

Uma Arquitetura de Referência para Softwares Assistentes Pessoais Baseada na Arquitetura Orientada à Serviços

Saulo Popov Zambiasi e Ricardo J. Rabelo

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas (PPGEAS)

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis – SC – Brasil

E-mail: {popov, rabelo}@das.ufsc.br

Resumo - A crescente evolução das tecnologias da computação e o mercado cada vez mais competitivo tem obrigado as empresas a se aperfeiçoarem no âmbito de seus processos. Novas ferramentas têm surgido para fornecer o devido suporte, com respostas mais rápidas e confiáveis aos clientes e fornecedores. Porém, se por um lado têm facilitado o trabalho das pessoas, por outro as têm levando a um aumento das suas tarefas e responsabilidades. Uma maneira alternativa de resolver essa problemática é prover às pessoas uma assistência via software de computador, munindo-as de um conjunto de ferramentas para automatizar algumas tarefas e para gestão das suas atividades, assim como um secretário humano. Vários esforços vêm sendo feitos para a criação de sistemas computacionais com esse objetivo. Porém, esses geralmente seguem por caminhos distintos, que não necessariamente mantêm a compatibilidade e a interoperabilidade uns com os outros, além de não se preocuparem em estarem conectados com os sistemas empresariais. Neste sentido, este trabalho visa propor uma arquitetura de referência para softwares assistentes pessoais a partir da qual instâncias possam ser implementadas, consoante as características das pessoas e organizações.

Palavras-chave: Softwares Assistentes Pessoais, Arquitetura Orientada à Serviços, Arquitetura de Referência.

I. INTRODUÇÃO

De modo a facilitar as tarefas diárias das pessoas inseridas nas empresas e organizações, novas tecnologias têm sido implantadas para a padronização e a automatização dos processos de trabalho, tanto tecnologias físicas (ferramentas de robótica em linhas de montagem) como de software (sistemas para gerenciamento das informações e ferramentas facilitadoras da comunicação entre as pessoas e os diversos setores das empresas). A utilização desses novos recursos e novos métodos de trabalho acabam também sendo consequência da necessidade das empresas a se adequarem a novas tendências, como forma de sobrevivência frente a esse novo contexto e como um caminho para apresentar respostas mais rápidas e confiáveis aos clientes e fornecedores. Dessa forma, os processos organizacionais acabam tendo que se tornar mais ágeis, culminando diretamente nas tarefas diárias das pessoas inseridas nas organizações [1],[2],[3].

Por um lado, com a utilização desses novos recursos, foram automatizadas muitas das tarefas diárias e acrescentadas muitas ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) facilitadoras. Por outro lado, contudo, as

pessoas têm se deparado com um maior acúmulo de funções e tarefas, incluindo tarefas para o aprendizado e gerenciamento desses novos recursos implantados. Isso as têm obrigado a serem mais produtivas, acarretando um aumento ainda maior de suas tarefas e responsabilidades [4].

Entretanto, tais recursos deveriam servir como facilitadores nos processos e tarefas diárias das pessoas, liberando-as para atividades direcionadas à realização de funções tão essenciais hoje em dia quanto a operação dos processos em si. Tarefas estas que agregam maior valor pessoal e interpessoal para as pessoas e para a própria entidade da qual participam, tais como a realização de negócios, o exercício da criatividade para a inovação, a aprendizagem e o aperfeiçoamento de suas funções [5],[7].

A disponibilização de mais funcionários na empresa, como forma de fornecer um auxílio para cumprir a crescente quantidade de tarefas, ou mesmo assistentes para as pessoas já inseridas nesse contexto, poderia resolver em grande parte tal problemática [8]. Contudo, a realidade financeira da maior parte das organizações, tanto micro como pequenas e médias, torna tal caminho inviável.

Uma alternativa para isso, poderia ser a automatização da tarefa de assistência às pessoas na forma de um software de computador. Tal assistência dar-se-ia semelhante a um secretário humano e forneceria às pessoas um conjunto de ferramentas para automatização de suas tarefas e para a assistência na gestão das atividades rotineiras [8].

Esse cenário, de assistentes pessoais na forma de softwares de computador, já não se encontra mais como um objetivo inatingível. Já é possível, com as tecnologias atuais de TICs, com equipamentos cada vez menores, mais potentes, acessíveis e inteligentes, permitir que a interação deixe de ser apenas entre parceiros humanos. Tal interação pode passar agora a ser tratada em negociações entre humanos e computador ou mesmo entre computadores [9], facilitando a interação entre uma pessoa e um assistente pessoal, por exemplo.

Contudo, os softwares de assistência pessoal existentes atualmente são, em geral, proprietários, monolíticos e não possuem um padrão de comunicação para a interoperabilidade com outros sistemas ou mesmo com os sistemas da empresa. Assim, as pessoas ficam limitadas ao uso de apenas o que o software assistente pessoal da empresa que o desenvolveu pode fornecer [7]. Essas limitações não permitem que as

empresas possam ter suas próprias metodologias de trabalho e de negócios agregados aos comportamentos destes softwares em particular.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva conceber uma arquitetura de referência aberta para softwares assistentes pessoais, que possa gerar implementações interoperáveis e customizáveis para se adequarem aos processos de negócios da empresa e auxiliarem os usuários em suas tarefas diárias.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: A seção II. apresenta uma breve pesquisa sobre softwares assistentes pessoais. A seção III. mostra a arquitetura de referência proposta neste trabalho. A seção IV. descreve alguns aspectos da implementação de uma instância baseada na proposta. Na seção V. são apresentadas as considerações finais e próximos passos.

II. SOFTWARES ASSISTENTES PESSOAIS

Um software para assistência pessoal é visto tal como um secretário humano, que pode antecipar as necessidades das pessoas e executar certas ações sem a necessidade de interação. De certo modo, atividades tais como agendamento de viagens e restaurantes, controle da agenda e e-mails, execução de processos de negócios, tais como compra e venda de produtos, podem ser tarefas executadas por esses assistentes pessoais. Ainda, eles podem funcionar no cenário da Internet para que este possa se conectar com outros serviços, softwares, e pessoas, de forma integrada e interoperável, efetuando as tarefas de auxílio ao usuário de maneira dinâmica. É importante observar que o sucesso no auxílio às tarefas das pessoas depende do quanto o assistente conhece sobre seu usuário. Esse assunto não é novo tem influenciado a imaginação de escritores de ficção científica e cientistas da computação já há um certo tempo [10],[11].

Este recurso, do ponto de vista organizacional, apresenta-se como uma ferramenta de assistência em vários níveis de auxílio das pessoas, resolvendo em parte a questão da crescente quantidade das suas tarefas [14].

Contudo, para que um assistente pessoal possa ter certa autonomia para efetuar tarefas para auxílio dos seus usuários, é importante que este não seja apenas um programa de computador personalizado. Ele deve ter a capacidade de se comunicar via rede de computadores, possuir interatividade para com o usuário e outros softwares e se adaptar às necessidades dos usuários [12]. Assim, um assistente pessoal deve poder capturar as informações do cenário em que se encontra, tais como agenda do usuário, preferências, reputações de outros usuários, integração com outros softwares que possam fornecer funcionalidades, e deve responder com ações de assistência ao usuário como forma de cumprir seus objetivos [12],[14],[20].

Dessa forma, o assistente pessoal pode substituir uma pessoa, parcial ou totalmente, em determinadas tarefas, sendo que muitas vezes tendo que se comunicar com outros sistemas ou pessoas, sem a intervenção direta ou indireta de um humano, com a mesma dinâmica que uma pessoa apresentaria na vida real, tais como mudança de interesses [15],[16].

Entretanto, algo observado pelos autores deste artigo com

relação aos trabalhos na área de assistência pessoal é que o desenvolvimento desses softwares não são direcionados à uma integração com os processos de negócios da empresa. Ainda, tais softwares costumam ser concebidos para realizarem suas atividades sem se preocuparem com transações com outras aplicações, tanto da empresa como aplicações que fornecem serviços.

Em tempo, as empresas, embora tradicionalmente tenham seus sistemas implantados todos localmente, começam a conviver com ambientes largamente distribuídos, fazendo uso de sistemas externos, disponibilizados por outras empresas que são, principalmente, provedores externos de serviços. Tais provedores são tipicamente formados de *software-houses* e por dispositivos computacionais distribuídos. Nesse sentido, o software assistente deve poder acessar tais serviços, consoante os requisitos funcionais associados aos processos de negócios ora em execução, o que pode levar ao caso da necessidade de composição de diferentes serviços para que o comportamento desejado possa ser montado. O aspecto final é o da distribuição de aplicações na forma de serviços.

Não há como observar as empresas, seus sistemas e transações comerciais de forma estática. Adaptações devem ser previstas e/ou gerenciadas quando necessidades de adaptações são encontradas, Tanto a empresa como seus sistemas alteram-se ao longo do tempo com relação aos seus processos de negócios. Assim, um assistente pessoal torna-se obsoleto se não possuir flexibilidade e a capacidade de escalabilidade, de forma a se ajustar suas ações conforme as mudanças que ocorrem na organização ou pela introdução de novos processos de negócios [7].

Outro ponto a se chamar atenção é o escopo das transações empresariais. Cada negócio possui diversas especificidades e necessita de certa flexibilidade quanto a adaptabilidade e escalabilidade das ações, tanto para as tarefas organizacionais quanto para as particularidades específicas de cada pessoa e suas próprias tarefas no cenário da qual está inserida. Por exemplo, um assistente deve oferecer ajuda de forma diferente a uma mensagem referente a um processo de venda de produto (a clientes) a uma de compra de produtos (de fornecedores) [8].

Dentro dessa visão, os seguintes requisitos de um software assistente pessoal emergem:

- Deve ter autonomia na realização de suas tarefas, de forma a atuar nas tarefas do usuário sem, ou com apenas alguma, intervenção humana;
- Deve ser flexível para poder atuar diante de novas situações e cenários de negócios;
- Deve ser adaptável ao usuário, suas informações, preferências, necessidades, situação atual, e deve saber lidar com a evolução temporal dessas informações;
- Deve ser de propósito geral, ou seja, não específico à apenas uma atividade ou um grupo de usuários, podendo ser adaptado aos propósitos do seu usuário;
- Deve interagir com o usuário, pois além de poder identificar novas tarefas, ele deve poder recebê-las do próprio usuário e retornar relatórios sobre o andamento e finalização de cada tarefa;

- Deve trabalhar em um cenário de redes de computador, sendo possível buscar informações na Internet e interagir com outros sistemas que podem tanto servir como funcionalidades ao assistente pessoal, como podem servir para a execução de processos de negócios entre o assistente pessoal e parceiros e/ou outras empresas;
- Deve ser interoperável, de modo que o assistente pessoal possa utilizar interfaces que conectam ele à um cenário distribuído de aplicações heterogêneas;
- Deve também possuir interoperabilidade com os processos de negócios da empresa, de forma integrada.

Contudo, tais questões não possuem soluções triviais e devem ser bem avaliadas para que possam ser resolvidas. Primeiro, não é trivial definir quais informações acerca dos usuários são realmente relevantes e como elas podem ser utilizadas para fornecer assistência aos usuários [12],[20],[21].

Essas informações, compondo o conhecimento do assistente pessoal, também precisam ser dinâmicas, de forma a se adaptarem as mudanças de interesses e objetivos dos usuários e ao contexto dos ambientes das quais eles transitam [4],[16]. Ainda nesse sentido, um assistente deve ser flexível, de forma a poder adaptar suas funcionalidades às necessidades do usuário [11].

O assistente pessoal também precisa ter a capacidade de identificar quando e como interagir com o usuário [8],[21],[22]. Tal interação não deve sobrecarregar as tarefas do usuário, de forma que seja mais trabalhoso gerenciar o assistente pessoal do que realizar as tarefas ele mesmo. Ainda, essa interação deve ser independente de onde o usuário esteja localizado e do dispositivo computacional da qual ele está utilizando [9],[22]. A questão de resolver isso vai além da definição de modelagem, envolvendo também a escolha dos recursos computacionais e das ferramentas de implementação.

Há casos também que o assistente pessoal, ou alguma funcionalidade da qual ele utilize, ou um software que assistente pessoal precisa se comunicar para buscar informações, ou um parceiro para a realização de um processo de negócios, não esteja disponível para que as transações necessárias para a assistência ao usuário sejam realizadas. Este não é um problema trivial e deve haver uma forma satisfatória de se tratá-lo [21],[23],[24]. Ainda, ao se trabalhar em um cenário conectado à redes de computadores, fica aberta a possibilidade de problemas de segurança. Isso engloba todo o sistema computacional envolvido, tanto na comunicação com outros sistemas como com a interação com o usuário [23].

Além disso, os componentes que estão envolvidos na interação e comunicação devem possuir uma padronização em suas trocas de mensagens, caracterizando a interoperabilidade entre eles [25],[26].

Tanto as informações, como as funcionalidades utilizadas pelos assistentes pessoais, como os processos de negócios, podem se envolver em conflitos. Estes estão no nível, tanto da ordem de execução de cada parte da tarefa, como na base de conhecimento do assistente pessoal em si, para conquistar seus objetivos, como também em relação à objetivos conflitantes [8]. Ainda, é interessante para um assistente pessoal encontrar novas oportunidades de negócios para os usuários. Isso não é

tarefa fácil e depende muito das tarefas, objetivos e informações do usuário estarem corretas, ou de uma forma de resolver os conflitos.

Um problema de grande relevância que foi detectado durante as pesquisas para esse trabalho, é que os softwares de assistência pessoal encontrados são em geral proprietários e monolíticos, ou seja, são fechados e não possuem padrão. Cada empresa desenvolve sua própria tecnologia, protocolos, algoritmos e funcionalidades de seus assistentes pessoais. Eles não dão suporte aos usuários, ou outras empresas, desenvolverem novas funcionalidades para os assistentes pessoais, nem fornecem uma forma de adaptação interoperável aos sistemas da empresa. Ainda, se mostram centralizados a um único software de computador. Dessa forma, as pessoas ficam limitadas ao uso de apenas o que o software assistente pessoal daquela empresa pode fornecer [27],[28].

III. PROPOSTA

A proposta desse trabalho é conceber uma Arquitetura de Referência para assistentes pessoais. Como forma de resolver grande parte dos requisitos apresentados, a proposta utiliza como estilo arquitetural a Arquitetura Orientada à Serviços (SOA). Nesta seção a proposta da arquitetura é descrita e cada um dos elementos que a compõe são apresentados.

A Arquitetura Orientada a Serviço "*é um paradigma para organização e utilização de competências distribuídas que estão sob o controle de diferentes domínios proprietários*" [18]. Esta surgiu para promover a redução do tempo, custo e recursos gastos na tentativa de uma integração rápida e flexível de sistemas, agilidade na composição de novos processos via orquestração de componentes (serviços) já prontos, além do reuso de sistemas e aplicações legadas [19]). Alguns requisitos de SOA [17] justificam sua utilização nesta proposta, tais como:

- **Baixo acoplamento:** Os serviços da arquitetura não devem ter uma dependência forte entre si.
- **Independência de implementação:** Não se deve depender de características específicas de linguagens de programação ou ambientes de execução.
- **Configuração flexível:** Os diferentes serviços devem poder ser ligados entre si de forma dinâmica e configurável.
- **Tempo de vida longo:** Os serviços devem existir por tempo suficiente para que sejam descobertos e utilizados até se obter confiança em seu comportamento.
- **Granularidade:** As funcionalidades de um sistema devem ser divididas em vários serviços.
- **Distribuição:** Os serviços devem ficar distribuídos, para aproveitar melhor os recursos computacionais.

A concepção de uma arquitetura de referência está focada em se caracterizar como um padrão genérico para um projeto. Esta deve abordar os requisitos para o desenvolvimento de soluções, guiado pelo modelo de referência e por um estilo arquitetural, de forma a atender as necessidades do projeto [26]. Para compor uma arquitetura de referência, é necessário apresentar os tipos dos elementos envolvidos, como eles interagem e o mapeamento das funcionalidades para estes

elementos [29].

De fato, a apresentação de uma arquitetura de referência para assistentes pessoais, que segue conforme as características e os requisitos apresentados, já se caracteriza como uma inovação na área da assistência pessoal via software de computador. Contudo, essa proposta apresenta alguns direcionamentos escolhidos para a modelagem de tal arquitetura. Tais escolhas foram baseadas nos requisitos apresentados anteriormente.

Como ponto de partida, foi definido que a arquitetura deve ser baseada em padrões abertos e atuais, como forma de fornecer flexibilidade nas funcionalidades dos assistentes pessoais e interoperabilidade na comunicação entre os elementos envolvidos no auxílio à realização das tarefas dos usuários. Também não foi definida uma linguagem específica, sendo que cada desenvolvedor pode ter a liberdade de escolher suas ferramentas de desenvolvimento do assistente pessoal, ou das suas funcionalidades, contanto que utilizem os padrões abertos. Ainda, contando que o estilo arquitetural escolhido é o SOA, define-se aqui a utilização dos padrões e protocolos para comunicação deste estilo arquitetural.

Também foi definido que deve ser permitido que novas funcionalidades possam ser agregadas ao assistente pessoal de forma dinâmica, sem que seja necessário alterar sua implementação pronta. Essas funcionalidades compõem o comportamento do assistente pessoal e devem poder ser substituídas por outras, com comportamento semelhante, fornecidos por outras empresas/organizações/desenvolvedores.

Além disso, seguindo o estilo SOA, uma funcionalidade do assistente pessoal não deve obrigatoriamente estar localizada no mesmo computador do núcleo de execução do assistente pessoal, ou seja, as funcionalidades podem estar espalhadas em repositórios distribuídos na internet na forma de serviços, podendo ser utilizadas gratuitamente, alugadas ou vendidas por terceiros.

É importante salientar que seguir uma arquitetura de referência, juntamente com esses direcionamentos para o desenvolvimento de assistentes pessoais, pode trazer certas vantagens, tais como interoperabilidade, flexibilidade das funcionalidades do assistente pessoal, independência de fornecedores de assistentes pessoais e funcionalidades e a possibilidade de que qualquer pessoa possa ter seu assistente pessoal, com os mais variados tipos de funcionalidades, que podem ser encontradas na internet, com o comportamento ao gosto e necessidade de cada usuário e em conformidade com os custos que cada usuário pode pagar.

A. Visão Geral

O assistente pessoal é, no contexto desse trabalho, um conjunto de processos computacionais trabalhando em conjunto e criados para representar um usuário na execução de certas tarefas, automaticamente ou com algum grau de intervenção/supervisão humana. Seu comportamento é composto pelo conjunto de funcionalidades distribuídas na internet, vistas como serviços, e que podem ser executadas em paralelo.

O comportamento do assistente pessoal é o subconjunto das

possíveis funcionalidades que podem ser utilizadas. Este subconjunto é escolhido pelo usuário e adicionado ao assistente pessoal como forma de satisfazer suas necessidades e auxiliar em suas tarefas. A agregação das funcionalidades se dá pela seleção de funcionalidades (serviços web) de repositórios na Internet, juntamente com a configuração desta em um ambiente de configuração do assistente pessoal.

Tendo em vista as características e proposta de assistentes pessoais descritas até este ponto, é possível esboçar uma visão geral do cenário dos assistentes pessoais (Figura 1).

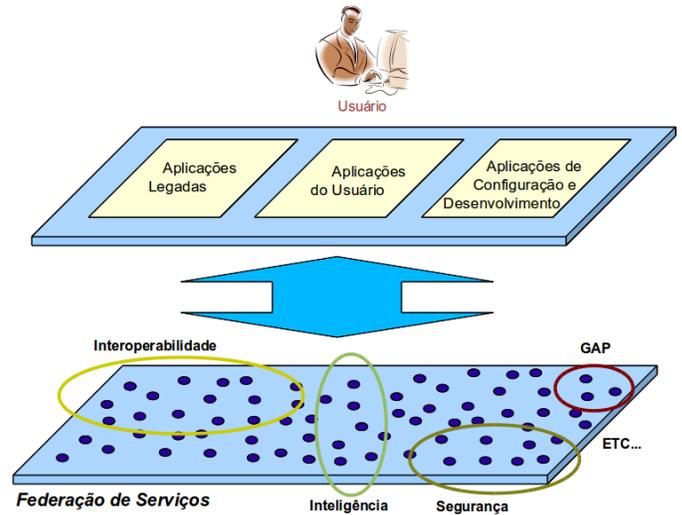


Figura 1: Visão Geral.

Essa visão é composta pelo usuário, que interage com aplicações legadas, com suas aplicações de usuário (tais como *webmail*, programa de comunicação de *instant message*, etc...) e pode, se tiver conhecimento suficiente, desenvolver assistentes pessoais e/ou funcionalidades para estes. Já o assistente pessoal em si, é composto pelo conjunto de elementos, ou serviços, que estão dispostos de forma distribuída em uma federação de serviços na internet. Cada elemento possui sua própria funcionalidade, assim como também pode servir para compor uma funcionalidade mais complexa e/ou completa por meio da orquestração de serviços.

Formalizando o cenário apresentado na Figura 1, tem-se por A um conjunto não vazio, tal que A representa o conjunto de n serviços da federação de serviços $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ e distribuídos na Internet. Tem-se por B o comportamento resultante do assistente pessoal, sendo caracterizado pelo conjunto de serviços de A , no qual $B \subseteq A$. Seja b_i um serviço de B e $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ o conjunto de serviços de B ($\mathbf{1}$), logo, o comportamento de B é caracterizado por

$$B = \sum_{i=1}^n b_i \quad (\mathbf{1})$$

Resumindo, o comportamento do assistente pessoal é o subconjunto de serviços selecionados e configurados para este, da totalidade de serviços disponíveis e distribuídos na Internet, e em conformidade com os padrões abertos de conectividade e

comunicação aceitos pela proposta desse trabalho, ou que se utilizem de um serviço de interoperabilidade que servem como comunicação com os outros elementos que mantêm o padrão.

Dentre estes serviços, encontram-se os serviços que fazem a gerência do assistente pessoal (GAP), os serviços de interoperabilidade, de segurança, de inteligência e aprendizado, de gestão, de filtragem, de pesquisa e catálogo de serviços, de auditoria, e outros serviços diversos. Dessa forma, o assistente pessoal pode ser visto como um conjunto de serviços altamente distribuídos e conectados entre si dinamicamente.

B. Arquitetura de Referência

A arquitetura de referência para assistentes pessoais proposta neste trabalho, conforme visto na Figura 2, está dividida em seis partes básicas: (i) Ferramentas para criação, atualização, configuração e desenvolvimento (*Tools*); (ii) Aplicações legadas; (iii) Aplicações do usuário; (iv) Federação de Serviços; (v) Serviços de Interoperabilidade; e (vi) Gerenciador de Assistentes Pessoais (GAP).



Figura 2: Arquitetura de Referência.

A área mais externa é a visão que o usuário possui do assistente pessoal, ou seja, os elementos da arquitetura da qual devem fazer o interfaceamento entre o usuário e seu assistente pessoal. Para que o usuário possa interagir com o assistente pessoal, ele deve acessar ferramentas de software (*tools*) onde ele pode criar e configurar um assistente pessoal, ou adicionar alguma funcionalidade (visto como um serviço web) e, se tiver conhecimento para tal, desenvolver seu próprio assistente pessoal ou funcionalidades para estes (serviços web), via linguagem de programação.

Por “criar e configurar um assistente pessoal”, no caso de já existir algum servidor de assistentes pessoais, o usuário faz o acesso por meio de alguma interface para se cadastrar e configurar um assistente pessoal para si, tal como no processo de criação de uma conta de e-mail em um servidor de webmail. Neste caso, o usuário deve passar para o sistema

informações obrigatórias e adicionais. Contudo, o assistente pessoal está estruturado em uma forma tal qual seu comportamento é composto pelo conjunto de funcionalidades que ele possui. Essas funcionalidades, vistas na forma de serviços web, devem ser adicionadas ao assistente pessoal para que ele possua um comportamento para auxiliar o usuário, caso contrário ele não terá nada para executar. Entretanto, também é esperado que o provedor de assistentes pessoais forneça um pacote básico de funcionalidades para o assistente pessoal do usuário no momento de sua criação.

As **Aplicações Legadas** podem ser vistas como aplicações da organização em que a pessoa está inserida, tal como um sistema de controle de estoque, de gerência de recursos humanos, de contabilidade, etc. Porém, para que tal sistema faça parte da composição da arquitetura proposta, deve existir algum serviço de interoperabilidade que faça a comunicação entre este sistema e os assistentes pessoais, ou com outros serviços. Isto pois todos os elementos da arquitetura, seguindo o SOA, devem ser vistos como serviços e ainda manter um padrão entre eles.

As **Aplicações do Usuário** são aqueles softwares que o usuário utiliza em seu dia a dia, ou mesmo softwares desenvolvidos propriamente para se comunicar com seu assistente pessoal. Quanto aos softwares de acesso rotineiro do usuário, pode-se considerar uma conta de e-mail ou *webmail*, programa de *instant message*, conta no twitter, e outros. Tais aplicações podem ser utilizadas para a comunicação do usuário com seu assistente pessoal de uma forma da qual o usuário conhece e já está acostumado, sem que ele tenha que aprender a utilizar qualquer novo programa de computador ou sistema na web. Outra vantagem de se utilizar aplicações já rotineiras é que o usuário não precisa instalar nenhum software novo em seu computador e, caso sejam todas aplicações que o usuário utiliza possam ser acessadas via web, então o usuário pode acessar seu assistente pessoal de qualquer computador ou *cybercafe*, conectado à Internet.

Os **Serviços de Interoperabilidade** são serviços web que, apesar de comporem a **Federação de Serviços**, possuem uma funcionalidade bastante específica, que é servir como padronizador da comunicação entre uma aplicação ou serviço que não se encontra no padrão de comunicação com os outros serviços ou módulos da Arquitetura de Referência. O assistente pessoal, inclusive, deve ser visto pelo resto dos elementos envolvidos, como um serviço web. Qualquer comunicação originada de outras aplicações ou serviços web para com o assistente pessoal, deve ser feita via um serviço web de interoperabilidade para com o assistente pessoal.

A **Federação de Serviços** é o conjunto de serviços web disponíveis na Internet que se apresentam no padrão de serviços web utilizado pelo assistente pessoal, e que podem ser utilizados como funcionalidades para compor o comportamento do assistente pessoal.

O **Gerenciador do Assistente Pessoal (GAP)** é o módulo central responsável por fazer o gerenciamento das funcionalidades, fazendo desde a instânciação/inicialização de uma funcionalidade, passando as informações necessárias para que ela seja efetuada, até o controle da sua execução e sua

finalização quando completada. Este módulo não é necessariamente um software, mas pode ser um conjunto de softwares que compõe a funcionalidade geral do GAP.

IV. ASPECTOS DA IMPLEMENTAÇÃO

De forma a testar as ideias que englobam a proposta, foram implementados dois protótipos iniciais, um em [6], sem a utilização de serviços web para compor o comportamento do assistente pessoal e em [7] outra versão, já com a utilização de serviços web e serviços de interoperabilidade. Contudo, nenhum destes contém todos os elementos ou a forma da proposta atual, sendo então necessário a criação de um exemplo mais completo, em conformidade com a proposta atual e contemplando todos os elementos envolvidos, mesmo que alguns implementados de forma bastante simples.

Assim, este trabalho apresenta alguns aspectos referentes à implementação de uma instância mais atual baseada na arquitetura de referência para assistentes pessoais proposta. Para tal, um estudo de caso foi escolhido para servir como ponto de partida para a escolha dos elementos a serem utilizados, ou implementados, e para a elaboração de testes em cima do protótipo.

Antes de apresentar o estudo de caso, parte-se do princípio que já existe um provedor de assistentes pessoais e que este foi implementado conforme as especificações da arquitetura de referência proposta. Também parte-se do princípio de que já existe uma grande variedade de serviços web que mantêm o padrão com as especificações.

Para o estudo de caso, foi escolhido um cenário em que uma pessoa é responsável pelo gerenciamento de um sistema de controle de estoque em uma empresa. Este sistema se caracteriza como uma aplicação legada com seu próprio banco de dados e interface de aplicação própria, para que a pessoa possa controlar as informações nele contidas. Entretanto, para que este sistema possa ser utilizado pelo assistente pessoal, é necessário a criação de um serviço de interoperabilidade pela empresa desenvolvedora do sistema de controle de estoque, ou pela empresa que o utiliza. Este serviço efetua a leitura e gravação no banco de dados e faz a troca dessas informações por meio de uma interface de serviço web.

Para o usuário desse sistema, uma forma inicial de assistência seria, por exemplo, a verificação de produtos que estão com o estoque baixo e fazer a aquisição dos mesmos de forma a manter o estoque dos produtos sempre em dia.

Para este estudo de caso, e implementação, o mesmo critério definido em [6], de que a interação com o usuário deve ser o menos intrusiva possível, foi também selecionado. Ou seja, não será necessário ao usuário instalar nenhum software adicional em seu computador. Assim, a forma de comunicação entre o usuário e seu assistente pessoal se dá via troca de e-mails, troca de mensagens *instant message* e via twitter. Este último permite a troca de mensagens de celular entre o assistente pessoal e o usuário.

Na Figura 3 é apresentada uma visão do cenário do estudo de caso com os elementos envolvidos na implementação.

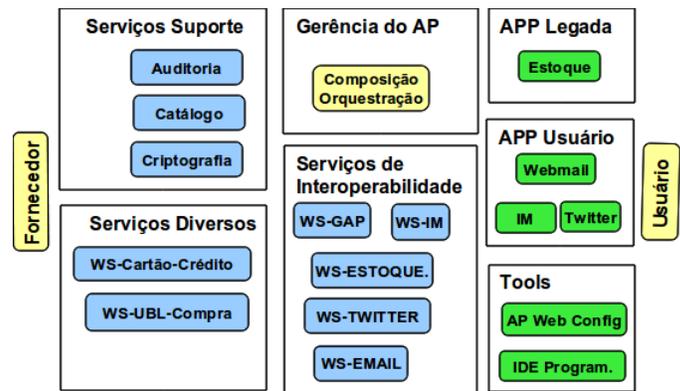


Figura 3: Estudo de caso.

O sistema de controle de estoque é controlado pelo usuário e é caracterizado como uma aplicação legada. O usuário pode acessar o GAP para criar ou configurar seu assistente pessoal, assim como pode adicionar novas funcionalidades por meio das ferramentas de configuração e desenvolvimento (*Tools*). Neste exemplo, foram selecionados os serviços de suporte tais como: (i) serviço de Auditoria, para a criação de *logs* para posterior verificação da execução das tarefas; (ii) serviço de catálogo para cadastrar e encontrar serviços a serem utilizados pelo assistente pessoal e (iii) serviço de criptografia, para garantir a segurança na troca de informações sigilosas.

Nos serviços de interoperabilidade, há um serviço para a comunicação como sistema de controle de estoque da empresa, um para enviar e receber e-mails, um para o assistente acessar um serviço de *instant message* e um para acesso ao microblog Twitter.

Nos serviços diversos, estão o serviço de venda de um fornecedor específico, que está implementado em conformidade com o padrão UBL (*Universal Business Language*) e um serviço para utilização e validação via cartão de crédito.

De um lado, no cenário, está o usuário que interage com o assistente pessoal, do outro lado o fornecedor, que vende um produto, quando necessário para manter o estoque em dia.

Ainda, para esta implementação, foi adicionado um serviço web específico que faz o gerenciamento de todas as formas de comunicação com o usuário, sem contar o sistema legado. A este serviço foi dado o nome de Interface Social para Assistentes Pessoais (ISAP).

Neste serviço, o usuário pode selecionar que tipos de formas de comunicação ele terá com seu assistente pessoal. Entre eles, uma conta de *instant message* (IM) tal como o Gtalk, uma conta de e-mails, uma conta de Twitter, ou outras funcionalidades que podem ser acrescentadas. O IM pode ser utilizado para comunicação direta e rápida com o assistente pessoal, a conta de e-mail para recebimento de relatórios e a conta do Twitter para recebimento de informações curtas e envio de comandos ao assistente pessoal. No caso do Twitter, há a vantagem de que a troca de mensagens diretas possibilita a utilização do recurso de envio e recebimento de mensagens de texto via celular.

O usuário também pode selecionar um serviço de *chatbot*, para que seu assistente pessoal possa “conversar” com ele e,

dependendo do nível de inteligência do serviço, o assistente pessoal poderá interpretar as mensagens do usuário de maneira mais eficiente, dando menos margem à erros de interpretação.

No caso do *chatbot*, neste protótipo foi implementado um serviço web, de forma bastante simples, que interpreta as frases proveniente dos usuários e as responde. Aqui, o interfaceamento homem-computador se dá na forma de conversação, facilitando a maneira do usuário interagir com seu assistente pessoal, de forma mais natural.

As funcionalidades básicas do ISAP são: (i) criar uma entidade virtual para representar o assistente pessoal para o usuário, ou seja, o usuário irá ver o assistente pessoal como se fosse um secretário, da qual ele pode se comunicar via *Instant Message*, e-mail, Twitter, ou outros; (ii) receber mensagens e comandos do usuário e transformar em informações úteis e comandos para o GAP; e (iii) receber as informações e relatórios do GAP e enviar ao usuário de uma forma mais natural.

A. Exemplo da Execução do Comportamento

Havendo os serviços apresentados acima, é criada uma funcionalidade para o gerenciamento do estoque da empresa pelo assistente pessoal do usuário.

Para isso, é feita uma orquestração dos serviços de forma a funcionarem a favor do auxílio ao usuário.

Nesta, o assistente acessa inicialmente o WS-Estoque para verificar se há produtos com quantidades baixas no estoque. Caso algum produto esteja com uma quantidade abaixo de um certo limiar, o GAP informa o ISAP sobre a situação e a urgência da resposta. Neste caso, considera-se a necessidade de uma resposta urgente.

O ISAP verifica se o usuário está conectado no seu *instant message* por meio do WS-XMPP. Caso não esteja, envia uma mensagem direta via twitter, que resultará em uma mensagem de celular ao usuário. O usuário pode simplesmente responder “resolva” caso ele seja encontrado, ou no caso do usuário não ser encontrado, ou seja, está indisponível para resolver o assunto, o ISAP deve informar ao GAP para que tome as medidas cabíveis.

Se, por exemplo, o usuário não for encontrado, e o assistente pessoal possuir certa autonomia, então ele mesmo deve efetuar a tarefa de compra. Neste caso, o assistente pessoal acessa a lista de fornecedores do produto em questão por meio do WS-Estoque e faz uma pesquisa para saber qual fornecedor é o mais adequado para a situação. Após selecionar o melhor fornecedor, ele envia para este uma ordem de compra, através do serviço WS-UBL-Compra, da qual utiliza o padrão UBL para processos de negócios.

O WS-UBL-Compra, em contato com o fornecedor, inicia o processo de venda de um produto para o assistente pessoal. Ambos os envolvidos, o assistente pessoal e o WS-UBL-Compra se utilizam de um serviço de criptografia para garantir a segurança na troca de mensagens durante o processo de negócios.

O fornecedor confirma a venda e envia as informações e a resposta da ordem para o assistente pessoal pelo serviço WS-UBL-Compra e via serviço de interoperabilidade WS-GAP, ou

seja, o serviço que apresenta o assistente pessoal à Federação de Serviços na forma de um serviço.

O assistente pessoal, utilizando-se do serviço de criptografia, acessa o serviço de cartão de crédito WS-Cartão-Crédito e efetua o pagamento ao fornecedor. O WS-Cartão-Crédito confirma o pagamento ao fornecedor, finalizando o processo de compra.

O GAP envia ao ISAP o relatório das informações que pode ir de forma resumida para o usuário via conversa no gtalk, ou mensagem via twitter, ou via e-mail na forma de um relatório mais completo, para que o usuário possa acessar posteriormente.

É conveniente reforçar que cada um dos módulos desenvolvidos e utilizados para esta instância de implementação pode ser substituído por módulos mais ou menos complexos. Assim como também podem ser desenvolvidos e fornecidos por terceiros para apresentar soluções melhores para o assistente pessoal e para o usuário. Ainda, outras funcionalidades podem ser acrescentadas ao assistente pessoal, de forma que ele represente o usuário em diversas outras tarefas. O intuito é que, com o tempo, o usuário acrescente ao seu assistente pessoal mais funcionalidades, tornando-o cada vez mais customizado às suas necessidades e tarefas na organização em que trabalha.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentada uma proposta para uma Arquitetura de Referência para Assistentes Pessoais. Essa proposta se apropriou da Arquitetura Orientada à Serviços para servir de estilo arquitetural e resolver diversos requisitos e problemas apontados neste artigo.

Os assistentes pessoais, no contexto desse trabalho, visam fornecer um suporte às pessoas, com o intuito de minimizar o tempo gasto na execução de tarefas repetitivas e tediosas, ou quando uma pessoa não possa estar disponível ou encontra-se demasiada ocupada.

A arquitetura proposta busca fornecer um caminho de interoperabilidade entre softwares que fornecem assistência às pessoas e os diversos elementos que podem ser utilizados para compô-los, mantendo a compatibilidade entre as instâncias que seguem esta arquitetura, assim como a possibilidade de ter os assistentes conectados aos sistemas empresariais.

A arquitetura apresentada neste artigo corresponde a uma evolução do trabalho anterior dos autores, descrita em [7], essencialmente enquadrando-se mais adequadamente a proposta dentro do paradigma SOA.

Com base nos resultados preliminares de implementação, pode-se verificar que a instância derivada e implementada do modelo de referência executou corretamente as ações associadas aos comportamentos dos processos de negócios envolvidos.

Os próximos passos do desenvolvimento visam uma avaliação mais intensiva e rigorosa do protótipo e dos modelos envolvidos, quer quantitativamente, quer qualitativamente, via um conjunto de indicadores de desempenho ainda a serem finalmente definidos. Exemplos de indicadores potenciais de avaliação são o tempo de execução de tarefas frente ao tempo

de um humano, a facilidade da execução automática de certas tarefas, a correteza na execução, etc. Todavia, a área de assistentes pessoais tem ainda enormes desafios à serem enfrentados, incluindo ao que se refere a limitações das TIs atuais para certos propósitos (por exemplo, o problema da interoperabilidade semântica), os impactos organizacionais, a complexidade do problema de composição de comportamentos dentro da abordagem SOA, etc. Dessa forma, este trabalho veio no sentido de oferecer uma contribuição para a área de assistentes pessoais mais flexíveis, mais interoperáveis, e mais integrados ao mundo das empresas/processos de negócios.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é parcialmente financiado pela CAPES – Coordenação de Pessoal de Nível Superior (<http://www.capes.gov.br>).

REFERÊNCIAS

- [1] Loss, Leandro. Aprendizado de redes colaborativas de organizações: um arcabouço para dar suporte à criação e uso de conhecimento. 2007. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, UFSC, Florianópolis, 2007.
- [2] Stojanovic, Z.; Dahanayake, A.; Service-oriented software system engineering: challenges and practices. Idea Group Inc. Hershey, PA. 2005.
- [3] Lackenby, C. e Seddighi, H. A dynamic model of virtual organisations: Formation and development. Em Camarinha-Matos, páginas 37–44. 2002.
- [4] Maes, P. Agents that reduce work and information overload. Communications of the ACM, nº.7, vol37, NY, USA, 1994.
- [5] Hoyle, MA. and Lueg, C. Open Sesame!: A Look at Personal Assistants. Proceedings of the International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents (PAAM97), London, 1997, 51 60, 1997.
- [6] Zambiasi, S.P.; Rabelo, R.J. Virtualização de Colaboradores na Manufatura: um modelo baseado em Agent Bots. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Florianópolis. Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2007.
- [7] Zambiasi, S.P.; Rabelo R.J. Uma arquitetura de referência para assistentes pessoais: uma abordagem baseada em agentes e serviços de software. WESAAC 2010: VI Workshop - Escola de Sistemas de Agenets, seus Ambientes e Aplicações, Rio Grande (RS). 2010.
- [8] Bocionek, S. Software secretaries: learning and negotiating personal assistants for the daily office work In Systems, Man, and Cybernetics. 'Humans, Information and Technology', 1994 IEEE International Conference on, 12 vol.1. 2-5 Oct. 1994.
- [9] Vieira, W. Agentes Móveis Adaptáveis para Operação Remota. PhD Thesis, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2000.
- [10] Markoff, John. A Software Secretary That Takes Charge. New York Times, December 13, 2008 <http://www.nytimes.com/2008/12/14/business/14stream.html?_r=1&scp=7&sq=personal%20assistant&st=cse> accessed in March, 17, 2009.
- [11] Michael, T., Caruana, R., Freitag, D., McDermott, J., Zabowski, D. Experience With a Learning Personal Assistant. Communications of the ACM, July, 1994.
- [12] Huhns, Michael N. Singh, M.P., Personal assistants, IEEE Internet Computing, Vol. 2, Issue 5, pp. 90-92. Sep./Oct. 1998.
- [13] Russel, S., Norvig, P., Inteligência Artificial, 2ªEd, Tradução da segunda edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- [14] Wong, J. S. K., Mikler, A. R., Intelligent mobile agents in large distributed autonomous cooperative systems. The Journal of Systems and Software 47, pag.75-87, 1999.
- [15] Weiss, G. Multiagent systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. MIT Press, 1999.
- [16] Sensoy, M., Yolum, P. Evolving service semantics cooperatively: a consumer-driven approach. Springer Science+Business Media, LLC, Nov 9, 2008.
- [17] Singh, M. P. e Huhns, M. N. Service-Oriented Computing: Semantics, Processes, Agents. John Wiley & Sons, New York, NY, EUA, 1ª. Edição. 2005.
- [18] Estefan, J. A.; Laskey, K.; McCabe, F.; Thornton, D. Reference Architecture for Services Oriented Architecture Version 1.0. OASIS. <<http://docs.oasis-open.org/soa-rm/soa-ra/v1.0/soa-ra-pr-01.pdf>>, Accessed in Dec/2008. 2008.
- [19] Dudley, C.; Rieu, L.; Smithson, M.; Verma, T.; et al.. WebSphere Service Registry and Repository Handbook. First Edition ed. IBM RedBooks: IBM. 2007.
- [20] Schiaffino, S., Amandi A.; Polite Personal Agents, in IEEE Intelligent Systems, p12-18. Jan-Fev 2006.
- [21] Bush, J., Irvine, J. and Dunlop, J. Personal Assistant Agent and Content Manager for Ubiquitous Services. Wireless Communication Systems, 2006. ISWCS'06. 3rd International Symposium on , 169-173. 2006.
- [22] Franco, RD., Neyem, A., Ochoa, S. et al. Supporting mobile virtual team's coordination with soa-based active entities. Establishing The Foundation of Collaborative Networks, IFIP TC 5 Working Group 5.5 Eighth IFIP Working Conference on Virtual Enterprises, September 10-12, 2007, Guimarães, Portugal. IFIP 243 Springer 2007.
- [23] Coulouris, G.F.; Dollimore, J.; Kindberg, T. Distributed systems: concepts and design. Addison Wesley Longman, 2005.
- [24] Kshemkalyani A.D.; Singhal, M. Distributed Computing Principles, Algorithms, and Systems. Cambridge University Press. 2008.
- [25] Gesser, Carlos E. Uma abordagem para a integração dinâmica de serviços web em portais. Eng. Elétrica - UFSC. Dissertação. 2006.
- [26] MacKenzie, C.; Laskey, K.; McCabe, F. at all. Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0. OASIS Standard, 12 October 2006. <<http://docs.oasis-open.org/soa-rm/v1.0/soa-rm.pdf>> acessado em Fev/2009.
- [27] Markoff, John. A Software Secretary That Takes Charge. New York Times, December 13, 2008 <http://www.nytimes.com/2008/12/14/business/14stream.html?_r=1&scp=7&sq=personal%20assistant&st=cse> accessed in March, 17, 2009.
- [28] Mundie, Crieg. Microsoft to Make Computers "Humanistic" ...meet Laura..., Interview on Beet.TV, October, 2008 <http://www.youtube.com/watch?v=6GOrNU6e_og> Accessed in March 17, 2009.
- [29] Hofmeister, C., Nord, R., Soni, D. Applied Software Architecture. Addison Wesley, 2000.
- [30] Tramontin, R.J.; Rabelo, R.J. A knowledge search framework for collaborative networks. In: International Federation for Information Processing-Publications-IFIP, vol.243, pg.573. Springer. 2007.