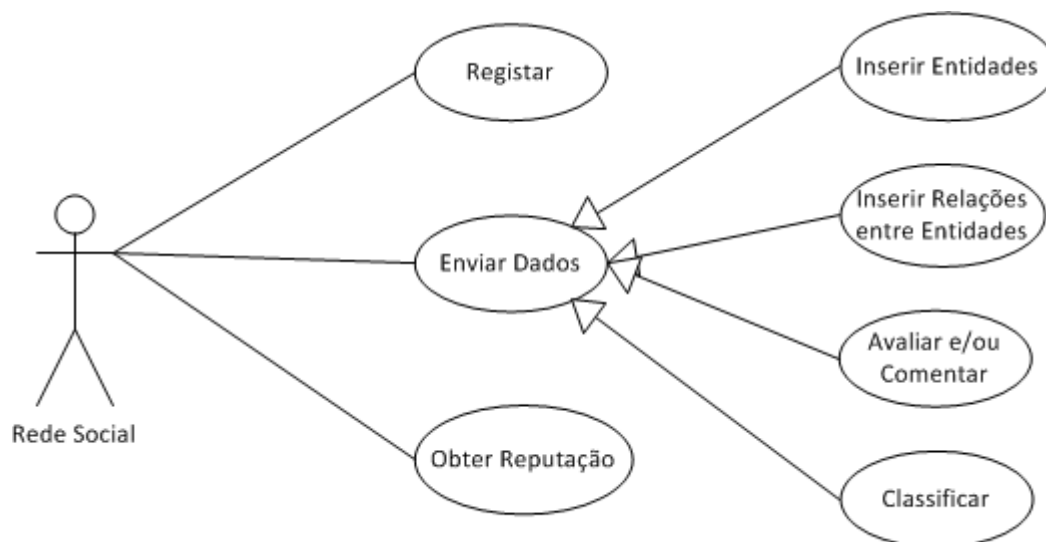


Figura 8 - Casos de Uso do Serviço de Reputação

#### 3.2.1.1. Caso de uso para Registrar uma Aplicação Cliente

**Descrição:** Registrar uma Aplicação Cliente

**Resumo:** Este caso de utilização permite a rede social registrar-se para futuramente interagir com outras funcionalidades dos serviços.

**Atores:** Rede Social

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de reputação;
2. É recebida informação com o nome da rede social, um e-mail de contato e as percentagens de atividade e qualidade. Estas percentagens indicam a forma como será calculada a reputação final dos membros de uma rede social, dando mais ênfase à participação ou à qualidade;
3. Os dados são guardados em base de dados;
4. É enviada informação acerca do sucesso ou insucesso de registo;
5. O caso de utilização termina.

### **3.2.1.2. Caso de uso para Inserir uma Entidade**

**Descrição:** Inserir Entidades

**Resumo:** Este caso de utilização permite a inserção de entidades (dando como exemplo o âmbito do projeto START, entidades serão: Transportes, Operadores e Aeroportos) que poderão ser futuramente relacionadas e avaliadas.

**Atores:** Rede Social

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de reputação;
2. É recebida a entidade e a identificação do utilizador que a inseriu através da interface gráfica da rede social;
3. Os dados são guardados em base de dados;
4. É enviada uma resposta com o sucesso ou insucesso de registo;
5. O caso de utilização termina.

### **3.2.1.3. Caso de uso para Inserir Relações entre Entidades**

**Descrição:** Inserir Relações entre Entidades

**Resumo:** Este caso de utilização permite a inserção de relações entre as entidades, num máximo de seis entidades.

**Atores:** Rede Social

**Pré-Condição:** As entidades já foram anteriormente inseridas.

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de reputação;
2. É recebida informação com as diferentes entidades, bem como quem fez a partilha de informação através da interface gráfica da rede social;
3. Os dados são guardados em base de dados;
4. É enviada uma resposta com o sucesso ou insucesso da inserção;
5. O caso de utilização termina.

#### **3.2.1.4. Caso de uso para Avaliar ou Comentar**

**Descrição:** Avaliar e/ou Comentar

**Resumo:** Este caso de utilização permite avaliar e/ou comentar entidades e relações entre entidades.

**Atores:** Rede Social

**Pré-Condição:** As entidades e as relações entre entidades que são alvo de avaliações ou comentários foram inseridas anteriormente com sucesso.

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de reputação;
2. É recebida a avaliação que um utilizador efetuou sobre uma entidade ou sobre uma relação entre entidades e a identificação desse utilizador;
3. Os dados são guardados em base de dados;
4. É enviada uma resposta com o sucesso ou insucesso de registo;
5. O caso de utilização termina.

#### **3.2.1.5. Caso de uso para Classificação**

**Descrição:** Classificar

**Resumo:** Este caso de utilização permite classificar positiva ou negativamente as avaliações ou comentários feitos por outros membros da rede social.

**Atores:** Rede Social

**Pré-Condição:** As avaliações ou os comentários classificados foram inseridos anteriormente com sucesso.

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de reputação;
2. É recebida a classificação que um utilizador efetuou sobre uma avaliação e a identificação desse utilizador;

3. Os dados são guardados em base de dados;
4. É enviada uma resposta com o sucesso da inserção;
5. O caso de utilização termina.

### 3.2.1.6. Caso de Uso para Obter Reputações

**Descrição:** Obter Reputação

**Resumo:** Este caso de utilização permite obter a reputação de um utilizador.

**Atores:** Rede Social

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de reputação;
2. São recebidos dados que identifique a rede social e o utilizador;
3. É enviada uma resposta com o valor da reputação do utilizador;
4. O caso de utilização termina.

### 3.2.2. Serviço de Recomendação

A Figura 9 esquematiza o caso de uso referente ao serviço de recomendação.

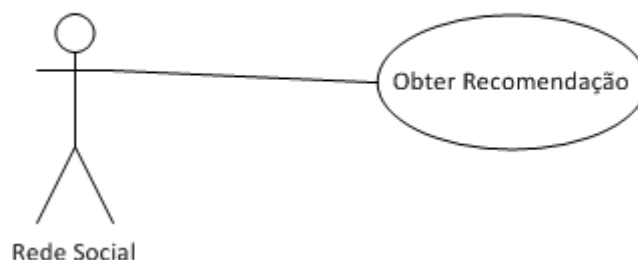


Figura 9 - Caso de Uso do Serviço de Recomendação

### **3.2.2.1. Caso de Uso para Obter Recomendações**

**Descrição:** Obter Recomendação

**Resumo:** Este caso de utilização permite obter um conjunto de relações entre entidades recomendadas para um utilizador.

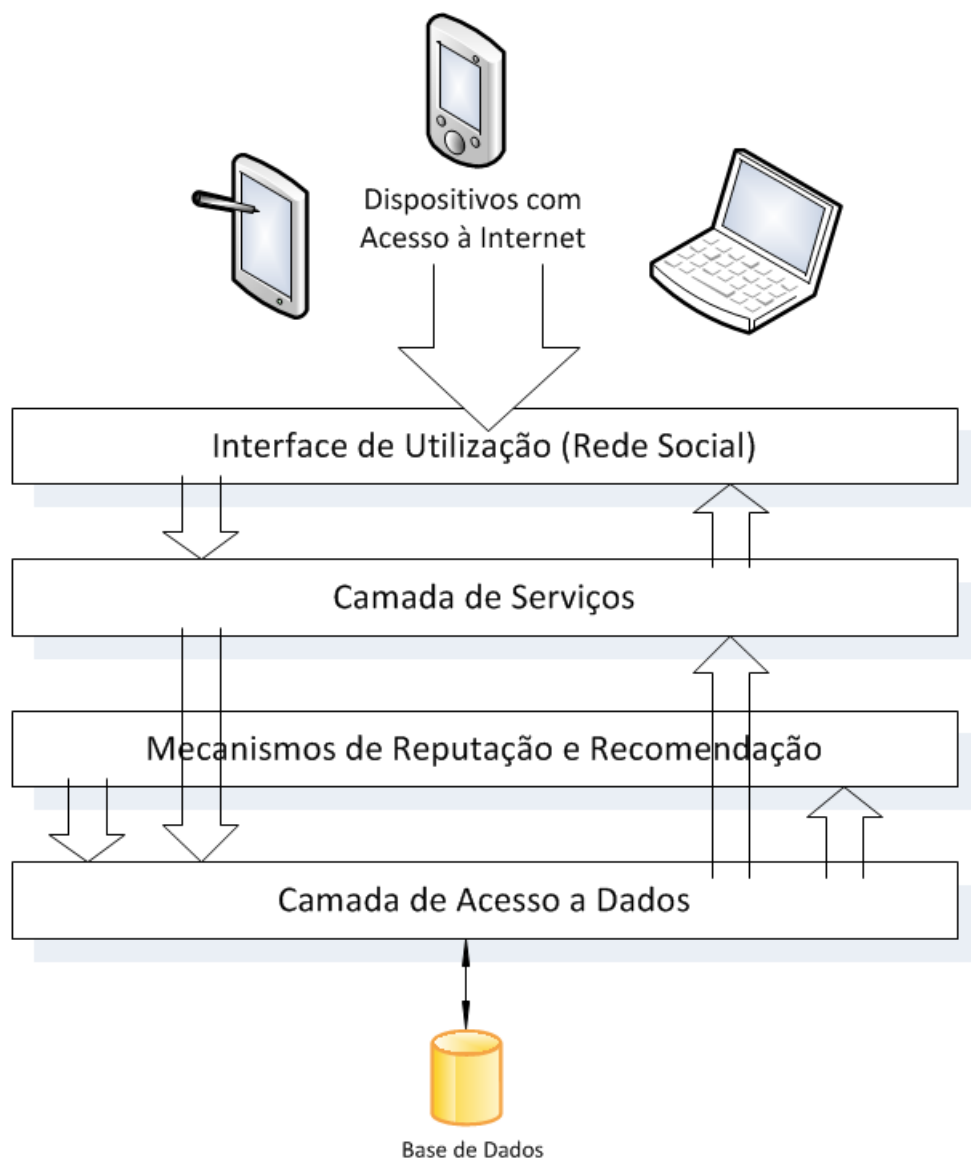
**Atores:** Rede Social

**Cenário Principal:**

1. É invocado um método do serviço de recomendação;
2. São recebidos dados que identifique a rede social e que identifique o utilizador;
3. É enviada uma resposta com os itens recomendados;
4. O caso de utilização termina.

## **3.3. Arquitetura Proposta**

Nesta secção são detalhados os aspetos técnicos que satisfazem os requisitos identificados e permitem a concretização dos casos de uso apresentados. A Figura 10 representa uma visão geral das camadas que representam todo o fluxo de comunicação.



**Figura 10 - Arquitetura Proposta**

### **3.3.1. Interface de Utilização**

A interface de utilização será qualquer rede social que interaja com os serviços. É esta que disponibiliza ao seu utilizador a informação que este solicitar e, envia os dados necessários para os serviços. As aplicações poderão apresentar características técnicas e físicas distintas, sendo o único requisito a capacidade de comunicar através de *Web Services*.

### 3.3.2. Camada de Serviços

A camada de serviços tem como objetivo disponibilizar as funcionalidades necessárias para que seja possível uma aplicação cliente obter reputações e recomendações. Esta camada disponibiliza dois serviços: um de reputação e outro de recomendação.

É no serviço de reputação que as aplicações clientes se devem registar, enviar informação inserida pelos utilizadores e obter reputações. Para obter recomendações devem comunicar com o serviço de recomendação.

Os serviços comunicam com a camada de acesso a dados que insere e obtém informação da base de dados. Esta camada foi desenvolvida com recurso à tecnologia *Windows Communication Foundation*.

### 3.3.3. Mecanismos de Reputação e Recomendação

Como se pode verificar pela Figura 10 os serviços não interagem com os mecanismos. Estes mecanismos têm um peso computacional muito elevado, o que faz com que não seja possível dar uma resposta em tempo útil, caso a resposta dos serviços dependa destes. Então, opta-se por efetuar os mecanismos em *background* e guardar os resultados em base de dados. Assim, os serviços apenas precisam efetuar consultas à base de dados.

Os mecanismos adotados têm em vista redes sociais em que as avaliações são em forma de pontuação num intervalo de um a cinco, tipo estrelas, e classificações positivas e negativas.

Para um melhor entendimento dos processos executados por cada mecanismo as suas operações foram divididos em: cálculo da reputação baseada em atividade, cálculo da reputação baseada em qualidade e técnica para recomendações.

### **3.3.3.1. Cálculo da Reputação Baseada em Atividade**

A reputação baseada em atividade é calculada consoante a participação que um membro tem na rede social. A reputação é medida em forma de pontuação. A pontuação é obtida consoante a ação executada e cada ação tem uma pontuação diferente.

Nas redes sociais de transportes públicos podemos desempenhar ações como: inserir novos itens, avaliar ou classificar. Então, é sobre estas três ações que cada utilizador é remunerado em pontos.

A pontuação obtida em cada ação não é standardizada, cada sistema tem a sua própria pontuação. O mecanismo baseou-se nos pontos dados no sistema de *Questing Answering* da Yahoo [18] mas com uma ligeira alteração, os pontos foram divididos por cem em relação aos pontos obtidos no sistema da Yahoo. O paralelismo entre as ações no sistema da Yahoo e na rede social pode ser consultado na Tabela 3.

Quando um utilizador efetua uma das ações através da interface da rede social deve ser invocado o serviço de reputação para serem enviados os dados necessários. Estes são registados em tabelas de base de dados que contêm *triggers* que somam ou subtraem a reputação (baseada em atividade) atual do utilizador.

À reputação baseada em atividade do utilizador é decrementado 0.05 valores por inserção, incrementado 0.02 valores por avaliação e 0.01 valores por classificação.

### **3.3.3.2. Cálculo da Reputação baseada em Qualidade**

A reputação baseada em qualidade depende da informação que cada utilizador partilha, se esta é fidedigna ou não. O mecanismo por si só não tem capacidade para saber se a informação que um membro partilhou é ou não é de qualidade. Então, mede a qualidade consoante as avaliações e classificações que as suas partilhas

tiveram. De notar que, estas avaliações e classificações foram efetuadas por outros membros.

O cálculo da reputação (baseada em qualidade) foi baseado no algoritmo *MTrust*, pelas razões indicadas na secção 2.2.1.2 Algoritmo *MTrust*. Este algoritmo é executado por cada membro da rede social e o seu *output* final é o valor da reputação baseada em qualidade.

O peso computacional deste algoritmo depende da quantidade de dados por utilizador. Quanta mais informação um utilizador tiver partilhado e quantas mais avaliações tiver efetuado menor o desempenho computacional. Numa rede social com poucos dados seria possível, em tempo útil, o serviço calcular e obter o resultado da reputação baseada em qualidade, mas ao fim de pouco tempo tornar-se-ia inoportável. Então, foi tomada a opção de efetuar todos os cálculos fora do fio de execução dos serviços.

Os cálculos são executados através de uma rotina em base de dados (*Jobs*) em que se itera sobre as diferentes redes sociais e em cada uma delas itera-se sobre os seus utilizadores. A cada um aplica-se o algoritmo *MTrust* e o seu resultado é guardado em base de dados (Figura 11).

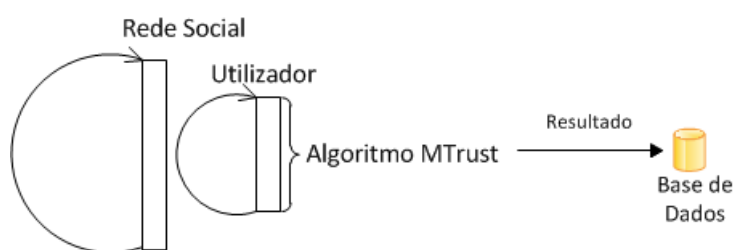


Figura 11 - Rotina que calcula a reputação baseada em qualidade

Para calcular a reputação final (atividade + qualidade) de um utilizador o serviço de reputação efetua o seguinte cálculo:

$$R_u = A_u * P_a + Q_u * P_q$$

Onde:

- a)  $A_u$  é o total de pontos ganhos pelo utilizador nas suas participações;
- b)  $Q_u$  é o valor da reputação quanto à qualidade calculada pelo algoritmo MTrust;
- c)  $P_a$  e  $P_q$  são as percentagens escolhidas pela aplicação cliente quando se registou.  $P_a$  a percentagem para atividade e  $P_q$  a percentagem referente a qualidade.

Quando uma aplicação cliente pretende usufruir das funcionalidades dos serviços e se regista, para além de enviar o nome e o contato de *e-mail*, deve também enviar a percentagem para atividade e para qualidade. Ou seja, cada rede social poderá usufruir do serviço de reputação de forma distinta em termos de cálculos. Se desejar incentivar seus participantes a interagir com a rede social deverá dar uma maior percentagem à atividade. Caso pretenda enfatizar a qualidade dos dados partilhados deve dar uma maior percentagem à qualidade.

### **3.3.3.3. Técnica para Recomendações**

A técnica utilizada para efetuar recomendações aos utilizadores foi a técnica de filtragem colaborativa. Esta técnica baseia-se na troca de experiência entre os participantes e analisa os interesses comuns.

Para meter em prática esta técnica é necessário combinar todos os participantes da rede social e analisar as suas avaliações para depois determinar quais os itens interessantes para um utilizador. De notar que os dados aqui utilizados são os dados recebidos pelo serviço de reputação e guardados em base de dados.

No caso concreto da rede social Integra, desempenhar esta técnica (explicados no subcapítulo 2.2.2.2. Técnica de Filtragem Colaborativa) é extremamente rápido, mas esta rede social tem cerca de 250 participantes. Um dia que esta rede social tenha centenas ou milhares de participantes o tempo de execução poderá levar minutos, em vez de segundos como atualmente.

Com o crescimento da rede social tornar-se-ia inoportuno calcular as recomendações em *runtime*, logo tomou-se a opção de desenvolver uma rotina que fizesse os cálculos fora do fio de execução do serviço de recomendação. Assim, quando o serviço necessita dar resposta apenas consulta a base de dados. Esta rotina é executada através de um ficheiro executável que pode ser despoletado uma vez por dia, por exemplo, através do agendamento de tarefas do sistema operativo Windows.

A Figura 12 esquematiza o processo executado durante a rotina que calcula os itens a recomendar para os utilizadores das diferentes redes sociais registadas.

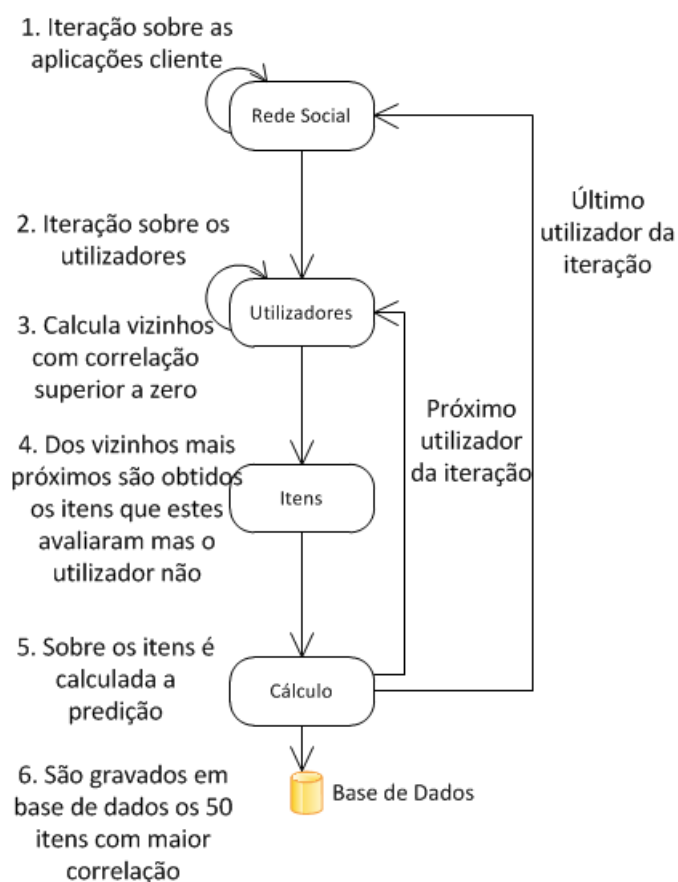


Figura 12 - Rotina para cálculo das recomendações

### **3.3.4. Camada de Acesso a Dados**

A camada de acesso a dados comunica com a camada de serviços e com a base de dados. Esta camada é responsável por inserir e obter dados da base de dados.

Quando o serviço de reputação recebe dados a fim de os inserir em base de dados, não acede a esta diretamente, invoca a camada de acesso a dados e esta encarrega-se de efetuar a operação. O mesmo acontece com todas as ações que envolvem acesso a dados.

Esta camada é bastante importante porque abstrai o comprometimento dos serviços com a tecnologia utilizada para acesso a dados ou até mesmo com a base de dados. Esta camada foi desenvolvida com recurso à tecnologia ADO.NET. Mas se no futuro for mais vantajoso utilizar *Entity Framework*, por exemplo, apenas precisamos alterar esta camada com benefício de não ser necessário alterar nada nos serviços. O mesmo acontece se o Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) for alterado, apenas a camada de acesso a dados sofrerá alterações.

### **3.3.5. Base de Dados**

A Figura 13 esquematiza o modelo físico da base de dados que dá suporte aos serviços. É sobre este modelo que os dados provenientes do serviço de reputação são inseridos e são efetuados os cálculos para reputação e recomendação. Os devidos serviços consultam as reputações e recomendações previamente calculadas.

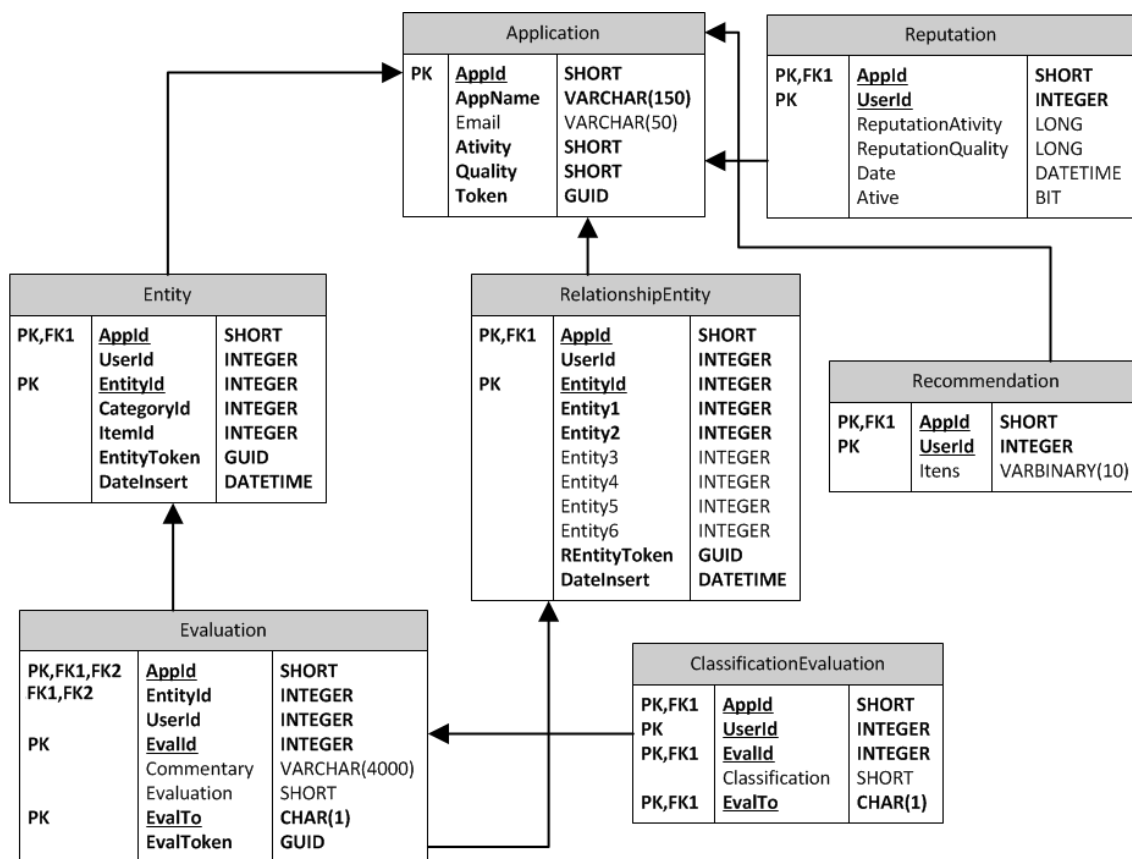


Figura 13 - Modelo Físico da Base de Dados

As tabelas contidas no modelo desempenham as seguintes funções:

- Application** – Nesta tabela são guardados os dados das aplicações que se registam a partir do serviço de reputação. De realçar as colunas *Activity* e *Quality*. É nestas colunas que ficam registadas as percentagens que contribuem para o cálculo final da reputação;
- Entity** – Nesta tabela são registadas as entidades inseridas pelos utilizadores;
- RelationshipEntity** – Nesta tabela são inseridas as relações entre as entidades, num máximo de seis entidades e num mínimo de dois. O número máximo de entidades foi pensado consoante diferentes temas de redes sociais. Para as redes sociais de transportes públicos é necessário utilizar o máximo permitido, mas no caso de uma rede social sobre culinária, por exemplo, só são precisos relacionar cinco itens (entrada, sopa, prato de peixe, prato de carne e sobremesa). Sobre esta tabela e na tabela *Entity* existe um *trigger* (em cada uma) que subtrai 0.05 valores ao valor atual da reputação baseada em atividade do utilizador que acabou de partilhar informação;

- d) **Evaluation** – Quando se avalia um item ou uma relação entre itens é nesta tabela que fica registada essa avaliação. A coluna *EvalTo* identifica o que foi avaliado. Caso tenha sido um item possui o valor 'E', caso contrário possui 'R'. Nesta tabela existe um *trigger* que soma 0.02 valores ao valor atual da reputação baseada em atividade do utilizador que acabou de efetuar a avaliação;
- e) **ClassificationEvaluation** – Esta tabela contem as classificações efetuadas às avaliações feitas pelos os utilizadores. Caso a classificação seja positiva a coluna *Classification* contem o valor 1, caso contrário o valor é -1. Nesta tabela existe um trigger que soma 0.01 valores ao valor atual da reputação baseada na atividade do utilizador que acabou de efetuar a classificação;
- f) **Reputation** – É sobre esta tabela que são registadas as reputações baseadas em qualidade e atividade dos utilizadores. Quando os *triggers* para cálculo da reputação baseada em atividade são despoletados, é sobre a coluna *Activity* que soma ou subtrai o valor consoante a ação. Quanto é executada a rotina que calcula a reputação baseada em qualidade o resultado do algoritmo *MTrust* (por utilizador) é registado na coluna *Quality*;
- g) **Recommendation** – Esta tabela regista os itens a recomendar aos utilizadores. A rotina que calcula as recomendações por utilizador regista na coluna *items* o que foi contemplado para recomendar (na forma de um *array* de *tokens*).

### **3.4. Diagramas de Sequência**

Os diagramas de sequência ilustram as iterações entre a rede social e os serviços e entre os serviços e a base de dados. Este capítulo mostra como as comunicações entre as diferentes camadas são efetuadas, bem como, todo o fluxo de execução.

### 3.4.1. Registrar Aplicação

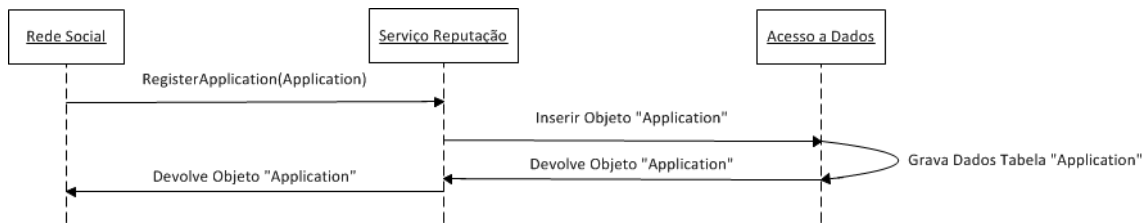


Figura 14 - Diagrama de Sequência para Registrar Aplicações

O registo de uma aplicação segue o seguinte fluxo ilustrado na Figura 14:

- Invocar o método *RegisterApplication* do serviço de reputação e enviar como parâmetro um objeto *Application* (Figura 15). Todos os atributos têm que estar preenchidos à exceção do atributo *AppToken*, que pode estar ou não;
- O serviço comunica com a camada de acesso a dados que envia os dados para a base de dados para serem gravados na tabela *Application*;
- O atributo *AppToken* é retornado para a camada de acesso a dados. Caso este atributo chegue vazio à base de dados é preenchido;
- A camada de acesso a dados devolve o objeto *Application*. Antes o atributo *AppToken* é preenchido com o valor recebido da base de dados;
- O serviço retorna para a rede social o objeto *Application*. Caso a operação tenha ocorrido com sucesso o atributo *AppToken* está válido, caso contrário está inválido. Em caso de sucesso este atributo servirá para identificar a aplicação perante o serviço.

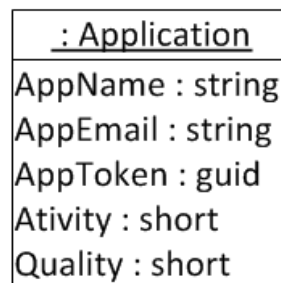


Figura 15 - Objeto *Application*

### 3.4.2. Inserir Nova Entidade

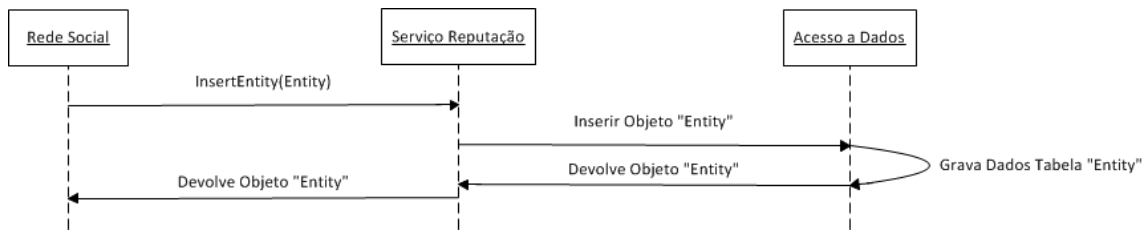


Figura 16 - Diagrama de Sequência para Inserir Entidades

A inserção de uma nova entidade segue o seguinte fluxo ilustrado na Figura 16:

- Invocar o método *InsertEntity* do serviço de reputação e enviar como parâmetro um objeto *Entity* (Figura 17). Todos os atributos têm que estar preenchidos à exceção do atributo *EntityToken*, que pode estar ou não;
- O atributo *AppToken* deve estar preenchido com o mesmo valor do atributo *AppToken* do objeto *Application* recebido no momento de registo da aplicação;
- O serviço comunica com a camada de acesso a dados que os envia para a base de dados a fim de serem gravados na tabela *Entity*;
- O atributo *EntityToken* é retornado para a camada de acesso a dados. Caso este atributo chegue vazio à base de dados é preenchido;
- A camada de acesso a dados devolve o objeto *Entity*. Antes o atributo *EntityToken* é preenchido com o valor recebido da base de dados;
- O serviço retorna para a rede social o objeto *Entity* que recebeu como parâmetro. Caso a operação tenha ocorrido com sucesso o atributo *EntityToken* está válido, caso contrário está inválido. Em caso de sucesso este atributo servirá para identificar a entidade perante o serviço

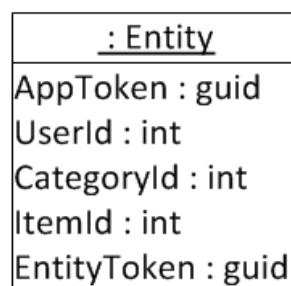


Figura 17 - Objeto *Entity*

A inserção de relações entre entidades segue um fluxo idêntico ao fluxo da inserção da nova entidade. A diferença estará no método invocado e no objeto enviado como parâmetro.

### 3.4.3. Avaliar Entidade

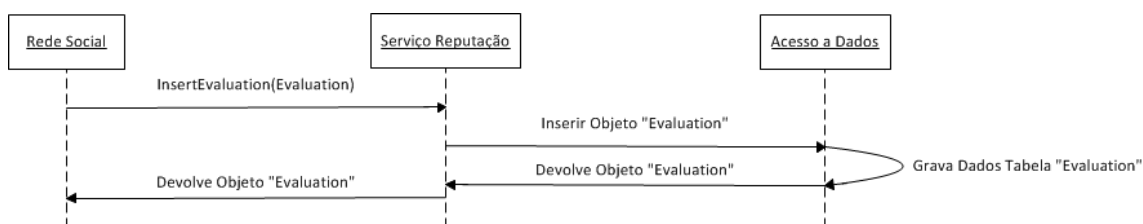


Figura 18 - Diagrama de Sequência para Avaliar Entidades

O processo de avaliação de entidades ou de relações entre entidades segue o seguinte fluxo ilustrado na Figura 18:

- Invocar o método *InsertEvaluation* do serviço de reputação e enviar como parâmetro um objeto *Evaluation* (Figura 19). Todos os atributos têm que estar preenchidos à exceção do atributo *EvalToken*, *EvaluationValue* e *Commentary* que podem estar ou não (os atributos *EvaluationValue* e *Commentary* não podem estar nulos ou vazios em simultâneo);
- O atributo *EntityToken* deve estar preenchido com o identificador do item que se está a avaliar. O atributo *EvalToken* deve conter o valor 'E' caso se esteja a avaliar uma entidade e o valor 'R' caso se avalie uma relação entre entidades;
- O serviço comunica com a camada de acesso a dados que os envia para a base de dados para serem gravados na tabela *Evaluation*;
- O atributo *EvalToken* é retornado para a camada de acesso a dados. Caso este atributo chegue vazio à base de dados é preenchido;
- A camada de acesso a dados devolve o objeto *Evaluation*. Antes o atributo *EvalToken* é preenchido com o valor recebido da base de dados;
- O serviço retorna para a rede social o objeto *Evaluation* que recebeu como parâmetro. Caso a operação tenha ocorrido com sucesso o atributo *EvalToken*

está válido, caso contrário está inválido. Em caso de sucesso este atributo servirá para identificar a avaliação perante o serviço.

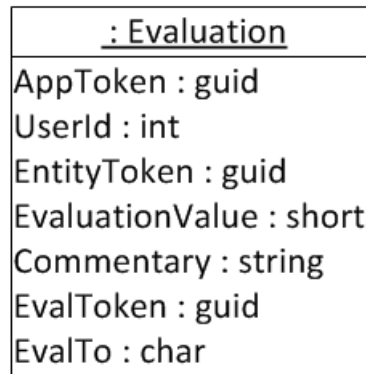


Figura 19 - Objeto *Evaluation*

### 3.4.4. Classificar Avaliação

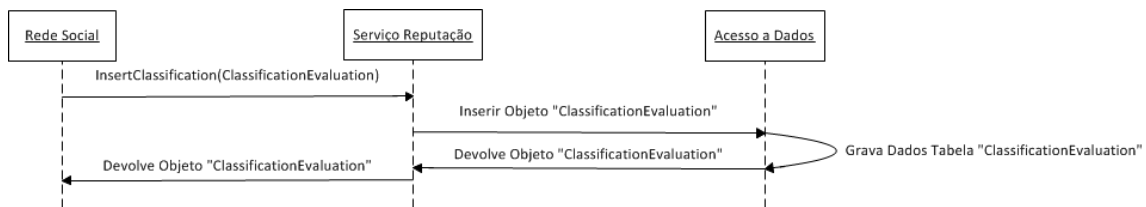


Figura 20 - Diagrama de Sequência para Classificar Avaliações ou Comentários

O processo de classificação de avaliações e/ou comentários segue o seguinte fluxo ilustrado na Figura 20:

- Invocar o método *InsertClassification* do serviço de reputação e enviar como parâmetro um objeto *ClassificationEvaluation* (Figura 21). Todos os atributos têm que estar preenchidos;
- O atributo *ClassificationValue* deve estar preenchido com a classificação positiva ou negativa e o atributo *EvalToken* com o identificador do item avaliado;
- O serviço comunica com a camada de acesso a dados que os envia para a base de dados para serem gravados na tabela *ClassificationEvaluation*;

- d) A camada de acesso a dados devolve o objeto *ClassificationEvaluation*;
- e) O serviço retorna para a rede social o objeto *ClassificationEvaluation* que recebeu como parâmetro. Caso a operação tenha ocorrido com sucesso o objeto estará preenchido, caso contrário estará nulo.

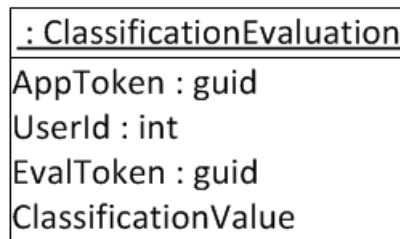


Figura 21 - Objeto *ClassificationEvaluation*

### 3.4.5. Obter Reputação

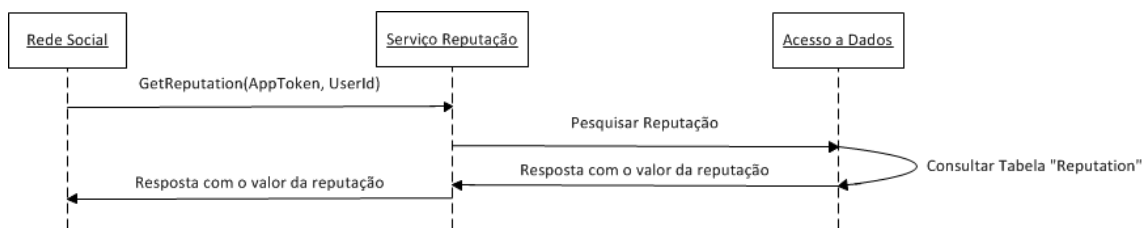


Figura 22 - Diagrama de Sequência para Obter Reputação

O processo para obter a reputação de um utilizador segue o seguinte fluxo ilustrado na Figura 22:

- a) Invocar o método *GetReputation* do serviço de reputação e enviar como parâmetros o identificador da aplicação e o utilizador para o qual a rede social deseja obter a reputação;
- b) A camada de acesso a dados envia os atributos para a base de dados. Em base de dados a tabela *Reputation* é consultada e é calculado o valor da reputação;
- c) O valor da reputação é retornado para o serviço e por conseguinte para a rede social.

### 3.4.6. Obter Recomendações

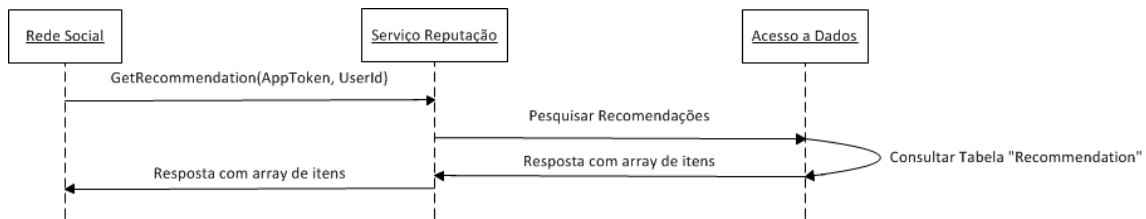


Figura 23 - Diagrama de Sequência para Obter Recomendações

O processo para obter recomendações para um utilizador segue o seguinte fluxo ilustrado na Figura 23:

- Invocar o método *GetRecommendation* do serviço de recomendação e enviar como parâmetros o identificador da aplicação e o utilizador para o qual a rede social deseja obter as recomendações;
- A camada de acesso a dados envia os atributos para a base de dados. Em base de dados a tabela *Recommendation* é consultada e são retornados os dados para a camada de acesso a dados;
- Os itens (relações entre entidades) são enviados para o serviço e por conseguinte para a rede social.

## **4. Mecanismo de Recomendação e Reputação baseado em serviços**

Neste capítulo será demonstrado a forma como se criar mecanismos de recomendação e reputação baseado na aproximação a serviços. Os exemplos terão por base a rede social Integra. Para além destes, serão também demonstrados outros para redes sociais que não de transportes públicos. O objetivo é demonstrar como qualquer rede social com avaliações em estrela e classificações positivas ou negativas podem utilizar os serviços desenvolvidos.

### **4.1. Base de Dados**

Para usufruir das funcionalidades dos serviços é necessário efetuar alterações ao nível da base de dados, pois é preciso guardar dados provenientes dos serviços. Isto, partindo do princípio que os dados ficam registados em base de dados, cabendo esta decisão ao *owner* das aplicações clientes.

A Figura 24 exemplifica parte do modelo físico da base de dados da rede social Integra. Uma vez que a base de dados tem um número significativo de tabelas, estão apenas representadas as tabelas necessárias para a compreensão das alterações a efetuar para comunicação com os serviços. Em algumas tabelas existem uma coluna com o nome representado por três pontos (...) isto quer dizer que a tabela tem mais colunas, mas que não são relevantes para o enquadramento atual.

As aplicações clientes devem guardar os identificadores provenientes do serviço de reputação quando se registam, quando são inseridas entidades ou relações entre entidades e quando são efetuadas avaliações. O identificador proveniente do registo pode, por exemplo, ser guardado numa *key* no ficheiro de configuração, mas os outros identificadores devem ser guardados junto dos dados das aplicações clientes.

No caso da rede social Integra foi necessário alterar as tabelas *Item*, *Start* e *UserProfile* para que fosse possível interagir corretamente com os serviços.

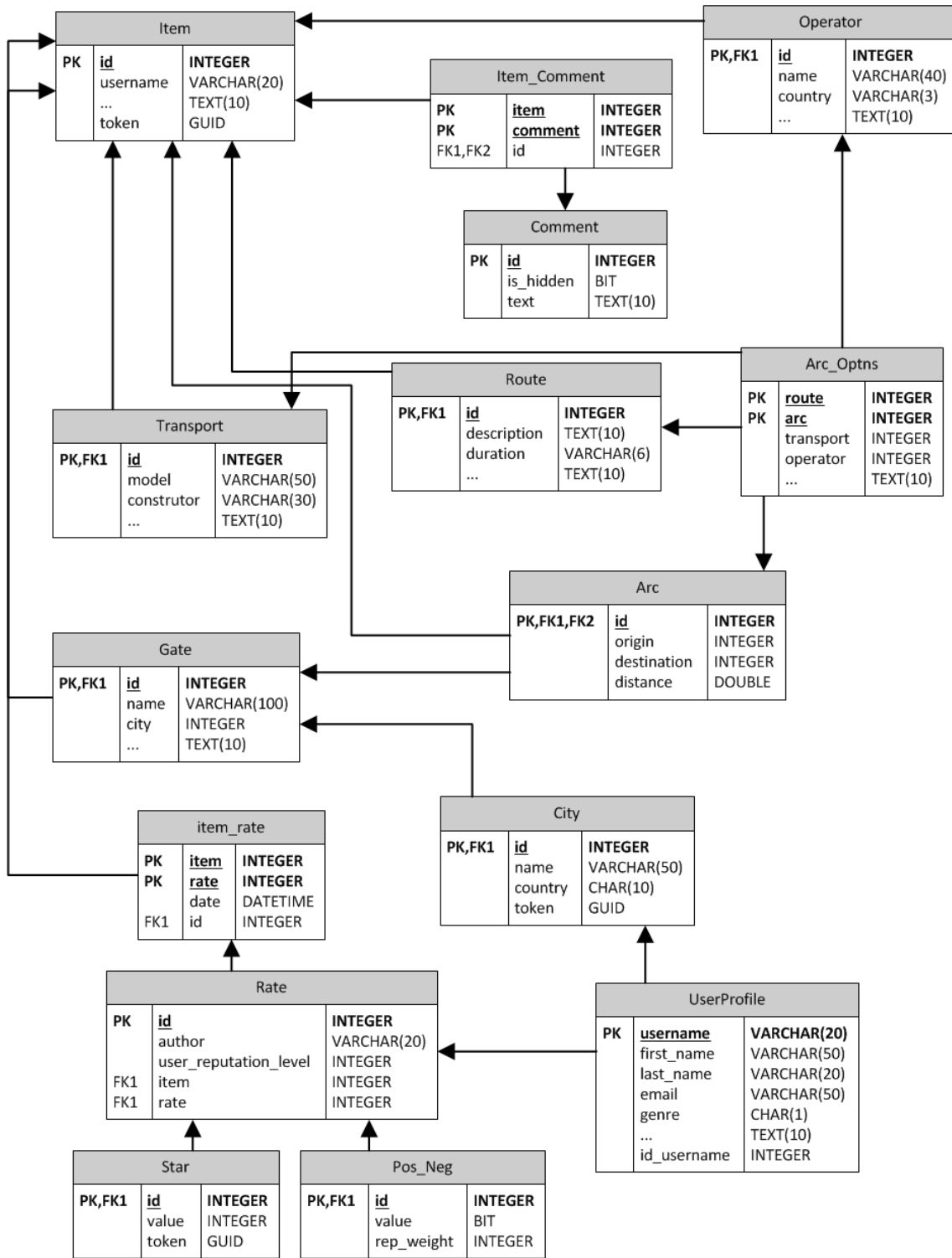


Figura 24 - Parte do modelo físico da base de dados do Integra

As tabelas contidas no modelo desempenham as seguintes funções:

- a) **Item** – onde são registados itens como: transportes, aeroportos, operadores, lugares, rotas. Nesta tabela foi adicionada a coluna *token*. Será nesta coluna que ficará guardado o identificador devolvido pelo serviço quando se insere uma entidade ou uma relação entre entidades;
- b) **Comment** – onde são guardados os comentários efetuados aos itens;
- c) **Operator** – onde são guardados todos os operadores de transportes (por exemplo: TAP, Ibéria, etc);
- d) **Transport** – onde são guardados todos os transportes (por exemplo: Boeing 757-300, Bombardier Class 220 - Voyager, etc)
- e) **Gate** – onde são guardados os aeroportos;
- f) **City** – onde estão registadas todas as cidades;
- g) **Route, Arc e Arc\_Opts** – onde ficam registados os dados referentes às rotas;
- h) **Star** – onde ficam registadas as avaliações a itens. Nesta tabela foi adicionada a coluna *token* para ficar guardado o identificador devolvido pelo serviço quando se inserem avaliações;
- i) **Pos\_Neg** – onde ficam registadas as classificações às avaliações e aos comentários;
- j) **UserProfile** – onde são registados os dados dos utilizadores. Nesta tabela foi adicionada a coluna *id\_username* para se identificar todos os utilizadores com um *id*. Esta é uma condição dos contratos dos serviços, pois para o Integra os utilizadores são identificados por *username*;

Caso qualquer outra rede social pretenda registar-se para usufruir das funcionalidades dos serviços terá também que preparar o seu modelo físico para guardar os identificadores recebidos e identificar os seus utilizadores com um *id*.

## 4.2. Implementação dos Serviços

A implementação dos serviços teve como principal objetivo a partilha de mecanismos de reputação e recomendação por diferentes sistemas colaborativos.

Os serviços implementam as interfaces mostradas nas Figuras 25 e 26.



**Figura 25 - Interface implementada pelo serviço de Reputação**



**Figura 26 - Interface implementada pelo serviço de Recomendação**

Nas próximas secções irá ser descrito como as aplicações clientes podem utilizar os métodos disponíveis nos dois serviços. Os exemplos de invocação dos métodos terão como exemplo a rede social Integra, uma rede social de Cinema (fictícia) e uma rede social de Culinária (fictícia).

Os exemplos com os dados da rede social Integra serão efetuados com base nos dados migrados para a base de dados dos serviços. Relativamente aos outros exemplos os dados serão fictícios.

### 4.2.1. Método *RegisterApplication*

Para registar as aplicações é necessário invocar o método *RegisterApplication* do serviço de reputação.

A Figura 27 exemplifica como o objeto *Application* (Figura 15) poderá ser preenchido pelas redes sociais, utilizadas como exemplo, e o mecanismo de processamento durante o escopo do método. Os passos executados são os seguintes:

- O objeto é enviado por parâmetro ao método *RegisterApplication*;
- Posteriormente é passado para a camada de acesso a dados;
- Em base de dados caso o atributo *AppToken* esteja vazio é preenchido e o objeto é inserido na tabela *Application*;
- A base de dados retorna para a camada de acesso a dados o atributo *AppToken*;
- Na camada de acesso a dados o atributo *AppToken* do objeto *Application* é preenchido;
- O fluxo continua no caminho inverso até o objeto ser retornado à aplicação cliente.

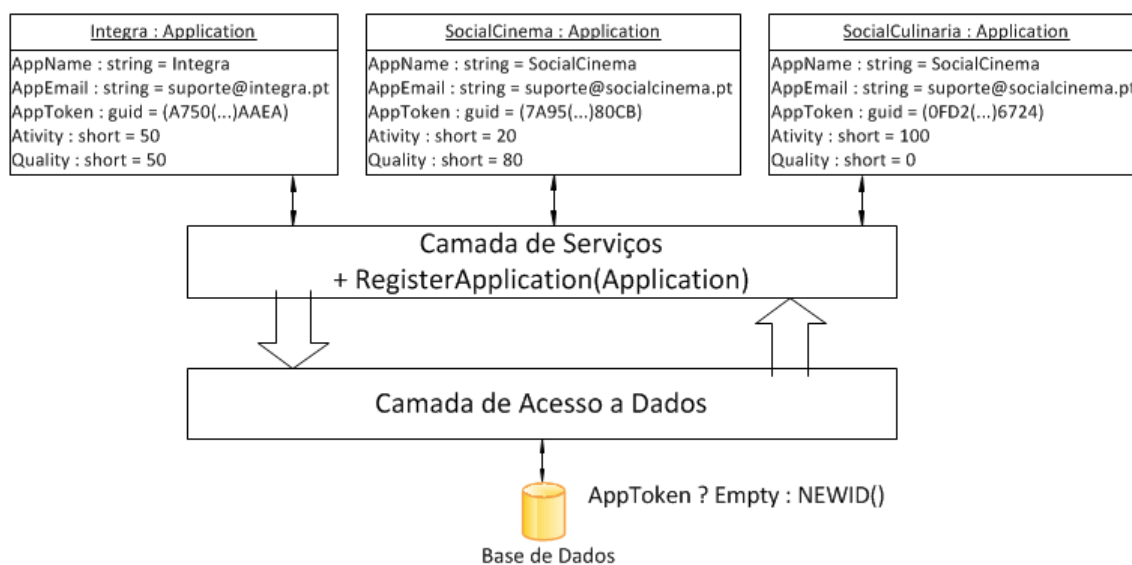


Figura 27 – Escopo do método *RegisterApplication*

Em caso de sucesso o método retorna o objeto *Application* com o atributo *AppToken* preenchido, caso contrário está vazio. Este atributo deve ser guardado pelas aplicações clientes pois serve como identificador nas comunicações futuras.

#### 4.2.2. Método *InsertEntity*

Para inserir entidades é necessário invocar o método *InsertEntity* do serviço de reputação.

A Figura 28 exemplifica como o objeto *Entity* (Figura 17) poderá ser preenchido pelas aplicações cliente e o mecanismo de processamento durante o escopo do método. Os passos executados são os seguintes:

- a) O objeto é enviado por parâmetro ao método *InsertEntity*;
- b) Posteriormente é passado para a camada de acesso a dados;
- c) Em base de dados caso o atributo *EntityToken* esteja vazio é preenchido e o objeto é inserido na tabela *Entity*;
- d) Ao ser inserido um registo nesta tabela é despoletado um *trigger* que decrementa à reputação baseada em atividade do utilizador *UserId* 0.05 unidades;
- e) A base de dados retorna para a camada de acesso a dados o atributo *EntityToken*;
- f) Na camada de acesso a dados o atributo *EntityToken* do objeto *Entity* é preenchido;
- g) O fluxo continua no caminho inverso até o objeto ser retornado à aplicação cliente.

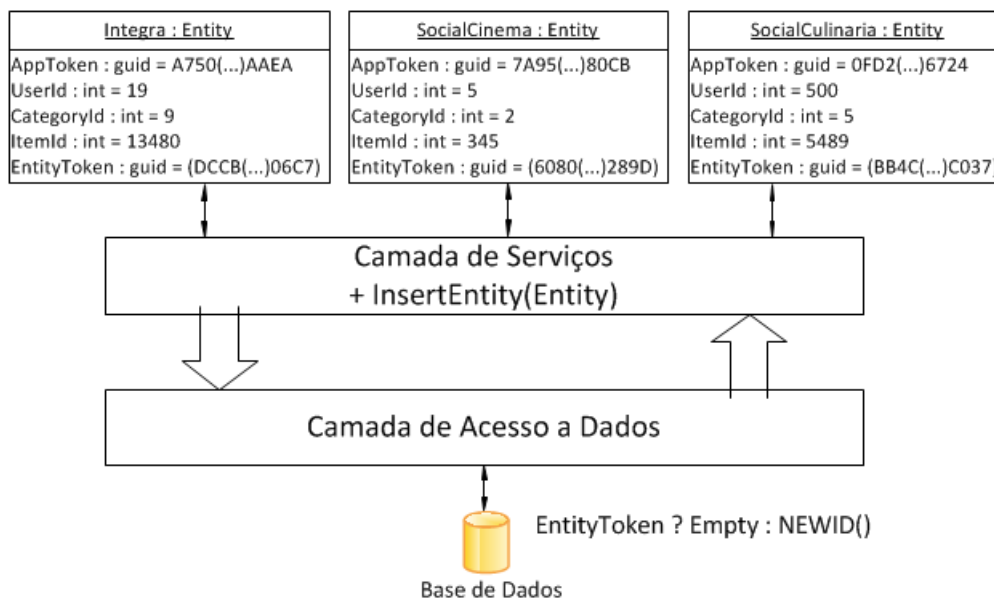


Figura 28 – Escopo do método `InsertEntity`

Em caso de inserção com sucesso o método retorna o objeto com o atributo `EntityToken` preenchido, caso contrário estará vazio. O atributo `EntityToken` deverá ser guardado pelas aplicações cliente para identificarem a entidade quando for avaliada por outro utilizador.

O objeto deve ser preenchido da seguinte forma:

- AppToken**: proveniente do atributo `AppToken` do objeto `Application` aquando do registo das aplicações nos serviços;
- Userld**: identificador do utilizador na aplicação cliente. O utilizador que inseriu a entidade tem o `id` 19 na rede social Integra e os `id` 5 e 500 nas redes sociais de cinema e culinária, respetivamente;
- Categoryld**: este atributo deve categorizar a entidade. Por exemplo, no Integra: aeroporto, cidade, transporte, etc. Na SocialCinema: atores principais, filme, género, produtora. Na SocialCulinaria: entrada, sopa, prato de peixe, prato de carne, sobremesa;
- Itemld**: identificador do item na aplicação cliente, a mesma lógica do atributo `Userld`;
- EntityToken**: atributo preenchido pelos serviços, caso esteja vazio;

Cada vez que é inserida uma entidade a reputação baseada em atividade é decrementada em 0.05, isto quer dizer que, o utilizador 19 que tinha uma reputação baseada em atividade de 1.33 (valor obtido pela migração de dados) passou a ter uma reputação de 1.28. O mesmo aconteceu aos utilizadores 5 e 500 das redes sociais SocialCinema e SocialCulinaria, respetivamente, as suas reputações baseadas em atividade decrementaram 0.05 valores.

Para inserir uma relação entre entidades o método é muito semelhante. É invocado o método *InsertRelationshipEntity* que recebe como parâmetro um objeto *RelationshipEntity*. Este objeto tem como atributos: *AppToken*, *UserId*, *EntityToken* e hipótese de relacionar até seis entidades (*Entity1*, *Entity2*,...,*Entity6*), sendo que apenas duas são obrigatórias. Para um melhor entendimento deste objeto verificar a tabela *RelationshipEntity* do modelo físico da base de dados dos serviços (Figura 13).

Quando um utilizador insere uma relação entre entidades (rotas na rede social Integra) a sua reputação baseada em atividade decresce 0.05 valores, tal como acontece na inserção de entidades.

### **4.2.3. Método *InsertEvaluation***

Quando uma entidade ou relação entre entidades (rotas no caso da rede social Integra) é avaliada a partir da interface gráfica das aplicações cliente o método *InsertEvaluation* do serviço de reputação deve ser invocado para que esta informação fique registada na base de dados dos serviços.

A Figura 29 exemplifica como o objeto *Evaluation* (Figura 19) poderá ser preenchido pelas aplicações cliente e o mecanismo de processamento durante o escopo do método. Os passos executados são os seguintes:

- a) O objeto é enviado por parâmetro ao método *InsertEvaluation*;
- b) Posteriormente é passado para a camada de acesso a dados;

- c) Em base de dados caso o atributo *EvalToken* esteja vazio é preenchido e o objeto é inserido na tabela *Evaluation*;
- d) Ao ser inserido um registo nesta tabela é despoletado um *trigger* que incrementa à reputação baseada em atividade do utilizador *UserId* 0.02 unidades;
- e) A base de dados retorna para a camada de acesso a dados o atributo *EvalToken*;
- f) Na camada de acesso a dados o atributo *EvalToken* do objeto *Evaluation* é preenchido;
- g) O fluxo continua no caminho inverso até o objeto ser retornado à aplicação cliente.

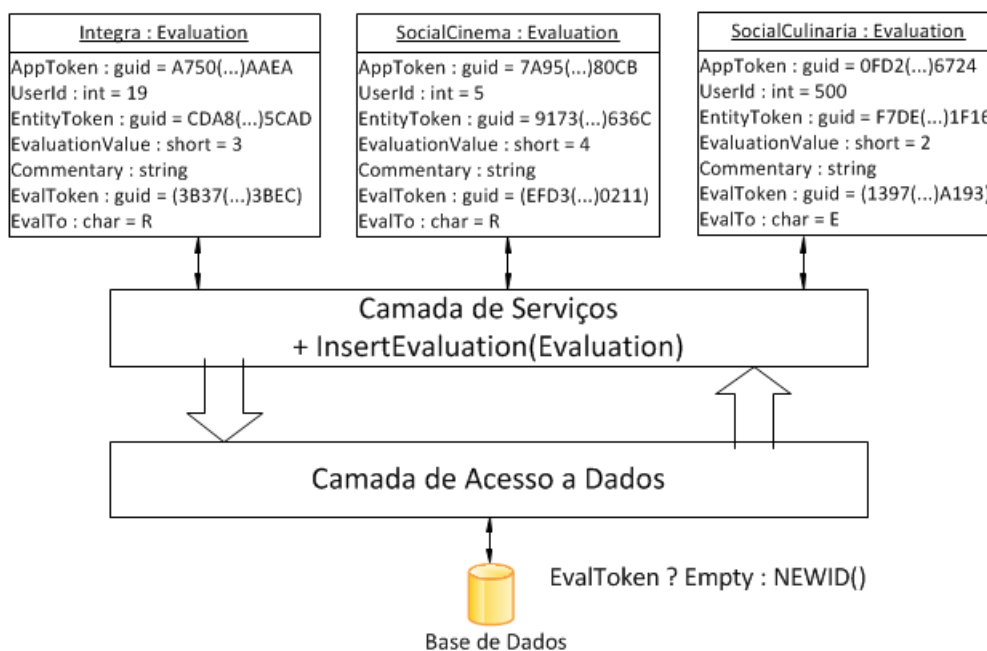


Figura 29 - Escopo do método *InsertEvaluation*

Caso o registo seja efetuado com sucesso o método retorna o objeto com o atributo *EvalToken* preenchido, caso contrário estará vazio. O atributo *EvalToken* deverá ser guardado pelas aplicações clientes para identificarem a avaliação quando for classificada por outro utilizador.

O objeto deve ser preenchido da seguinte forma:

- a) **AppToken**: proveniente do atributo *AppToken* do objeto *Application* aquando do registo das aplicações nos serviços;
- b) **UserId**: identificador do utilizador na aplicação cliente. O utilizador que inseriu a entidade tem o *id* 19 na rede social Integra e os *id* 5 e 500 nas redes sociais de cinema e culinária, respetivamente;
- c) **EntityToken**: este atributo identifica a entidade que se está a avaliar, ou seja, as entidades ou relações entre entidades foram inseridas anteriormente e foram identificadas com este token;
- d) **EvaluationValue**: classificação dada (valor entre 1 e 5);
- e) **Commentary**: neste exemplo o atributo não está preenchido, mas caso um utilizador comente um item este atributo deverá ser preenchido com a descrição. Um item pode ser comentado *n* vezes por um utilizador, mas só pode ser avaliado uma vez;
- f) **EvalToken**: atributo preenchido pelos serviços, caso esteja vazio;
- g) **EvalTo**: atributo que identifica o que se está a avaliar: uma entidade (E) ou uma relação entre entidades (R). No caso da rede social SocialCulinaria o exemplo está a avaliar uma entidade e nos outros casos está a avaliar relações entre entidades.

Cada vez que é inserida uma avaliação a reputação baseada em atividade é incrementada em 0.02, isto quer dizer que, o utilizador 19 que tinha uma reputação baseada em atividade de 1.28 (valor obtido após inserir uma entidade) passou a ter uma reputação de 1.30. O mesmo aconteceu aos utilizadores 5 e 500 das redes sociais SocialCinema e SocialCulinaria, respetivamente, pois ao valor das suas reputações baseadas em atividade foi incrementado 0.02.

#### **4.2.4. Método *InsertClassification***

Nas redes sociais é bastante vulgar os utilizadores classificarem positivamente ou negativamente as ações uns dos outros. Como não poderia deixar de ser, os serviços

estão também preparados para receber estas classificações, pois elas são bastante úteis para ser possível detetar utilizadores maliciosos.

Quando um utilizar classifica as avaliações ou os comentários efetuados por outros utilizadores a partir da interface gráfica da rede social esta informação deve chegar aos serviços. Para tal, deve ser invocado o método *InsertClassification* do serviço de reputação que retorna um booleano para as aplicações cliente tomarem conhecimento acerca do sucesso, ou não, da inserção.

A Figura 30 exemplifica como o objeto *EvaluationClassification* (Figura 21) poderá ser preenchido pelas aplicações cliente e o mecanismo de processamento durante o escopo do método. Os passos executados são os seguintes:

- a) O objeto é enviado por parâmetro ao método *InsertClassification*;
- b) Posteriormente é passado para a camada de acesso a dados;
- c) O objeto é inserido na tabela *ClassificationEvaluation*;
- d) Ao ser inserido um registo nesta tabela é despoletado um *trigger* que incrementa à reputação baseada em atividade do utilizador *UserId* 0.01 unidades;
- e) Na camada de acesso a dados é recebida informação acerca do sucesso da operação;
- f) O fluxo continua no caminho inverso até o objeto ser retornado à aplicação cliente.

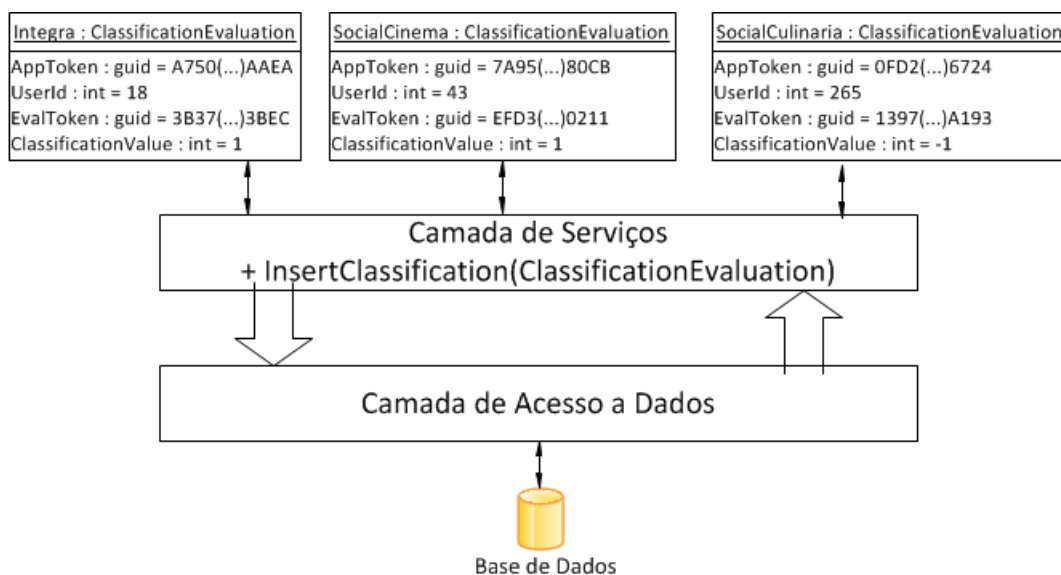


Figura 30 - Escopo do método *InsertClassification*

O objeto deve ser preenchido da seguinte forma:

- AppToken:** proveniente do atributo *AppToken* do objeto *Application* quando do registo das aplicações nos serviços;
- UserId:** identificador do utilizador na aplicação cliente. O utilizador que inseriu a classificação tem o *id* 18 na rede social Integra e os *id* 43 e 265 nas redes sociais de cinema e culinária, respetivamente;
- EvalToken:** identificador da avaliação que o *UserId* está a classificar. No caso da rede social Integra o utilizador 18 avaliou a avaliação identificada com o *token* 3B377C75-E221-434C-839D-2E08BC943BEC (ver *token* recebido pelo objeto *Evaluation* na secção 4.2.3 Método *InsertEvaluation*), ou seja, classificou como positiva a avaliação dada à rota, com o identificador CDA8(...)5CAD (ver figura 29), pelo utilizador 19;
- ClassificationValue:** deve estar preenchido com o valor 1 caso a classificação seja positiva ou com -1 caso a classificação seja negativa.

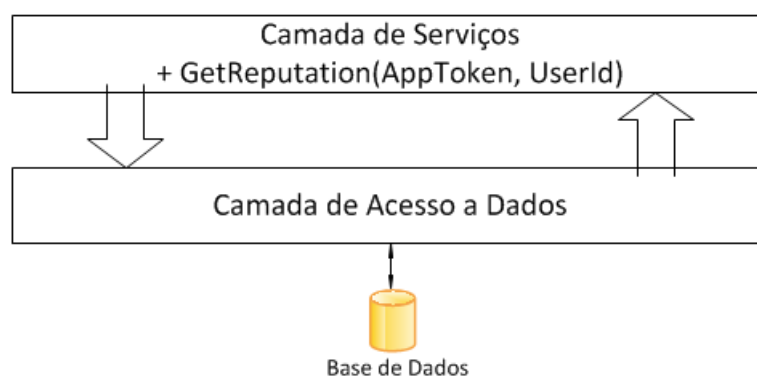
A reputação baseada em atividade do utilizador 18 é de 0.05, passando a ser de 0.06 devido à sua participação. Por classificação os utilizadores sofrem um bônus de 0.01 valores.

#### 4.2.5. Método *GetReputation*

Como foi referido na secção 3.3.2 Camada de Serviços a reputação baseada em atividade é calculada através de uma rotina. Isto quer dizer que a reputação de um utilizador estará atualizada a partir do momento em que a rotina é executada até este efetuar uma nova avaliação ou classificação. Mas, devido ao elevado poder computacional que a tarefa de cálculo de reputação baseada em atividade poderá levar foi necessário efetuá-la em *background*.

Para se obter a reputação de um utilizador é necessário invocar o método *GetReputation* do serviço de reputação. Este método recebe como parâmetros o identificador da rede social (*AppToken*) e o identificador do utilizador para o qual se deseja obter a reputação (*UserId*).

A Figura 31 exemplifica a execução do método *GetReputation*. Quando este método é invocado os parâmetros de entrada são enviados através da camada de acesso a dados até à base de dados. Em base de dados é efetuado o cálculo final da reputação do utilizador e posteriormente retornado até à aplicação cliente.



**Figura 31 - Escopo do método *GetReputation***

Para um melhor perceção de como a reputação de um utilizador pode variar ao longo do tempo, serão exemplificados cálculos baseados nos dados dos utilizadores 18 e 19 da rede social Integra. Caso se trate de outra rede social os cálculos serão sempre idênticos.

Antes de exemplificar os cálculos é importante lembrar o cálculo final da reputação:

$$R_u = A_u * P_a + Q_u * P_q$$

Como se trata de um exemplo referente à rede social Integra as percentagens serão de 0.5, pois foram as percentagens identificadas quando esta rede social se registou nos serviços.

a) Obter reputação inicial:

$$R_{19} = 1.33 * 0.5 + 2.1 * 0.5 = 1.715$$

b) Obter reputação após inserir uma entidade:

$$R_{19} = 1.28 * 0.5 + 2.1 * 0.5 = 1.69$$

c) Obter reputação após efetuar uma avaliação:

$$R_{19} = 1.30 * 0.5 + 2.1 * 0.5 = 1.7$$

d) Obter reputação após efetuar uma classificação:

$$R_{18} = 0.05 * 0.5 + 1.5 * 0.5 = 0.775$$

e) Obter reputação após ser executada a rotina que calcula a reputação baseada em qualidade:

$$R_{19} = 1.30 * 0.5 + 2.93 * 0.5 = 2.1155$$

De salientar a alínea e) - a reputação baseada em qualidade do utilizador 19 aumentou de 2.2 para 2.933 porque o utilizador 18 avaliou-o positivamente (Este aumento significativo de valor apenas por uma classificação deve-se ao fato de existirem poucos dados).

A expressão final do cálculo da reputação apresenta duas variáveis que ainda não foram explicadas pormenorizadamente:  $A_u$  e  $Q_u$ . A variável  $A_u$  diz respeito à reputação baseada em atividade e é uma variável que é alterada conforme a explicação nas secções 4.2.2 Método InsertEntity, 4.2.3 InsertEvaluation, 4.2.4 InsertClassification.

A variável  $Q_u$  diz respeito à reputação baseada em qualidade que é obtida através do algoritmo *MTrust*. Este algoritmo é executado na rotina que calcula este tipo de reputação.

Exemplificando a forma como se obtêm os valores de  $Q_u$  do utilizador 19:

- a) Antes de sofrer uma classificação

$$Rep_{O_i^R \rightarrow v h_i} = \frac{0+1}{(0+1)+(0+1)} = 0.5$$

$$T_{O_i^T \rightarrow v h_i}^{FAIN} = 21 \cdot \frac{0.5}{5} = 2.1 = Q_u$$

- b) Depois de sofrer uma classificação

$$Rep_{O_i^R \rightarrow v h_i} = \frac{1+1}{(1+1)+(0+1)} = 0.667$$

$$T_{O_i^T \rightarrow v h_i}^{FAIN} = 22 \cdot \frac{0.667}{5} = 2.93 = Q_u$$

#### 4.2.6. Método *GetRecommendation*

O método *GetRecommendation* tem como objetivo fornecer às aplicações clientes itens (relações entre entidades) para recomendar aos utilizadores.

Quando, em qualquer funcionalidade de uma rede social for vantajoso a apresentação de recomendações aos utilizadores, pode ser invocado o método *GetRecommendation do serviço de recomendação* para obtê-las. Este método recebe como parâmetros o identificador da rede social (*AppToken*) e o identificador do utilizador para o qual se deseja obter as recomendações (*UserId*).

Tal como acontece para a reputação baseada em qualidade, o cálculo das recomendações também não é executado em *runtime*, ou seja, quando as aplicações clientes invocam este método, apenas é consultada internamente a tabela *Recommendation* da base de dados, pois os cálculos foram pré-processados.

A Figura 32 exemplifica a execução do método *GetRecommendation*. Quando este método é invocado os parâmetros de entrada são enviados através da camada de

acesso a dados até à base de dados. Em base de dados é consultada a tabela *Recommendation* e posteriormente retornado um *array* de identificadores às aplicações cliente.

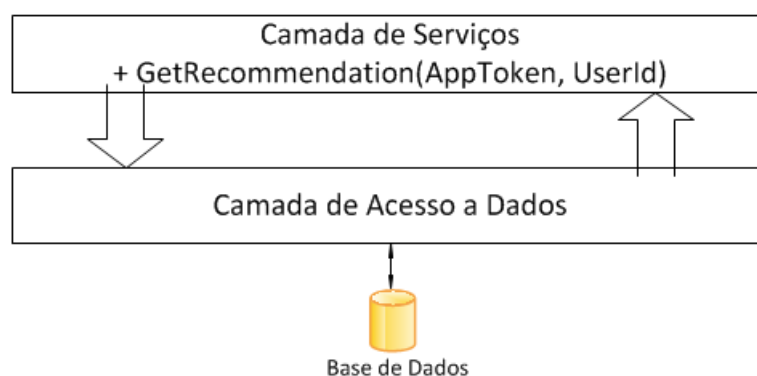


Figura 32 - Escopo do método *GetRecommendation*

Com o *array* de identificadores as aplicações clientes devem fazer o mapeamento para os seus dados e apresentá-los aos utilizadores. Os identificadores foram obtidos através do objeto retornado quando foi invocado o método *InsertRelationshipEntity*.

O pré-processamento que insere dados na tabela *Recommendation* é efetuado através da execução de uma rotina dividida em três passos:

- Calcular o peso de cada utilizador em relação ao utilizador alvo;
- Selecionar um subconjunto de utilizadores com maior similaridade para considerar na predição;
- Normalizar as avaliações e calcular as predições ponderando as avaliações dos vizinhos com seus pesos.

Para ficar mais perceptível o que é executado em cada passo vai-se exemplificar o que é recomendado ao utilizador 19 da rede social Integra, passo a passo:

- Neste primeiro passo calcula-se a correlação do utilizador 19 com todos os outros utilizadores da rede social. As duas expressões seguintes exemplificam a correlação do utilizador alvo com todos os outros;

$$corr_{ab} = \frac{(32 - 4)(79 - 5)}{\sqrt{(32 - 4)^2 (79 - 5)^2}} = 1, \text{ onde } a = 19, b = 116$$

$$corr_{ab} = \frac{(32 - 4)(4 - 4)}{\sqrt{(32 - 4)^2 (32 - 4)^2}} = 0, \text{ onde } a = 19, b = 236$$

- b) Retiram-se todos aqueles utilizadores que têm uma correlação com o utilizador alvo inferior a zero. Ficam identificados os utilizadores 16, 116, 202, 226, 236. Todos estes têm uma correlação de um com o utilizador 19 exceto o utilizador 226 que é de zero;
- c) Sobre todos os itens que foram avaliados pelos utilizadores 16, 116, 202, 226 e 236 mas não pelo utilizador 19 calcula-se a predição. De todos estes são registados em base de dados por ordem decrescente os cinquenta itens com maior predição.

As primeiras cinco relações entre entidades que serão recomendadas ao utilizador 19, são:

- a. 7C31BAF7-A95C-46E0-A7B3-6C9B098D3F68
- b. 37CD2FEF-4CCA-4489-8F40-47DD36812E48
- c. 442AEE19-D430-4EE5-B69E-67398A73B1A8
- d. C1C5D04F-50FF-476F-BCD5-E9A30CB0B753
- e. 645DCD79-94A9-4156-958D-155E3A6C5B13

## **5. Casos Práticos de Aplicação dos Serviços Desenvolvidos**

Neste capítulo são descritos casos de utilização dos mecanismos de reputação e recomendação desenvolvidos numa aproximação de serviços aplicados ao caso da rede social Integra do projeto START e de uma rede social aplicada ao cinema criada para o efeito. São descritas situações em que a reputação dos utilizadores registados vai variar consoante determinadas ações e também como as avaliações influenciam as recomendações.

### **5.1. Mecanismo de Reputação**

Esta secção está dividida em duas subsecções: exemplos com os dados da rede social Integra e exemplos com os dados da rede SocialCinema. Não são colocados exemplos com a rede SocialCulinária uma vez que se estaria a repetir o que será feito para a rede SocialCinema.

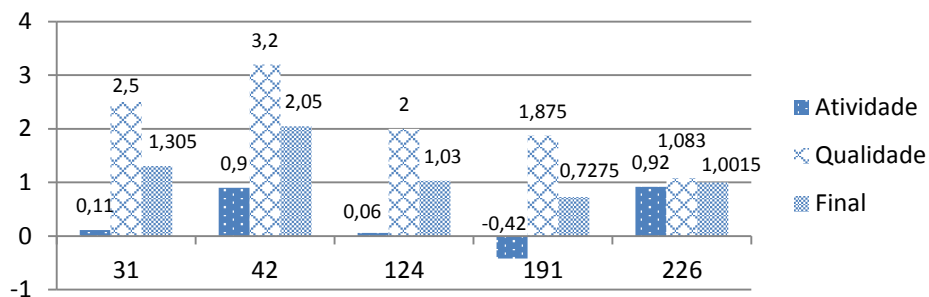
#### **5.1.1. Integra**

Para exemplificar a variação da reputação consoante as ações dos utilizadores vão ser utilizados os utilizadores com *id* 31, 42, 124, 191 e 226. Estes serão os utilizadores da amostragem.

Quando foi migrada a base de dados da rede social Integra para a base de dados dos serviços a reputação destes cinco utilizadores ficou de acordo com o que está representado no Figura 33.

As figuras seguintes são gráficos de barras que representam o valor das reputações. A legenda das barras representa:

- a) Atividade: Reputação baseada em atividade;
- b) Qualidade: Reputação baseada em qualidade;
- c) Final: Reputação final que será apresentada pela rede social.



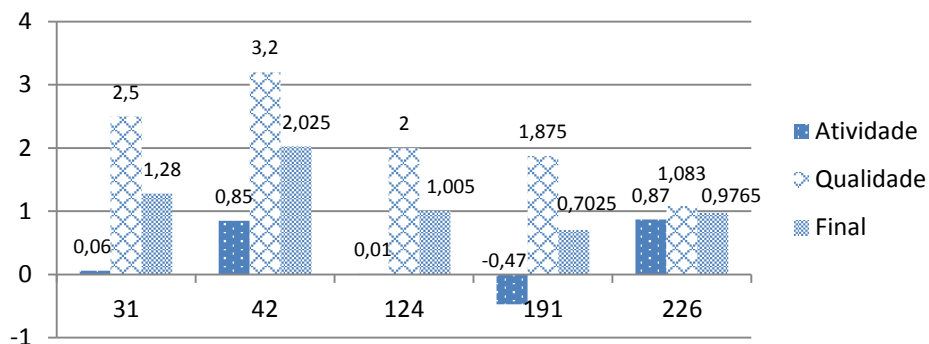
**Figura 33 - Reputação após migração da base de dados**

De notar o valor da reputação baseada em atividade do utilizador 191 ser negativo. Estes casos podem acontecer quando os utilizadores efetuam muitas inserções de entidades ou relações entre entidades e poucas avaliações ou classificações. Caso a reputação final de um utilizador seja negativa o serviço retorna zero.

Com a rede social em atividade todos estes utilizadores (da amostragem) inseriram entidades ou relações entre entidades:

- a) Utilizador 31  $\xrightarrow{\text{Insere Informação}}$  Novo Transporte (Entidade)
- b) Utilizador 42  $\xrightarrow{\text{Insere Informação}}$  Nova Rota (Relação entre Entidades)
- c) Utilizador 124  $\xrightarrow{\text{Insere Informação}}$  Nova Rota (Relação entre Entidades)
- d) Utilizador 191  $\xrightarrow{\text{Insere Informação}}$  Novo Operador (Entidade)
- e) Utilizador 226  $\xrightarrow{\text{Insere Informação}}$  Novo Aeroporto (Entidade)

A reputação baseada em qualidade de um utilizador não se altera por este efetuar uma inserção, mas o mesmo não acontece com a reputação baseada em atividade, como se pode verificar pela Figura 34.



**Figura 34 - Reputação após inserções de entidades ou relações entre entidades**

A reputação de todos os utilizadores decresceu 0.05 valores, pois, todos eles efetuaram uma inserção de entidade ou relação entre entidades. Com este decréscimo a reputação final também sofrem alterações.

Após os utilizadores terem inserido informação os mesmos avaliaram-se uns aos outros:

- a) Utilizador 31  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 42  $\rightarrow$  em 1 estrela
- b) Utilizador 42  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 124  $\rightarrow$  em 2 estrelas
- c) Utilizador 124  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 191  $\rightarrow$  em 3 estrelas
- d) Utilizador 191  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 226  $\rightarrow$  em 4 estrelas
- e) Utilizador 226  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 31  $\rightarrow$  em 5 estrelas

Pormenorizando a avaliação do utilizador 31 à informação partilhada pelo utilizador 42:

- a) O utilizador 31 avaliou a informação inserida no passo anterior pelo utilizador 42, por conseguinte, a reputação destes dois utilizadores sofrem alterações;
- b) A reputação baseada em atividade do utilizador 31 aumentou 0.02;
- c) A reputação baseada em qualidade do utilizador 42 vai decrescer, pois numa avaliação possível entre um e cinco, o valor um é uma avaliação negativa.
- d) Para este caso em concreto, o valor da reputação final do utilizador 31 vai aumentar e a do utilizador 42 vai diminuir.

A lógica aplicada à ação do utilizador 31 vai refletir-se de igual modo aos restantes utilizadores, pois todos eles foram avaliados e avaliaram. A Figura 35 mostra o valor das reputações dos utilizadores após as ações de avaliação por parte dos utilizadores.

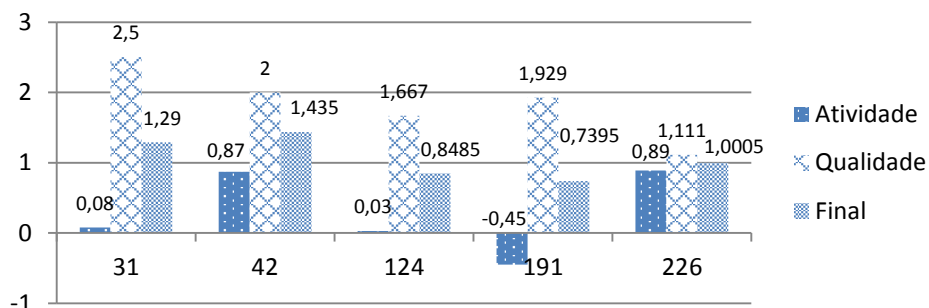


Figura 35 - Reputação após avaliações

Para uma melhor perceção das consequências das avaliações na reputação baseada em qualidade, irá ser analisada a reputação de cada um dos utilizadores:

- 1) Utilizador 31 (2,5 → 2,5):
  - a) Antes da avaliação: três avaliações de cinco estrelas e uma de uma estrela;
  - b) Nesta avaliação: cinco estrelas;
  - c) Análise: Esta avaliação não se faz notar nas anteriormente obtidas.
- 2) Utilizador 42 (3,2 → 2):
  - a) Antes da avaliação: uma avaliação de quatro estrelas;
  - b) Nesta avaliação: uma estrela;
  - c) Análise: Ao sofrer uma nova avaliação de apenas uma estrela foi o suficiente para baixar significativamente a sua reputação baseada em qualidade (quanto menos dados mais expressiva é o aumento ou diminuo da reputação por avaliação).
- 3) Utilizador 124 (2 → 1,667):
  - a) Antes da avaliação: duas avaliações de quatro estrelas;
  - b) Nesta avaliação: duas estrelas;
  - c) Análise: A avaliação efetuada foi bastante inferior às avaliações antes obtida. O suficiente para fazer baixar um pouco a reputação;

- 4) Utilizador 191 (1,875 → 1,929):
- a) Antes da avaliação: duas avaliações de cinco estrelas, uma de três estrelas e uma de duas estrelas;
  - b) Nesta avaliação: três estrelas;
  - c) Análise: Este utilizador tem boas avaliações e o fato de receber outra avaliação razoável eleva um pouco a sua reputação.
- 5) Utilizador 226 (1,083 → 1,111):
- a) Antes da avaliação: duas de cinco estrelas, duas de quatro estrelas, duas de três estrelas e uma de duas estrelas;
  - b) Nesta avaliação: quatro estrelas;
  - c) Análise: De uma maneira geral a informação deste utilizador obteve boas classificações e ao obter mais uma boa avaliação melhorou a sua reputação.

Uma vez feitas avaliações à informação inserida os utilizadores classificaram essas avaliações. Neste exemplo as classificações são efetuadas sobre as avaliações, mas se tivessem sido inseridos comentários também podiam ser classificados.

As classificações foram efetuadas da seguinte forma:

- a) Utilizador 31  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 226 → como positiva
- b) Utilizador 42  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 191 → como negativa
- c) Utilizador 124  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 124 → como positiva
- d) Utilizador 191  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 42 → como negativa
- e) Utilizador 226  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 31 → como positiva

Ao ser efetuada uma classificação o utilizador que a efetuou recebe um bónus. Por exemplo, à reputação baseada em atividade do utilizador 31 foi aumentado 0.01 valores. Por conseguinte, e uma vez que este utilizador classificou informação partilhada pelo utilizador 226, a reputação baseada na qualidade deste aumentou, pois, a avaliação foi positiva.

As modificações exercidas na reputação dos utilizadores, por terem sido classificados e classificarem, está demonstrada na Figura 36.

Ao comparar-se a reputação baseada na qualidade da Figura 35 com a Figura 36, é facilmente perceptível que os utilizadores que obtiveram classificações positivas melhoraram ou mantiveram a sua reputação e os utilizadores que obtiveram classificações negativas perderam reputação.

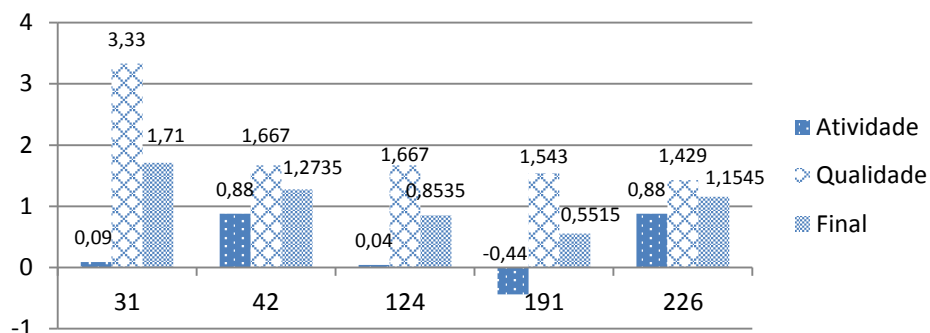


Figura 36 - Reputação após classificações

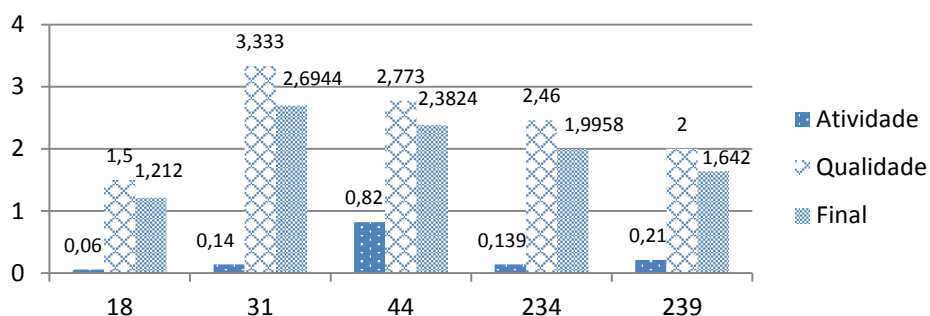
### 5.1.2. SocialCinema

Para exemplificar a variação da reputação consoante as ações dos utilizadores vão ser utilizados os utilizadores com *id* 18, 31, 44, 234 e 239. Estes são utilizadores fictícios com dados fictícios. Nesta secção tem-se o intuito de mostrar que uma outra rede social que não de transportes públicos pode usufruir dos serviços sem qualquer limitação.

Num dado instante foram ponderadas as reputações destes utilizadores. Os valores destas estão representados na Figura 37.

As figuras seguintes são gráficos de barras que representam o valor das reputações. A legenda das barras representa:

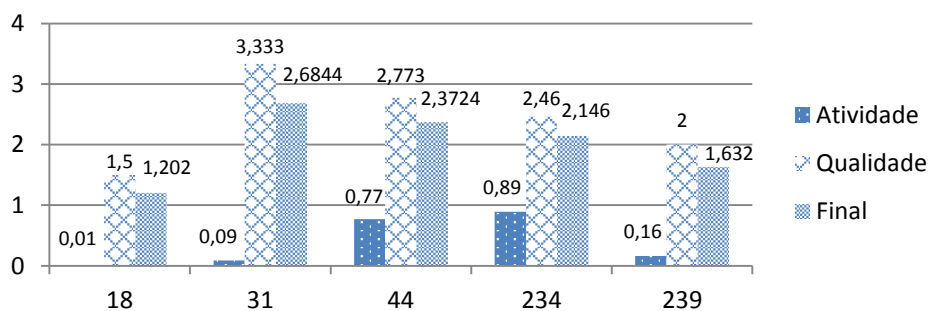
- Atividade: Reputação baseada em atividade;
- Qualidade: Reputação baseada em qualidade;
- Final: Reputação final que será apresentada pela rede social.



**Figura 37 - Reputação de alguns utilizadores da rede social SocialCinema**

Cada um destes utilizadores inseriu uma entidade ou uma relação entre entidades e o valor da sua reputação foi alterado por causa do incentivo à participação que faz com que a reputação baseada em atividade sofra alterações. Nesta rede social o bónus pela participação não é tão expressivo em comparação com a rede social Integra porque no momento de registo desta rede social apenas foi dado um peso de 20% para atividade no cálculo final da reputação (Figura 27).

A figura 38 mostra os valores da reputação dos utilizadores após terem inserido as entidades ou relações entre entidades. De notar que apenas a reputação baseada em atividade sofreu alteração, e por conseguinte, a reputação final.



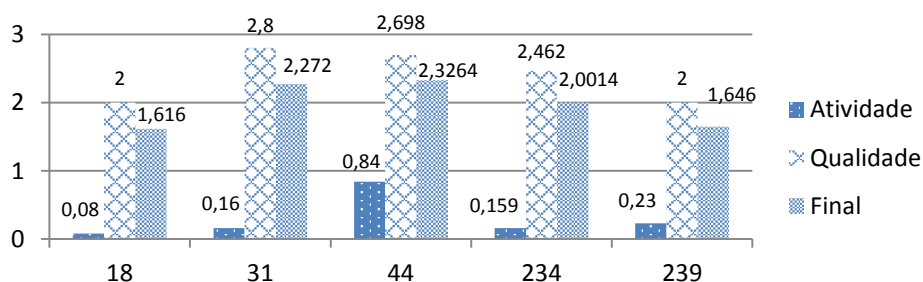
**Figura 38 - Reputação após inserções de entidades ou relações entre entidades**

Uma vez efetuadas inserções por parte dos utilizadores, eles podem avaliar a informação uns dos outros. No presente exemplo as avaliações foram efetuadas da seguinte forma:

- a) Utilizador 18  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 31  $\rightarrow$  em 1 estrela
- b) Utilizador 31  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 44  $\rightarrow$  em 2 estrelas

- c) Utilizador 44  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 234  $\rightarrow$  em 3 estrelas
- d) Utilizador 234  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 239  $\rightarrow$  em 4 estrelas
- e) Utilizador 239  $\xrightarrow{\text{Avalia Informação}}$  Utilizador 18  $\rightarrow$  em 5 estrelas

Devido à participação, neste caso avaliações, a reputação baseada em atividade de cada utilizador sofre alterações, bem como a reputação baseada em qualidade, como se pode verificar na Figura 39:



**Figura 39 - Reputação após avaliações**

Para além das ações de inserção e avaliação os utilizadores podem ainda classificar positiva ou negativamente as avaliações existentes. Os utilizadores da amostragem efetuaram as seguintes classificações às avaliações:

- a) Utilizador 18  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 239  $\rightarrow$  como positiva
- b) Utilizador 31  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 234  $\rightarrow$  como negativa
- c) Utilizador 44  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 18  $\rightarrow$  como positiva
- d) Utilizador 234  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 31  $\rightarrow$  como negativa
- e) Utilizador 239  $\xrightarrow{\text{Classific. Avaliação}}$  Utilizador 44  $\rightarrow$  como positiva

Ao efetuar classificações o utilizador melhora a sua reputação baseada em atividade e pode melhorar ou piorar a reputação baseada na qualidade do utilizador que inseriu a

avaliação que está a ser classificada. Após terem sido efetuadas as classificações, a reputação dos utilizadores ficou de acordo com a Figura 40.

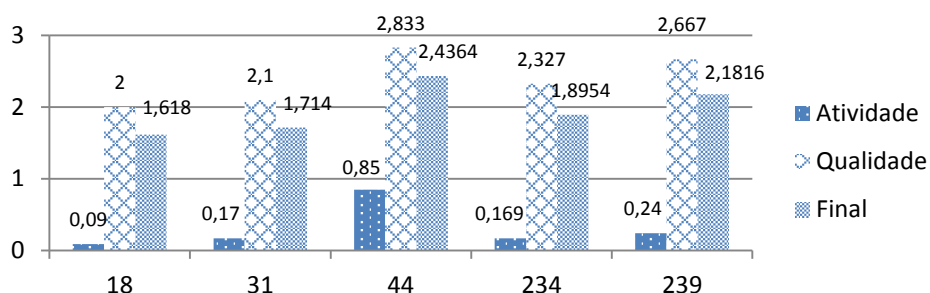


Figura 40 - Reputação após classificações

Como podemos verificar através dos exemplos desta subsecção, sendo uma rede social que não de transportes públicos, os seus participantes obtiveram também reputação consoante as suas ações. Os cálculos são sempre efetuados da mesma maneira independentemente do tema da rede social.

## 5.2. Recomendação

Nesta secção irá ser demonstrado um exemplo de como as avaliações efetuadas pelos utilizadores influenciam as suas recomendações e a dos outros. O exemplo será demonstrado com base nos dados da rede social Integra. Não será efetuado nenhum exemplo para as outras redes sociais porque seria repetição do mesmo. É de realçar, mais uma vez, que os mecanismos são transparentes ao tema da rede social registada.

O cálculo das recomendações tem em conta a correlação entre os utilizadores e dentro destes os itens que uns avaliaram e os outros não. Quando para um utilizador são calculados os itens a recomendar estes são guardados em base de dados por ordem decrescente de predição. Quando os itens são enviados para as redes sociais estas devem apresentar em primeiro lugar os itens mais interessantes para o utilizador.

Desta forma, o peso da avaliação dada a um mesmo item por dois utilizadores (pode) influenciar o valor da sua correlação e o valor da correlação influencia o valor da predição.

A afirmação anterior será demonstrada com os seguintes exemplos:

a) Item similar com a mesma avaliação:

- I. O utilizador 19 é utilizado como alvo e tem uma correlação de um com o utilizador 16. Isto porque o utilizador 16 apenas efetuou duas avaliações e uma delas foi também avaliada pelo utilizador 19, e ambos deram a mesma avaliação (4 estrelas);
- II. O outro item que foi avaliado pelo utilizador 16 e não pelo 19 é recolhido para se calcular a predição;
- III. Com o valor da predição este item é o 18º recomendado. Outros itens de outros utilizadores terão uma maior predição que este.

b) Item similar com avaliações diferentes:

- I. Ao mesmo exemplo anterior alterou-se a avaliação dada pelo utilizador 16 ao item similar de 4 estrelas para 1 estrela;
- II. A correlação entre os dois utilizadores continuou a ser de um (era espectável que decrescesse mas existem apenas duas avaliações efetuadas pelo utilizador 16 o que faz com que a relação não se altere apesar do valor da avaliação);
- III. O item passou a ser o 26º a ser recomendado.

c) Novos vizinhos e novos itens:

- I. O utilizador 31 apresenta apenas correlação com o utilizador 44, isto porque, apenas o utilizador 44 avaliou itens que o utilizador 31 também avaliou;
- II. São recomendados ao utilizador 31 quatro itens que o utilizador 44 avaliou e este não;
- III. O utilizador 18 até então não tinha efetuado qualquer avaliação. Quando este avaliou alguns itens um deles também tinha sido avaliado pelo utilizador 31 e passou a correlacionar-se com este.
- IV. Os itens recomendados ao utilizador 31 passaram a ser também aqueles que o utilizador 18 avaliou mas este não. A ordem como são mostrados depende sempre da predição entre estes e o utilizador 31.

## 6. Conclusão

O presente trabalho pretendeu desenvolver uma plataforma de serviços flexíveis associada aos mecanismos de reputação, essenciais nas redes sociais colaborativas e tirando partido da informação criada nesse processo colaborativo entre utilizadores criar um serviço de recomendação.

Na fase inicial do trabalho foi feito um estudo dos mecanismos de reputação e recomendação do qual foram identificados um conjunto de algoritmos de reputação e recomendação que foram implementados sob a forma de serviços.

A aproximação baseada em serviços tornou-se bastante enriquecedor por permitir disponibilizar a diferentes aplicações tarefas bastante complexas mas que, começam a ser imprescindíveis em sistemas colaborativos como as redes sociais. Assim, as aplicações não necessitam adquirir conhecimento acerca destes mecanismos, basta saber comunicar com os serviços para terem todas as funcionalidades necessárias.

Embora na proposta inicial de trabalho estivesse orientada para os transportes, necessidade do projeto START, a presente aproximação pode aplicar-se a outros domínios como ficou demonstrado no capítulo 5, desde que seja respeitada a hierarquia e a nomenclatura definida.

### 6.1. Trabalho Futuro

Como trabalho futuro seria importante passar a recomendar entidades e não apenas relações entre entidades. Por este motivo a tabela *Entity* está preparada para categorizar entidades. Com a mesma importância seria também bastante útil poder obter o *token* identificador de um item ou de uma avaliação para ultrapassar os casos em que o *token* não fosse recebido com sucesso.

Para tornar os mecanismos mais diversificados e abranger um maior número de aplicações cliente seria bastante vantajoso a utilização de *plugins*. Estes *plugins* disponibilizariam algoritmos que fossem focados em outro tipo de redes sociais (que

não avaliações em estrela e classificações positivas e negativas) ou que acrescentassem algo mais ao existente.

Como a reputação baseada em atividade e os itens a recomendar são calculados através de rotinas seria bastante vantajoso para as aplicações clientes poderem definir a periodicidade da execução das rotinas.

## **Bibliografia**

- [1] T. LLC, "Tripadvisor," TripAdvisor LLC, [Online]. Available: <http://www.tripadvisor.com/>. [Acedido em 29 09 2013].
- [2] I. Rail Europe, "RailEurope," Rail Europe, Inc., [Online]. Available: <http://www.raileurope.com/index.html>. [Acedido em 29 09 2013].
- [3] M. A/S, "Momondo," Momondo A/S, [Online]. Available: <http://www.momondo.pt/>. [Acedido em 29 09 2013].
- [4] a. e. l. Wikipédia, "Sistema de recomendação," Wikipédia, 13 1 2013. [Online]. Available: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_recomenda%C3%A7%C3%A3o](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_recomenda%C3%A7%C3%A3o). [Acedido em 16 2 2013].
- [5] J. V. Yao Wang, "A Review on Trust and Reputation for Web Service Selection," Department of Computer Science, University of Saskatchewan, Canada.
- [6] K. M. A. H.-N. K. e. u. E. S. Aysha Akther, "Social Network and User Context Assisted Personalization for Recommender Systems," University of Ottawa, Canada.
- [7] A. d. O. M. C. Costa e D. M. d. R. Antunes, "Social Mobility Advisor - Relatório do projeto realizado no âmbito de Projecto e Seminário do curso de licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores sob orientação do Prof. Doutor Porfírio Pena Filipe," Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2011.
- [8] "Yahoo! Design Pattern Library," Yahoo, [Online]. Available: <http://developer.yahoo.com/ypatterns/social/people/reputation/competitive.html>. [Acedido em 05 02 2013].
- [9] P. P. P. F. e. J. A. João Ferreria, "Recommender System for Drivers of Electric Vehicles," Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- [10] C. K. K. M. Damianos Gavalas, "Mobile Recommender Systems in Tourism," Department of Cultural Technology and Communication - University of the Aegean, Mytilene - Greece, 2012.
- [11] P. R. Pereira, "Sistema de Recomendação para Condutores de Veículos Elétricos," Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2010.
- [12] A. B. d. S. Dantas, "Sistema de Recomendação para clientes de vídeo locadoras baseado em redes SOM," Pernambuco, 2009.

- [13] J. G. A. Ramos, "Algoritmos Colaborativos para Sistemas de Recomendação," Porto, 2010.
- [14] G. M. P. Félix Gómez Mármol, "State of the Art in Trust and Reputation Models in P2P networks," Springer, 2010.
- [15] F. G. Mármol, "Trust and Reputation Management in Distributed and Heterogeneous Systems," University of Murcia - Faculty of Computer Science, Murcia, 2010.
- [16] "Towards pre-standartization of trust ans reputation models for distributed and heterogeneous system," *Computer Standards & Interfaces, Special Issue on Information and Communications Security, Privacy and Trust: Standards and Regulations*, vol. 32, n.º Reputation Models, pp. 185-196, 2010.
- [17] G. K. J. R. Al Mamunur Rashid, "Influence in Ratings-Based Recommender System: An Algorithm-Independent Approach," Appears in SIAM 2005 Data Mining Conference, 2005.
- [18] Yahoo, "Points and Levels - Yahoo! Answer," Yahoo, [Online]. Available: [http://answers.yahoo.com/info/scoring\\_system](http://answers.yahoo.com/info/scoring_system). [Acedido em 14 07 2013].
- [19] A. d. S. Lázaro, "Análise e Seleção de Algoritmos de Filtragem de Informação para Solução do Problema Cold-Start Item," Universidade Federal de Lavras, Lavras - Brazil, 2010.
- [20] S. M. K. Abeer El-Korany, "Ontology-based Social Recommender System," Computer Science Department, Faculty of Computer & Information, Cairo University, Giza - Egypt , 2012.
- [21] M. A. S. N. N. e. E. B. R. Silvio César Cazella, "A Ciência da Opinião: Estado da Arte em Sistemas de Recomendação".
- [22] L. A. Correia, "Um Sistema de Recomendação de Promoções Baseado em Posts no Twitter," Universidade Federal de Pernambuco, Recife - Brazil, 2011.
- [23] D. F. d. Costa, "Mobi-System: Assistente Pessoal de Viagem," Lisboa, 2011.