



Análise de Requisitos de Percepção em um *Groupware* móvel síncrono

Márcio José Mantau, *Departamento de Engenharia de Software, Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI), Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC,*

Rafael Rizzatti, *Departamento de Ciência da Computação, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC,*

Gian Ricardo Berkenbrock, *Departamento de Engenharias da Mobilidade, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e*

Carla Diacui Medeiros Berkenbrock, *Departamento de Ciência da Computação, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC*

Resumo—As limitações dos dispositivos móveis, em especial, sua dimensão de tela reduzida, dificultam a apresentação e a manipulação das informações. Neste contexto, o presente trabalho investiga técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção em *groupwares* móveis. A pesquisa foi fundamentada adaptando o jogo colaborativo de perguntas e respostas intitulado *Warming Up The Brain*. O método de pesquisa utilizado foi a pesquisa-ação, onde foram empregadas técnicas de visualização de informações de percepção no jogo colaborativo. Com base na filtragem das informações de percepção foi possível construir uma interface WYSIWIS (o que você vê é o que eu vejo) sensível ao contexto. Desta forma, o jogo colaborativo possibilitou o ajuste automático do conteúdo apresentado na interface com base nas informações contextuais.

Palavras-chave—Requisitos de desenvolvimento, Percepção, Visualização e filtragem, *Groupware* móvel.

Analysis of Awareness Requirements for a Synchronous Mobile Groupware

Abstract—Mobile devices limitations, especially its reduced screen dimension, complicates information presentation and manipulation. In this context, this work investigates techniques for visualization and filtering of awareness information in mobile groupwares. The research was based on a collaborative game titled *Warming Up The Brain*. We used the action-research method and applied visualization techniques of awareness information in the collaborative game. Based on the filtering techniques it was possible to build an WY-SIWIS (What You See Is What I See) context-aware interface. Thus, the collaborative game automatically adjusts the content displayed on the screen based on contextual information.

Keywords—Development requirements, Awareness, Visualization and filtering, Mobile groupware.

Autor correspondente: Carla Diacui Medeiros Berkenbrock, carla.berkenbrock@udesc.br

I. INTRODUÇÃO

A crescente utilização de dispositivos móveis, tais como *smartphones*, *tablets*, computadores portáteis, associada às novas formas de comunicação sem fio, traz novas possibilidades de interação entre os usuários. Estes avanços permitem utilizar dispositivos móveis em aplicações colaborativas, como sistemas de *groupware* (BERKENBROCK, 2009).

Sistemas de *groupware* são sistemas baseados em computador que permitem que duas ou mais pessoas trabalhem em uma tarefa comum (ELLIS; GIBBS, 1992).

Um aspecto importante em ambientes colaborativos é a percepção ou *awareness*. Por meio da percepção é possível reconhecer, organizar e encontrar sentido para os estímulos recebidos do ambiente no qual estamos (STERNBERG; MIO, 2006). Neste contexto, a percepção é utilizada para assegurar que as atividades individuais estejam de acordo com os objetivos do grupo, bem como para possibilitar o processo de colaboração do grupo. Sem a percepção dos outros envolvidos, não há possibilidade de trabalho coletivo, o grupo será apenas um conjunto incoerente de peças isoladas (BREZILLON et al., 2004b). A percepção das tarefas individuais e do grupo é crítica para o sucesso do processo de colaboração (DOURISH; BELLOTTI, 1992).

A apresentação das informações de percepção em sistemas colaborativos é importante para garantir que os usuários tenham a consciência das ações dos demais. Essas informações também são usadas para diminuir a sensação de isolamento, reduzir conflitos, inconsistências e contradições, possibilitar medir a qualidade do próprio trabalho, além de facilitar o processo de colaboração (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011). Em dispositivos móveis, em especial os com tamanho de tela reduzido, tem-se limitada a quantidade de informação que pode ser apresentada simultaneamente ao usuário de forma a não sobrecarregá-lo.

Do mesmo modo que a falta de informações de per-

cepção em interfaces colaborativas pode ser prejudicial, existem outros problemas que devem ser considerados ao utilizar elementos de percepção, tais como:

- sobrecarga de informações – deve-se evitar apresentar grande quantidade de informação ao usuário;
- intrusividade – o sistema não deve perturbar ou tirar a atenção do usuário;
- privacidade – as informações do usuário devem estar seguras, e o usuário deve ter a possibilidade de visualizar quais informações estão sendo compartilhadas e quem pode ter acesso a elas (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011).

Interfaces colaborativas devem se preocupar ainda com questões como segurança, controle de acesso, a junção dos trabalhos individuais e do grupo, junção de trabalhos síncronos e assíncronos, e assim por diante (GREENBERG, 1997).

O principal problema encontrado é como apresentar as informações de percepção, considerando questões como sobrecarga de informação, intrusividade e privacidade do usuário. Por um lado tem-se a necessidade de prover os aspectos de percepção para o usuário. Por outro lado, têm-se os desafios oriundos da percepção aliados às limitações dos dispositivos móveis. Para garantir que as informações sejam apresentadas de forma não intrusiva e sem sobrecarregar a interface do usuário é necessário o emprego de técnicas de filtragem de informações, de modo a apresentar apenas as informações relevantes para o usuário.

A interface de um dispositivo móvel é limitada devido ao tamanho da tela dos dispositivos. De um lado, informações em excesso podem sobrecarregar a tela do usuário, o que prejudica o uso da interface. Por outro lado, uma quantidade pequena de informações pode não ser o suficiente para atender as necessidades de uso do aplicativo. Por isso, a filtragem de informações de percepção é importante para que seja possível apresentar informações que sejam úteis ao usuário.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: A seção II detalha os trabalhos relacionados. A seção III aponta as técnicas de filtragem de informação de percepção. A seção IV mostra a filtragem de informação com base no contexto desta pesquisa. Na seção V são indicados os requisitos para o desenvolvimento de *groupware* móveis. Na seção VI, a metodologia utilizada neste trabalho é apresentada. A seção VII mostra os ciclos da pesquisa-ação realizados. Finalmente, a seção VIII apresenta as considerações finais deste trabalho.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão apresentados trabalhos que estão relacionados com o tema desta pesquisa, seja por utilizar *frameworks* para realização da filtragem de informação, ou por utilizar métricas e requisitos para o aprimoramento da interface.

Os trabalhos de Kirsc-Pinheiro et al. (2005) e Talaei-Khoei et al. (2012) apresentam *frameworks* para o suporte a informações de percepção, entretanto apenas o

trabalho de Kirsc-Pinheiro et al. (2005) tem o foco em ambientes móveis. Os trabalhos de Hakkila e Mantyjärvi (2006), Papadoulos (2006), Oulasvirta (2008), e Antunes et al. (2010) estudam formas de se apresentar/avaliar as informações de percepção. Nestes trabalhos é feita a definição de diretrizes, métricas ou requisitos que devem ser atendidos por interfaces colaborativas para fornecer suporte às informações de percepção.

O trabalho de Antunes e Ferreira (2011) estuda a percepção em uma perspectiva cognitiva, no qual preocupava-se em apresentar as informações na interface sem comprometer a carga cognitiva do usuário (sobrecarga de informação).

Os principais problemas associados aos aspectos de prover informações de percepção relatados nos trabalhos correlatos foram:

- **Restrições do ambiente** (dimensões de tela, limitação de energia, uso da rede de dados, tolerância a desconexões, atrasos na comunicação) (KIRSC-PINHEIRO et al., 2005; PAPADOULOS, 2006);
- **Dificuldades em apresentar informações de percepção** (sobrecarga, intrusividade, privacidade, representação, compreensão e projeção das ações humanas por meio da interface, carga cognitiva) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006; OULASVIRTA, 2008; ANTUNES; FERREIRA, 2011; TALAEI-KHOEI et al., 2012);
- **Questões de *design*** (acessibilidade, comunicação, mobilidade, fisicalidade, navegação, etc)

Quanto as técnicas de filtragem de informações apresentadas nos trabalhos há algumas distinções: filtragem das informações de percepção com base no contexto do usuário (KIRSC-PINHEIRO et al., 2005; ANTUNES et al., 2010; TALAEI-KHOEI et al., 2012); filtragem de informações para otimizar a rede de dados (PAPADOULOS, 2006); filtragem para apresentar as informações em granularidades diferentes (OULASVIRTA, 2008).

Quanto aos aspectos relacionados com este artigo, apenas o trabalho de Talaei-Khoei et al. (2012) apresenta técnicas de visualização de informações de percepção com base no contexto: filtragem, abstração e reação às mudanças no ambiente. Os demais trabalhos mencionados utilizam de alguma forma informações de contexto do usuário. Além disso, diferente dos trabalhos mencionados, neste trabalho os requisitos e métricas são utilizados em um caso real.

III. TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE PERCEPÇÃO

As informações de percepção são apresentadas na interface colaborativa com a utilização de *widgets* de percepção. *Widgets* permitem que um usuário visualize informações sobre o *status* da tarefa colaborativa bem como do trabalho realizado pelos demais integrantes do grupo (JONASSON, 2010).

Para Chavez e Romero (2012), *widgets* são ferramentas baseadas em informações compartilhadas exibidas pelos

companheiros da equipe durante todo o processo de colaboração.

Teleapontadores auxiliam na percepção das atividades dos demais membros do *groupware*. Teleapontadores podem ser representados por um cursor, um ícone ou mesmo um *label*, que indique a localização do objeto/usuário no ambiente. Usando teleapontadores é possível expressar suas ideias, chamar a atenção do grupo, indicar onde os integrantes estão trabalhando, o que estão fazendo, e quais artefatos estão utilizando (GREENBERG, 1997). Este recurso é encontrado, por exemplo, em editores colaborativos (i.e. Google Docs).

Barras de rolagem multi-usuário mostram a localização de cada um dos outros participantes no espaço de trabalho compartilhado (GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996). Usando este elemento é possível ver em que parte do sistema os demais estão trabalhando.

Múltipla visão WYSIWIS (*What You See Is What I See*) – o que você vê é o que eu vejo – é utilizado quando é necessário apresentar mais detalhes sobre os artefatos das visões compartilhadas dos demais usuários (GUTWIN; GREENBERG; ROSEMAN, 1996). É apresentado, em escala reduzida, uma réplica da visão de cada um dos demais participantes. Todas as ações realizadas pelos participantes são imediatamente replicadas no *widget*.

Visão WYSIWID (*What You See Is What I Do*) – o que você vê é o que eu faço – fornece os detalhes completos da interação de outra pessoa, ou seja, apresenta uma parte da visão do outro participante (GUTWIN; GREENBERG; ROSEMAN, 1996). Este *widget* apresenta o contexto ao redor do cursor da outra pessoa, podendo ser aplicado em aplicações gráficas nas quais a maior parte das ações é realizada com a utilização do mouse.

Visão em miniatura apresenta uma visão geral de todo o espaço de trabalho, mas em uma escala menor (GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996). Cada artefato do espaço de trabalho é representado por uma miniatura, e qualquer alteração no artefato é imediatamente duplicada na miniatura.

Visão de radar também utiliza uma visão em miniatura do espaço de trabalho, mas apresenta informações adicionais sobre a localização dos outros participantes (GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996). Este *widget* apresenta o que cada um dos participantes podem visualizar na interface (seu ponto de vista).

Teleportais permitem ter a visão completa de um participante em tamanho real (GUTWIN; GREENBERG; ROSEMAN, 1996). Usando este *widget* é possível “olhar” a área de trabalho dos demais participantes.

Lista de participantes permite visualizar todos os participantes que estão conectados no sistema, sua identificação (i.e. por meio de uma cor específica, imagem, avatar) e seu *status* (i.e. disponível, ocupado, ausente).

Linha do tempo ou *timeline* é uma representação gráfica de um período de tempo, no qual os eventos importantes que ocorreram são marcados (SIMPSON; WEINER, 1989). A linha do tempo é um *widget* que mostra a sequência de eventos (i.e. modificações nos artefatos

compartilhados) organizados em ordem cronológica.

Ícones representativos ou *avatars* são utilizados para representar informações de percepção de presença e de localização dos participantes, bem como o *status* do participante, da tarefa, ou dos artefatos compartilhados (BEHBAHANI; EL-NASR, 2011). Licea e Favela (2000) utilizam *EA-Icon* (*Emotional Awareness Icon*) – ícones de percepção emocional – com o objetivo de apresentar a participação e *status* emocional dos participantes por meio de ícones (i.e. *online*, *off-line*, ausente, ocupado, feliz, triste, etc.). Avatar pode ser visto como uma representação gráfica de um indivíduo em um ambiente virtual, e que pode ser utilizado para se comunicar e interagir com o ambiente (BOBERG; PIIPPO; OLLILA, 2008; MAZLAN, 2012).

Cores são utilizadas em aplicações colaborativas para apresentar informações de percepção. Por meio deste recurso o usuário pode facilmente identificar e distinguir os elementos apresentados na interface. Berkenbrock (2009) utiliza o recurso de cores para diferenciar o *status* dos artefatos compartilhados. Sohlenkamp, Prinz e Fuchs (2000) utilizam cores associadas aos ícones representativos para indicar informações de percepção do usuário como localização e *status* (i.e. localização e *status* dos integrantes do grupo e dos artefatos compartilhados).

Algumas das técnicas apresentadas na literatura são utilizadas em aplicações colaborativas voltados especificamente para ambientes convencionais (i.e. ambiente *desktop* ou *web*), como é o caso das técnicas: barras de rolagem multi-usuário, Múltipla visão WYSIWIS, visão WYSIWID, visão em miniatura, visão de radar, teleportais. Estas técnicas necessitam de uma quantidade considerável da tela da aplicação para apresentar as informações de percepção, o que torna-se um problema em aplicações móveis com dimensões de tela reduzido.

As técnicas teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos/avatars, e cores, necessitam menos recursos de tela. Deste modo, estas técnicas de visualização foram consideradas apropriadas para serem utilizadas em aplicações para ambientes móveis. Outras técnicas de visualização são indicadas dependendo do domínio da aplicação: visão de radar é utilizada para indicar a disposição dos participantes no ambiente (i.e. mapa em um jogo); linha do tempo quando há a necessidade de apresentar/organizar os eventos em uma ordem cronológica.

IV. FILTRAGEM DE INFORMAÇÕES COM BASE NO CONTEXTO

Existem desafios em se prover informações de percepção em *groupwares*, tais como a intrusividade, privacidade e sobrecarga. Com o objetivo de evitar a sobrecarga de informações para o usuário, faz-se necessário o emprego de técnicas de filtragem das informações de percepção apresentadas, considerando informações de contexto como critério de filtragem (PAPADOULOS, 2006). Sistemas que utilizam informações de contexto para apresentar informações tidas como relevantes ao usuário são conhecidos como *context-aware systems*.

O termo *context-aware* foi cunhado por Schilit, Adams e Theimer (1994), para referir-se à habilidade de uma aplicação móvel descobrir e reagir às mudanças no ambiente na qual está situada, ou seja, são aplicações que passam a considerar o contexto no qual se encontram em suas tarefas. Schilit, Adams e Want (1994) definem um sistema sensível ao contexto como um *software* que “adapta-se de acordo com a sua localização de utilização, com o conjunto de pessoas e objetos próximos, bem como alterações a esses objetos ao longo do tempo”. Dey (2001) apresenta uma definição mais genérica, na qual um sistema é sensível ao contexto quando “utiliza o contexto para fornecer informações relevantes e/ou serviços para o usuário, onde a relevância depende da tarefa do usuário”.

Aplicações sensíveis ao contexto utilizam informações do tipo quem, onde, quando e o que para determinar porquê uma atividade está ocorrendo (DEY; ABOARD, 1999). Isto significa que os eventos que o sistema executa levam em consideração estas questões. Segundo Dey (2001), existem muitos tipos de contexto distintos, entretanto são quatro tipos de conceitos fundamentais: localização, identidade, atividade e tempo.

Em sistemas colaborativos, três contextos são importantes: o contexto coletivo, no qual o grupo é constituído; o contexto individual dos participantes; e o contexto do projeto, ou seja, as tarefas a serem realizadas (BREZILLON *et al.*, 2004a). Nestes sistemas, o contexto e a percepção podem ser vistos como conceitos similares. O contexto serve como um instrumento de apoio à comunicação, reduz ambiguidades e conflitos, aumenta a expressividade dos diálogos, e melhora os serviços e informações oferecidas pelo sistema (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011).

Para Brezillon *et al.* (2004a), o contexto descreve a situação, a maneira em que os elementos são utilizados durante o trabalho. Já a percepção é um dos mecanismos utilizados para fornecer este contexto para os membros do grupo. A percepção do contexto pode ser definida como sendo a transformação do conhecimento contextual para antecipar o resultado das ações (BREZILLON *et al.*, 2004b). Ou ainda “a compreensão das atividades dos outros e que fornece um contexto para as suas próprias atividades” (DOURISH; BELLOTTI, 1992). Esta percepção do contexto é o cerne da interação (BREZILLON *et al.*, 2004a).

Informações de contexto podem ser utilizadas para fornecer três tipos de serviço (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011):

- **Percepção do contexto.** Utilizado para informar ao usuário sobre o contexto associado com os indivíduos e à tarefa em execução, bem como apoiar o planejamento das ações e interações do usuário.
- **Adaptação e personalização.** É quando o sistema reage/adapta-se às mudanças ocorridas no contexto ou provenientes de ações realizadas pelo usuário.
- **Assistência e recomendação.** O sistema fornece assistência na execução de determinada tarefa (i.e. sistemas de recomendação).

Técnicas de percepção combinadas com informações do

contexto do usuário melhoram a comunicação entre os indivíduos envolvidos na colaboração (HERBSLEB *et al.*, 2000).

V. REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE *groupwares* MÓVEIS

Esta seção apresenta um conjunto de requisitos elaborados para auxiliar o desenvolvimento e avaliação de aplicações de *groupwares* móveis. Estes requisitos foram elaborados a partir de trabalhos encontrados na literatura. Estes trabalhos foram classificados em três grupos:

- **avaliação heurística** (MACK; NIELSEN, 1994; BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001; PINELLE *et al.*, 2009; BARBOSA; SILVA, 2010; BERTINI *et al.*, 2011);
- **diretrizes de *design*** (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006; RÖCKER, 2009, 2012);
- **requisitos ou elementos que influenciam no suporte à percepção** (MANDVIWALLA; OLFMAN, 1994; GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996; GUTWIN, 2002; PAPADOULOS, 2006; BERKENBROCK, 2009; TEE; GREENBERG; GUTWIN, 2009; ANTUNES; FERREIRA, 2011; NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012).

As avaliações heurísticas são realizadas com a utilização de um conjunto de diretrizes que descrevem características desejáveis na interação (MACK; NIELSEN, 1994), e geralmente são direcionadas à avaliação de usabilidade. As heurísticas encontradas foram: avaliação de usabilidade em aplicações convencionais (MACK; NIELSEN, 1994; BARBOSA; SILVA, 2010), avaliação usabilidade para aplicações móveis (BERTINI *et al.*, 2011), avaliação de *groupwares* móveis (BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001), e avaliação de jogos em rede (PINELLE *et al.*, 2009). Estas diretrizes foram utilizadas como base para a elaboração do conjunto de requisitos apresentado neste trabalho.

Com base nos trabalhos encontrados na literatura, foram levantados requisitos de *awareness*(percepção)(**RA**), requisitos de usuário (**RU**), requisitos da tarefa/ambiente (**RT**), e requisitos dos dispositivos (**RD**). A Tabela I apresenta de forma resumida os requisitos levantados.

A. Requisitos

Requisitos de *awareness*(percepção)(**RA**) estão relacionados com a apresentação e a identificação das informações de percepção. Foram identificados 11 requisitos de percepção, descritos a seguir.

RA1 – Reconhecimento. Em um sistema *groupware* é importante que as informações sejam fáceis de serem identificadas na interface (BERKENBROCK, 2009). O usuário não deve ter que lembrar uma informação de uma parte para a outra da aplicação. As instruções devem estar visíveis e fáceis de recuperar (MACK; NIELSEN, 1994; BARBOSA; SILVA, 2010).

RA2 – Nível de atenção. A atenção do usuário em ambientes móveis é dividida com os acontecimentos que ocorrem ao seu redor (HOLLEIS *et al.*, 2007).

TABELA I: Requisitos levantados.
(Acervo do autor)

#	Requisito
RA1	Reconhecimento
RA2	Nível de atenção
RA3	Retroalimentação
RA4	Filtragem de informações
RA5	Consistência e padrões
RA6	Transição entre atividades
RA7	Consideração do contexto
RA8	Mensagens de notificação
RA9	Granularidade das informações
RA10	Tempo de resposta
RA11	Acesso simultâneo
RT1	Aprendizado
RT2	Comunicação
RT3	Coordenação
RT4	Eficiência
RT5	Participação
RT6	Gerenciamento do grupo
RU1	Gerenciamento de erros
RU2	Assegurar privacidade
RU3	Evitar intrusividade
RU4	Controle do usuário
RD1	Heterogeneidade
RD2	Uso dos recursos
RD3	Mobilidade

RA3 – Retroalimentação. O usuário precisa ter o conhecimento do *status* do sistema. A retroalimentação possibilita que os membros do grupo tenham consciência das ações realizadas pelo grupo (BERKENBROCK, 2009).

RA4 – Filtragem de informações. É importante facilitar métodos de entrada, visualização e leitura de informações (BERTINI et al., 2011). A interface não deve conter informações desnecessárias ou que raramente serão utilizadas. Deve-se apresentar o mínimo de informações necessárias para que o usuário possa realizar sua tarefa (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006).

RA5 – Consistência e padrões. Manter a consistência dos dados é uma das principais funções e desafios na construção de um sistema *groupware* (BERKENBROCK, 2009). O usuário não deve adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa (MACK; NIELSEN, 1994). Deve-se sempre adotar as convenções da plataforma (i.e. formas de navegação, menus, notificações).

RA6 – Transição entre atividades. Ao longo do trabalho em grupo, as pessoas realizam três tipos de transições: entre duas ou mais atividades (i.e. ler, escrever, desenhar, manipular artefatos) (JONASSON, 2010); entre trabalho individual e compartilhado (GREENBERG, 1997); e entre o trabalho colaborativo e atividades externas (JONASSON, 2010). Em trabalho em grupo, as pessoas alternam-se entre as atividades de forma muito rápida e não fazem distinção entre atividades quando estão trabalhando (JONASSON, 2010). É importante que a interface

possibilite ao usuário alternar entre suas atividades com fluidez (MANDVIWALLA; OLFMAN, 1994; JONASSON, 2010).

RA7 – Consideração do contexto. Em um sistema *groupware* é importante que as informações de percepção sejam adaptadas ao contexto de cada um dos dispositivos (BERKENBROCK, 2009; RÖCKER, 2009, 2012). O sistema deve possibilitar ao usuário organizar seu comportamento de acordo com os aspectos do ambiente atual (i.e. sua localização, proximidade de usuários, limitações do ambiente) (PAPADOULOS, 2006).

RA8 – Mensagens de notificações. Como apresentado por Berkenbrock (2009), as notificações são utilizadas para fornecer informações de percepção para a interface. Atrasos nas mensagens de notificação podem acarretar em prejuízos ao trabalho cooperativo, deste modo devem-se evitar os atrasos na troca de mensagens (PAPADOULOS, 2006).

RA9 – Granularidade das informações. Este requisito está correlacionado com a filtragem de percepção (RA4). Apenas as informações essenciais devem ser continuamente apresentadas, e as demais apenas quando necessário ou quando solicitado pelo usuário. A granularidade das informações apresentadas está relacionada com a sobrecarga.

RA10 – Tempo de resposta. A interação entre muitos usuários sobre uma mesma tarefa tende a causar problemas de desempenho, sendo que as restrições dos dispositivos móveis (i.e. largura de banda reduzida, desconexões) tendem a aumentar o tempo de resposta da troca de mensagens entre os participantes (BERKENBROCK, 2009). Estes atrasos podem afetar gravemente a percepção (GUTWIN, 2002).

RA11 – Acesso simultâneo. Em espaços de trabalho compartilhados o acesso simultâneo a um conjunto de artefatos pode ocasionar conflitos e inconsistências (BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001). As ações realizadas por um usuário podem interferir nas atividades dos demais. O sistema deve fornecer mecanismos para que estes conflitos não ocorram.

Em relação à realização das tarefas colaborativas, alguns requisitos da tarefa/ambiente (RT) devem ser considerados, conforme descrito a seguir.

RT1 – Aprendizado. *Groupwares* móveis devem ser fáceis para os usuários, tanto para apreender suas funcionalidades quanto utilizar sua interface (BERKENBROCK, 2009).

RT2 – Comunicação. Em um ambiente colaborativo as pessoas se comunicam, e assim constroem um entendimento comum sobre a tarefa (GEROSA; FUKS; LUCENA, 2003). Para Baker, Greenberg e Gutwin (2001) existem dois tipos de comunicação: verbal, por meio de texto, vídeo, ou voz; e não verbal, utilizando elementos de percepção (i.e. teleapontadores, avatares). É importante que o sistema *groupware* disponibilize meios de comunicação adequados para que o grupo desenvolva suas atividades em conjunto.

RT3 – Coordenação. A coordenação permite a or-

ganização do grupo para evitar que esforços de comunicação e cooperação sejam perdidos. Adicionalmente, a coordenação permite que as tarefas sejam realizadas na ordem certa, no momento certo e sem ignorar as restrições impostas (RAPOSO *et al.*, 2001). Sem a coordenação, os participantes podem vir a desenvolver tarefas conflitantes ou repetitivas (GEROSA; FUKS; LUCENA, 2003).

RT4 – Eficiência. A eficiência está relacionada com os resultados obtidos na utilização do sistema, que devem ser satisfatórios para que o grupo continue motivado a utilizá-lo (BERKENBROCK, 2009). A eficiência está relacionada com a facilidade de uso e o nível de produtividade atingido pelo usuário (BERKENBROCK, 2009), e com a participação (**RT5**).

RT5 – Participação. O sistema deve apresentar elementos de percepção adequados para que o grupo atinja, além da eficiência na realização de suas atividades (**RT4**), um equilíbrio na participação. Cada participante deve ter o conhecimento das ações dos demais (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011). Conhecendo as ações dos demais é possível medir a quantidade de seu próprio trabalho e, desta forma, perceber o quanto está participando nas atividades desenvolvidas pelo grupo.

RT6 – Gerenciamento do grupo. Considerando os aspectos de usabilidade, um dos problemas existentes é a dificuldade em iniciar uma sessão colaborativa (BERKENBROCK, 2009). Em *groupwares* é preciso simplificar o gerenciamento de uma nova sessão, fornecendo mecanismos que possibilitem ao usuário encontrar outros participantes e iniciar a tarefa colaborativa (PINELLE *et al.*, 2009).

Requisitos de usuário (**RU**) estão relacionados com os aspectos da utilização do sistema. Foram selecionados quatro aspectos principais do usuário que devem ser considerados, descritos a seguir.

RU1 – Gerenciamento de erros. Ajudar o usuário a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros (MACK; NIELSEN, 1994). O sistema deve procurar solucionar eventuais erros de forma transparente (i.e. inconsistência dos dados, desconexões), caso haja a necessidade de intervenção do usuário, a mensagem de erro deve ser informada de forma clara, apresentando o problema e sugerindo uma solução.

RU2 – Assegurar privacidade. Um dos desafios em prover informações de percepção é assegurar a privacidade do usuário (i.e. Que informações são compartilhadas? Quem pode ter acesso a estas informações?) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006). É importante que a privacidade do usuário seja assegurada pela aplicação, e nenhuma informação pessoal deve ser compartilhada sem o consentimento do usuário.

RU3 – Evitar a intrusividade. Deve-se evitar ao máximo interromper o usuário com informações desnecessárias (i.e. mensagens de erro, alertas, notificação) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006; PAPADOULOS, 2006). Deve-se utilizar meios para que as informações sejam apresentadas para o usuário de modo não intrusivo.

RU4 – Controle do usuário. O usuário deve ter o controle do dispositivo, e deve ter a possibilidade de decidir se ações frequentes podem ser executadas de forma

automática ou se o sistema deve solicitar a confirmação do usuário (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006).

Dispositivos móveis apresentam algumas características que os diferencia dos computadores convencionais. Para aplicações de *groupwares* móveis, foram definidos os três requisitos dos dispositivos (**RD**), descritos a seguir.

RD1 – Heterogeneidade. Dispositivos móveis são por natureza heterogêneos. São diversas as arquiteturas, especificações de *hardware*, e sistemas operacionais. Um dos problemas em se desenvolver aplicações móveis é suportar a heterogeneidade dos dispositivos e de seus sistemas operacionais. Uma saída para este impasse é desenvolver aplicações voltadas para a web, assim qualquer dispositivo com um navegador e acesso à internet pode utilizar a aplicação. Em aplicações que são desenvolvidas especificamente para uma plataforma (i.e. Android, iOS) os aspectos de heterogeneidade ficam limitados.

RD2 – Uso dos recursos. Dispositivos móveis apresentam algumas características próprias (i.e. reduzida capacidade de processamento, bateria, memória, armazenamento e comunicação de rede), assim como interface reduzida (dimensões da tela) (OLIVER, 2007; NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012). Ambientes com disponibilidade de recursos limitados exigem que cuidados adicionais sejam tomados já no desenvolvimento das aplicações. Utilizar de forma inteligente os recursos de rede e processamento pode maximizar a vida da bateria bem como reduzir custos (no caso da utilização de um pacote de dados móveis).

RD3 – Mobilidade. Ao desenvolver aplicações para dispositivos móveis deve-se considerar os aspectos de mobilidade que esta plataforma fornece. A interação deve ser facilitada (**RA2**) pelo fato de que o usuário pode interagir com o ambiente ao mesmo tempo em que utiliza o dispositivo (**RA7**) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006).

B. Métricas de avaliação

Uma forma de avaliar a usabilidade em *groupwares* móveis é utilizando-se de métricas (BERKENBROCK, 2009). Para realizar a avaliação dos requisitos RA, RT, RU e RD é utilizado um conjunto de 23 métricas de avaliação.

A Tabela II apresenta a relação das métricas de avaliação utilizadas.

A Tabela III apresenta o relacionamento entre os requisitos levantados com suas respectivas métricas de avaliação, definido com base em trabalhos da literatura.

VI. METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado é a pesquisa-ação ou *action research*. Este método permite um duplo objetivo de pesquisa (**pesquisa** – para ampliar o conhecimento científico; e **ação** – para prover melhorias na organização ou ambiente de estudo) (KOCK; MCQUEEN; SCOTT, 1997), (ARAÚJO L. P.; BERKENBROCK, 2016).

Existem algumas variantes desta metodologia, como *canonical action research*, *participatory action research*,

TABELA II: Métricas de avaliação.

(Acervo do autor)

#	Descrição da métrica
M1	Número de elementos de percepção apresentados.
M2	Número de elementos de percepção identificados.
M3	Número de elementos de percepção não identificados.
M4	Nível de intrusividade durante a colaboração (interrupções).
M5	Número de erros e/ou dados inconsistentes gerados pelo usuário.
M6	Tempo de resposta do sistema para atualizar a interface móvel (<i>feedforward</i>).
M7	Tempo gasto para iniciar uma seção colaborativa.
M8	Nível de dificuldade para entender as suas próprias ações realizadas (<i>feedback</i>).
M9	Nível de dificuldade para identificar as ações dos demais participantes (<i>feedthrough</i>).
M10	Nível de dificuldade para identificar o próximo passo a ser tomado.
M11	Nível de dificuldade para identificar o quanto falta para completar as tarefas colaborativas.
M12	Nível de dificuldade para identificar as atividades já realizadas pelo grupo (histórico).
M13	Nível de dificuldade para identificar o <i>status</i> dos demais participantes.
M14	Nível de esforço necessário para realizar as atividades colaborativas.
M15	Nível de dificuldade para alternar entre as telas/atividades da ferramenta.
M16	Nível de dificuldade para utilizar o <i>smartphone</i> .
M17	Nível de dificuldade para apreender a utilizar a ferramenta.
M18	Nível de satisfação ao realizar as atividades colaborativas.
M19	Nível de personalização permitidos pela ferramenta.
M20	Nível de utilização dos recursos de memória, processamento, armazenamento e rede de dados.
M21	Abrangência de mercado dos dispositivos e/ou plataforma(s) alvo.
M22	Capacidade de o sistema automaticamente coletar, interpretar e agir sobre eventos que ocorrem no ambiente do usuário.
M23	Acesso aos dados compartilhados.

group inquiry, *action learning*, *action science*, e *cooperative inquiry* (BASKERVILLE, 1999; FILIPPO, 2011). Contudo, apesar de suas nuances, essas metodologias apresentam características comuns (CUNHA; FIGUEIREDO, 2002):

- i) Atuam em um problema real, com duplo objetivo – melhorias no ambiente e expansão dos conhecimentos sobre o problema;
- ii) São realizadas em ciclos, onde uma sequência de passos é realizada iterativamente;
- iii) Permitem a participação ativa do pesquisador no problema;
- iv) Permitem que o pesquisador relate suas reflexões sobre a pesquisa;
- v) São predominantemente qualitativas, embora em alguns casos possa utilizar análise quantitativa.

Na pesquisa-ação o pesquisador participa da busca de uma solução, atua e interfere com ações. A pesquisa-ação é uma das poucas abordagens de pesquisa que pode ser utilizada para estudar os efeitos de alterações específicas em metodologias de desenvolvimento de sistemas em organizações humanas (BASKERVILLE; WOOD-HARPER, 1996).

Este método de pesquisa é indicado para investigar o desenvolvimento, a implantação e o uso de sistemas colaborativos. A pesquisa-ação assemelha-se ao desenvolvimento de um *software* por prototipação ou de uma consultoria (FILIPPO, 2011).

Além do duplo objetivo, a pesquisa-ação se diferencia dos demais métodos de pesquisa pelo foco e pela posição do pesquisador ao longo do processo. O foco está na investigação de questões de pesquisa para compreensão de um problema e de ações para solucioná-lo (dentro de um contexto específico). Não busca a corroboração ou refutação de uma hipótese (FILIPPO, 2011).

Na pesquisa-ação o pesquisador assume um papel de não neutralidade, ou seja, participa da busca de uma solução, atua e interfere com ações, e integra-se aos membros na organização onde a pesquisa é realizada (FILIPPO, 2011). O pesquisador pode assumir o papel de *insider* quando pertence à organização ou ambiente de estudo, ou *outsider* quando é uma pessoa externa. No primeiro caso, há a vantagem de o pesquisador conhecer o ambiente e saber previamente as dificuldades, limitações, e detalhes envolvidos. No segundo caso, o pesquisador tem uma visão mais neutra da situação.

Quanto a validade e repetição da pesquisa, duas características devem ser observadas (FILIPPO, 2011). Na pesquisa-ação, como o alvo de estudo é um ambiente/situação real, adota-se os conceitos de **recoverability** (repetição da pesquisa está restrita a contextos similares) e **transferability** (o conhecimento não é generalizável, mas apenas transferido de um contexto emissor para outro receptor).

A pesquisa-ação é realizada em ciclos iterativos, o que permite o refinamento do conhecimento e aumenta o rigor da pesquisa (FILIPPO, 2011). Cada ciclo é formado por várias etapas. Neste trabalho são adotados ciclos divididos

TABELA III: Relacionamento entre requisitos e métricas.
(Acervo do autor)

Requisito	Métricas de avaliação	Trabalhos relacionados
RA1	(M1; M2; M3)	Mack e Nielsen (1994), Berkenbrock (2009), Röcker (2009), Barbosa e Silva (2010), Bertini et al. (2011)
RA2	(M4; M14)	Berkenbrock (2009)
RA3	(M6; M8; M9)	Mack e Nielsen (1994), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996), Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Hakkila e Mantyjärvi (2006), Berkenbrock (2009), Barbosa e Silva (2010), Antunes e Ferreira (2011)
RA4	(M1; M2; M3)	Hakkila e Mantyjärvi (2006), Pinelle et al. (2009), Röcker (2009), Bertini et al. (2011)
RA5	(M4; M5)	Mack e Nielsen (1994), Berkenbrock (2009), Barbosa e Silva (2010)
RA6	(M15)	Mandviwalla e Olfman (1994), Jonasson (2010)
RA7	(M22)	Papadoulos (2006), Berkenbrock (2009), Röcker (2009)
RA8	(M4; M6)	Papadoulos (2006)
RA9	(M1; M2; M3, M22)	Röcker (2009)
RA10	(M6)	Gutwin (2002), Papadoulos (2006), Berkenbrock (2009)
RA11	(M5)	Baker, Greenberg e Gutwin (2001)
RT1	(M16; M17)	Berkenbrock (2009)
RT2	(M8; M9; M10; M11; M12; M13)	Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Gerosa, Fuks e Lucena (2003), Pinelle et al. (2009)
RT3	(M8; M9; M10; M11; M12; M13)	Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Gerosa, Fuks e Lucena (2003), Pinelle et al. (2009)
RT4	(M14; M15)	Berkenbrock (2009)
RT5	(M8; M9; M10; M11; M12; M13; M18)	Zumbach, Hillers e Reimann (2004), Janssen, Erkens e Kirshner (2011), Santos, Tedesco e Salgado (2011)
RT6	(M7; M9; M13)	Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Berkenbrock (2009), Pinelle et al. (2009)
RU1	(M5)	Mack e Nielsen (1994), Barbosa e Silva (2010), Bertini et al. (2011)
RU2	(M23)	Hakkila e Mantyjärvi (2006), Röcker (2009), Tee, Greenberg e Gutwin (2009), Röcker (2012)
RU3	(M4)	Hakkila e Mantyjärvi (2006), Papadoulos (2006)
RU4	(M19)	Hakkila e Mantyjärvi (2006), Röcker (2009, 2012)
RD1	(M21)	Papadoulos (2006)
RD2	(M20)	Papadoulos (2006), Oliver (2007), Norsati, Karimi e Hasanvand (2012)
RD3	(M14; M16; M22)	Hakkila e Mantyjärvi (2006)

em cinco etapas: **diagnosticar, planejar ação, intervir, avaliar e refletir** (SUSMAN; EVERED, 1978; BASKERVILLE, 1999; FILIPPO, 2011). Embora haja cinco etapas pré-estabelecidas, a pesquisa-ação é flexível e permite a realização de etapas simultâneas.

Diagnosticar. Corresponde na identificação dos problemas da organização ou ambiente de estudo, por meio da interpretação do pesquisador (BASKERVILLE, 1999). No primeiro ciclo é realizada a identificação dos problemas em potencial e que devem ser adotadas medidas (mas adiante na etapa intervenção) para sua solução. Nos demais ciclos da pesquisa, esta etapa é realizada com base nos resultados e reflexões obtidas nas etapas anteriores (retroalimentação da pesquisa).

Planejar ação. São especificadas quais ações serão

adotadas (intervenção) para resolver ou reduzir os problemas investigados (BASKERVILLE, 1999; CUNHA; FIGUEIREDO, 2002). São estabelecidos quais dados serão coletados, e como será realizada a sua coleta e análise.

Intervir. Nesta etapa são executadas as ações que buscam a solução para os problemas e/ou a uma melhoria da situação (BASKERVILLE, 1999; FILIPPO, 2011). Juntamente com a intervenção é realizada a coleta dos dados.

Avaliar. Após a intervenção é realizada a análise das soluções encontradas com base nos dados coletados (BASKERVILLE, 1999). Busca-se identificar quais foram as melhorias geradas pela intervenção e se estas melhorias foram causadas efetivamente pelas medidas tomadas na fase anterior.

Refletir. Nesta etapa é realizada a identificação e des-

crição dos resultados com base nas informações obtidas nos ciclos anteriores (BASKERVILLE, 1999). Na última etapa do ciclo são realizadas reflexões (o pesquisador juntamente com os demais envolvidos no problema) para verificar a necessidade de realizar um novo ciclo (FILIPPO, 2011).

A sequência de passos de um ciclo da pesquisa-ação é dada conforme exibida na Figura 1 (FILIPPO, 2011).

VII. CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO

No ciclo da pesquisa-ação realizado neste trabalho, as técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção foram aplicadas em um jogo colaborativo de perguntas e respostas intitulado de *Warming Up The Brain* (BERKENBROCK, 2009). O jogo consiste em uma matriz bidimensional contendo em cada uma das células uma pergunta (Figura 2a). A pergunta é exibida ao participante apenas quando este selecionar uma célula válida.

Ao responder corretamente uma pergunta, é contabilizado um ponto para a equipe. Caso a pergunta seja respondida incorretamente, decrementa-se um ponto da equipe. Caso outro membro da equipe responda à mesma pergunta corretamente, a penalidade é anulada, mas se a outra equipe responder, esta receberá dois pontos e a penalidade é aplicada. Deste modo, responder incorretamente uma pergunta acarreta em possível penalidade para uma equipe, e em uma oportunidade de conseguir pontos extra para a outra.

A. Diagnosticar

Para identificar o *status* de cada pergunta na matriz, como exibido na Figura 2a, foram utilizadas as seguintes cores (BERKENBROCK, 2009):

- Cinza claro. A pergunta não foi respondida, e está disponível para ser escolhida por uma das duas equipes;
- Azul escuro/verde escuro. A equipe azul/verde acertou esta questão. A questão não pode ser mais respondida por nenhuma das equipes;
- Azul claro/verde claro. A equipe azul/verde respondeu incorretamente esta pergunta. A equipe que respondeu a questão sofre a penalidade de menos um ponto, e esta pergunta passa a valer dois pontos para a equipe adversária;
- Vermelho. A pergunta está sendo respondida por algum jogador, e nenhum outro jogador tem acesso a ela;
- Cursor preto. Indica a posição da matriz que está sendo respondida pelo participante.

O estudo de caso realizado com a versão do jogo *Warming Up The Brain* (BERKENBROCK, 2009) mostra que os jogadores têm dificuldades para identificar quem são os integrantes da sua equipe e os da equipe adversária. O jogo não disponibiliza ferramentas de comunicação, como por exemplo *chat* entre os jogadores, o que dificulta a interação e aumenta a sensação de isolamento. Na matriz de questões (Figura 2a) é indicada apenas a cor da equipe que detém aquela posição. É necessário selecionar a questão para ter

conhecimento sobre o último jogador que alterou o *status* da pergunta.

O esquema de cores utilizado pode ocasionar uma sobrecarga de informação ao usuário, pois este deve memorizar previamente o que cada uma das cores significa. As cores utilizadas para identificar os possíveis *status* das questões não são intuitivas (matriz de questões, conforme Figura 2a). Para identificar que uma questão foi respondida incorretamente por uma das equipes foram utilizadas as cores azul claro – equipe azul errou a questão, e verde claro – equipe verde errou a questão. Dependendo das configurações ou qualidade da tela do dispositivo, pode não haver uma distinção adequada entre as cores (i.e. azul escuro/azul claro, verde escuro/verde claro).

As mensagens de notificação (Figura 2b) são apresentadas ao usuário utilizando-se de caixas de diálogo do tipo *alert*, ocasionando intrusividade. Nos experimentos realizados por Berkenbrock (2009), 33% dos participantes relataram que sua atenção foi prejudicada quando era exibida a mensagem de sincronização das informações.

B. Planejar ação

Para prover informações de percepção de presença e da estrutura do grupo, assim como possibilitar maior interação social entre os integrantes, foi projetada uma tela que contém uma lista de participantes (Figura 3) e um *chat* (Figura 4).

Utilizando a tela lista de participantes é possível ter acesso a informações de percepção social e de presença: quem está participando, se estão ativos, onde eles estão, e o que estão fazendo. Para apresentar as informações de percepção nesta tela foram utilizados as técnicas lista de usuários, ícones representativos, e cores. A informação sobre o *status* do participante é apresentada tanto na forma de ícone (item 1 na Figura 3), quanto na forma textual (item 2 na Figura 3). Na parte superior da tela há a possibilidade do participante alternar entre as telas lista de participantes e *chat* por meio das abas. Para facilitar a comunicação com os demais integrantes da equipe, foi disposto na parte inferior um campo para que o participante envie mensagens ao *chat* do grupo.

Na tela principal do jogo, o quadro de questões, como apresentado na Figura 5, foram utilizados conceitos de teleapontadores, visão periférica, ícones representativos e cores.

Os teleapontadores, ícones representativos e cores foram utilizados em conjunto nas questões do jogo para indicar onde os integrantes estão trabalhando, o que estão fazendo, e quais artefatos estão utilizando (item 3 na Figura 5).

Informações periféricas (item 2 na Figura 5) são utilizadas para apresentar: na parte superior da tela, uma visão geral dos grupos (número de participantes ativos, quantidades de questões corretas, e a pontuação da equipe – itens 1 e 2 da Figura 5); na parte inferior, mensagens ao usuário de forma não intrusiva (por meio do terminal – item 5 da Figura 5).

Os elementos de percepção estão dispostos na tela quadro de questões (Figura 5) da seguinte forma: 1 – apresenta

Fig. 1: Ciclo da pesquisa-ação.

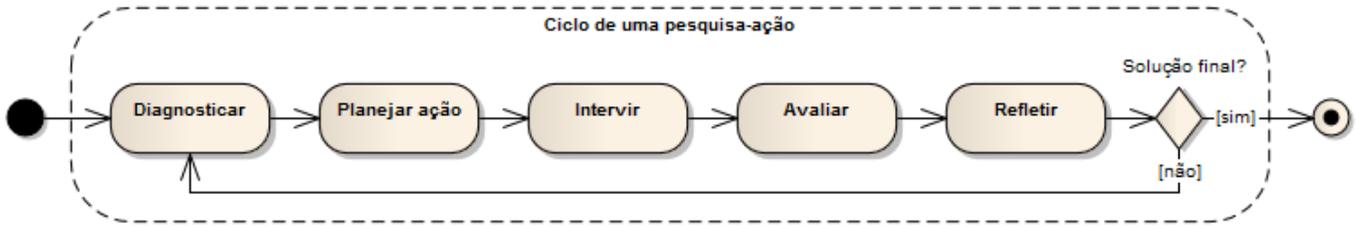


Fig. 2: Telas do jogo por Berkenbrock (2009)

(a) Matriz perguntas

(b) Notificações

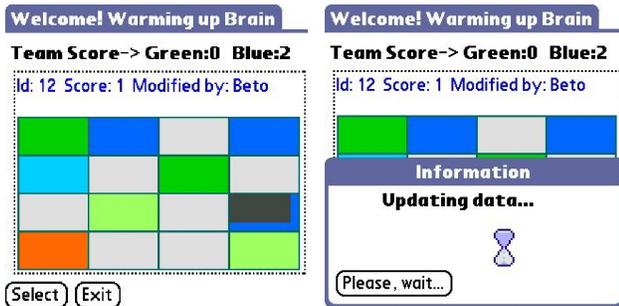


Fig. 3: Tela lista de participantes: 1 - nome e *status* do participante; 2 - *status* do participante.

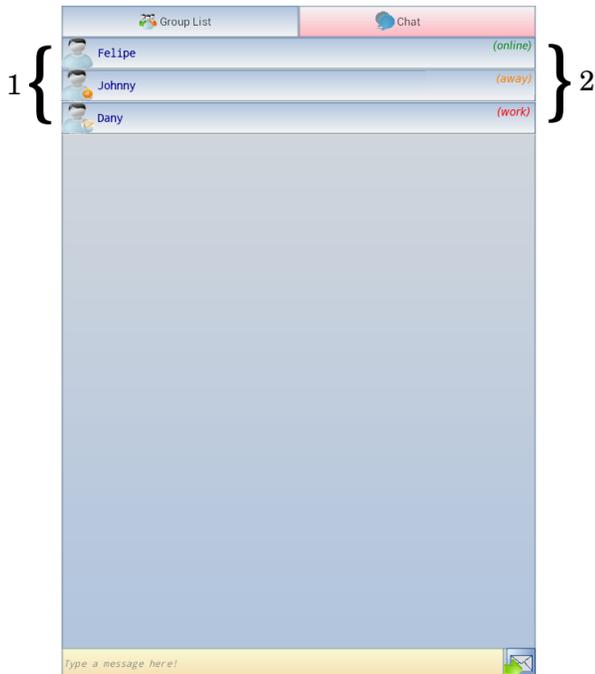
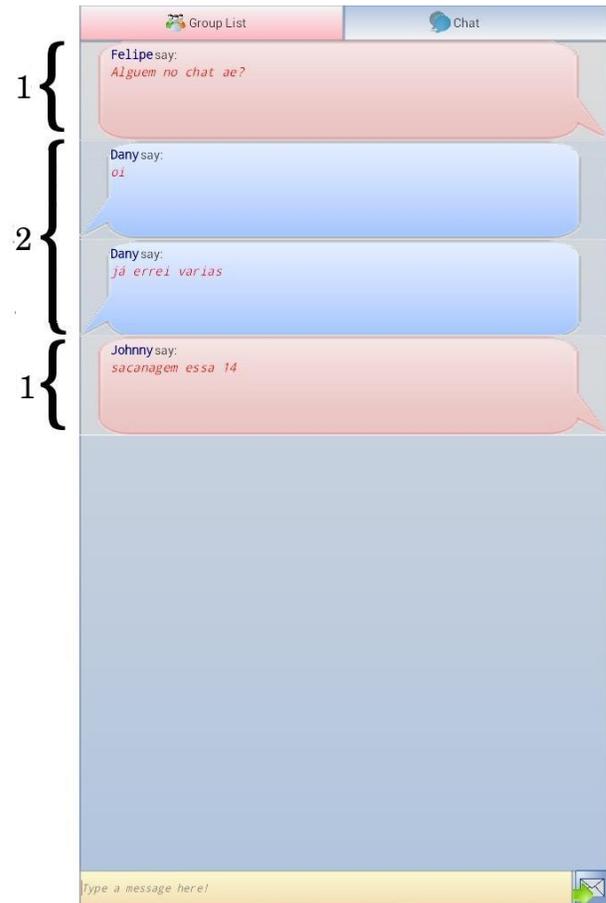


Fig. 4: Tela *chat*: 1 - mensagens enviadas pelos demais participantes; 2 - mensagens enviadas pelo usuário.

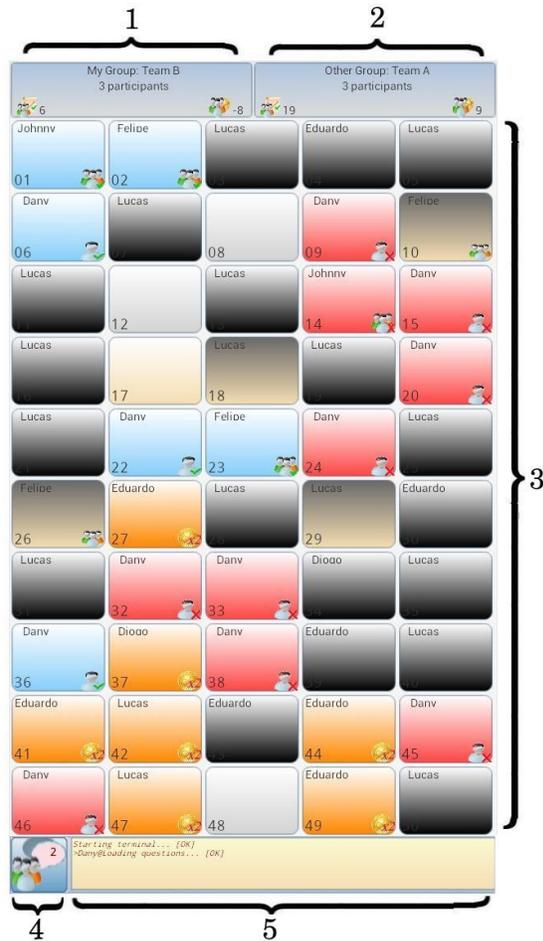


a visão geral sobre o grupo do participante; **2** – apresenta a visão geral sobre o grupo adversário; **3** – matriz de questões; **4** – ícone que indica a quantidade de mensagens não lidas no *chat* do grupo; **5** – apresenta o terminal da aplicação.

Por meio da tela quadro de questões é possível ter acesso às seguintes informações (item **1** na Figura 5): percepção do espaço de trabalho (Onde os outros estão trabalhando? O que eles estão fazendo? O que eles já fizeram?); percepção da tarefa (O que eu sei sobre esta tarefa? O que os outros sabem? Quais passos devem ser seguidos? O que é necessário para completar a tarefa?); percepção de presença (Quantos usuários existem nas equipes? Quem está trabalhando?); e percepção da situação (Qual o *status* atual do jogo? Como posso ajudar? O que deve ser feito na sequência?). De forma mais sucinta ter acesso a informações de percepção conceitual (Como a

tarefa se encaixa no que eu sei? O que preciso saber a mais? Como posso ajudar a completar a tarefa?).

Fig. 5: Tela quadro de questões: 1 - visão geral do grupo do participante; 2 - visão geral do outro grupo; 3 - matriz de questões; 4 - ícone de acesso ao chat; 5 - terminal da aplicação.



As telas de *chat*, lista de participantes e quadro de questões possibilitam ao usuário o acesso a informações de percepção da estrutura do grupo. A tela *chat* permite ter acesso ao posicionamento de cada participante, seus sentimentos, bem como seus interesses. As telas lista de participantes e quadro de questões possibilitam visualizar onde os membros do grupo estão e o que estão fazendo.

O terminal disposto na parte inferior da tela quadro de questões (item 5 na Figura 5) permite ao usuário ter acesso a informações de percepção histórica (histórico de suas ações e dos demais participantes). Basicamente são apresentados nele informações sobre “quem?” e “o quê?”, ordenadas em função do tempo.

Em cada questão (Figura 6) é apresentado: 1 – o nome do participante que detém aquele *widget*; 2 – o número da questão; 3 – um ícone, utilizado para facilitar na percepção do *status* no qual aquela questão se encontra.

Para apresentar informações de percepção nas questões foram utilizados ícones representativos e cores: os ícones

representam informações sobre “quem?” (eu, meu grupo, outro grupo); as cores apresentam informações sobre “o que?” (correto, incorreto, bloqueado e disponível). Os ícones dispostos nas questões servem ainda como teleapontadores, indicando em que parte do jogo os participantes estão trabalhando.

Fig. 6: Elementos de percepção nas questões: 1 - nome do participante que detém o *widget*; 2 - número da questão; 3 - ícone que representa o *status* da questão.



Para evitar a sobrecarga de informações e a intrusividade foi utilizada em dois pontos da aplicação a filtragem de informações de percepção. Esta filtragem foi desenvolvida com base no contexto do usuário, como apresentado no trabalho de Kirsc-Pinheiro et al. (2005). A filtragem das informações foi realizada em função do grupo. Neste ciclo, a filtragem de informações é dada de forma automática, com base nas informações de contexto.

O primeiro ponto no qual a filtragem foi aplicada é nas questões da tela quadro de questões. O antigo esquema de cores utilizado na aplicação descrita no trabalho de Berkenbrock (2009) foi abandonado. Em seu lugar foi proposta uma nova interface do tipo WYSIWIS, porém agora considerando o contexto do grupo. Independentemente do time escolhido (agora Time A ou Time B), as cores sempre terão o mesmo significado, como apresentado na Tabela IV.

TABELA IV: Possíveis *status* de uma questão.

Myname 01	Questão correta; O jogador acertou a questão;
NameUM 02	Questão correta; Alguém da equipe acertou a questão;
NameUD	Questão desperdiçada; Outra equipe acertou a questão;
Myname 04	Questão incorreta; O jogador errou a questão;
NameUM 05	Questão incorreta; Alguém da equipe errou a questão;
NameUD 06	Questão de ouro (pontuação em dobro); Outra equipe errou a questão;
Myname 07	Questão bloqueada; O jogador selecionou a questão;
NameUM 08	Questão bloqueada; Alguém da equipe selecionou a questão;
NameUD 09	Questão bloqueada; Outra equipe selecionou a questão;
	Questão em branco; Ninguém escolheu a questão;
010	

As Figuras 7a e 7b apresentam a filtragem das informações apresentadas na tela quadro de questões. A Figura 7a representa a tela visualizada por um integrante do Time A. A Figura 7b representa a tela visualizada por um integrante do Time B.

O segundo ponto da aplicação que utilizou a técnica de filtragem foi o terminal, assim apenas as informações do grupo são apresentadas ao usuário. Informações mais relevantes (i.e. questão respondida correta/incorrectamente, entrada/saída de integrantes na equipe, etc.) são apresentadas utilizando-se *toasts* – uma mensagem na forma de *popup* que é apresentada na parte inferior da aplicação e desaparece em poucos instantes. *Toasts* são utilizadas para fornecer informações de *feedback* sobre as tarefas do usuário (questão correta, questão incorreta, questão bloqueada). A Figura 8 apresenta um exemplo de mensagem através de *toasts*. As informações detalhadas sobre as ações do grupo são apresentadas no terminal (como apresentado na Figura 8).

C. Intervir

O jogo foi implementado com base na arquitetura cliente-servidor. O servidor foi desenvolvido para plataforma J2SE 1.6 e o cliente foi desenvolvido para a plataforma Android 2.2 ou superior. A aplicação servidor foi executada em um computador com as seguintes especificações: processador Intel Core i7 2.0GHz, 8GB de memória RAM, com SO Ubuntu Linux 13.04 *Raring Ringtail* 64 bits. Os dispositivos móveis utilizados foram: 5 *smartphones* Samsung S Duos GT-S7562, 768 MB de memória RAM, processador ARM Cortex-A5 1.0 GHz, com SO Android 4.0.2; e 1 *tablet* Samsung Galaxy Tab GT-P1000L, processador ARM v7 1.0 GHz, 512 MB de memória RAM, com SO Android 4.1.2.

Foram realizadas 7 rodadas do jogo: 3 rodadas com 9 alunos do grupo de pesquisa Banco de Dados e Engenharia de Software (BDES) da UDESC; e 4 rodadas com os 21 alunos da disciplina de Programação Orientada a Objetos (POO). Em cada uma das 3 rodadas no grupo de pesquisa, o jogo foi utilizado por 5 jogadores por aproximadamente 30 minutos. Em cada uma das 4 rodadas com os alunos da disciplina, o jogo foi utilizado por 6 jogadores por 15 minutos (3 alunos jogaram duas vezes).

Nas 3 rodadas realizadas com os integrantes do BDES as perguntas do jogo colaborativo foram de lógica e conhecimentos gerais da área da ciência da computação. Nas 4 rodadas realizadas na disciplina de POO as questões do jogo estavam relacionados com os principais conceitos da disciplina (classe, objeto, encapsulamento, herança, polimorfismo, associação, entre outros).

Antes de cada rodada, os jogadores participantes receberam a folha de instruções do jogo. Após a leitura das instruções do jogo, a rodada foi iniciada. Ao final de cada uma das 4 rodadas realizadas com os alunos da disciplina de POO foi solicitado que os participantes respondessem um questionário. Ao todo 19 questionários

foram respondidos por alunos ¹.

D. Avaliar

Como fontes de dados, foram utilizados os *logs* gerados pela aplicação (cliente e servidor), questionário, comentários espontâneos feitos pelos participantes, e anotações do pesquisador.

Inicialmente é feita a análise individual de cada uma das métricas. Em seguida, com a utilização destas métricas, é feita a avaliação das técnicas de visualização e filtragem com base nos requisitos.

E. Resultados coletados (métricas)

Número de elementos de percepção apresentados (M1): Ao todo foram apresentados 25 elementos de percepção. A tela lista de participantes apresenta informações como: Quem está participando? Se estão ativos? Onde eles estão? Se podem ser perturbados? O que estão fazendo?; A tela *chat* apresenta informações como: Quem está interagindo? Com quem estão falando? No que estão interessados? Se alguém tem alguma dificuldade? Quem está trocando informações?; A tela quadro de questões apresenta informações como: Onde os outros estão trabalhando? O que eles estão fazendo? O que eles já fizeram? O que eu sei sobre esta tarefa? O que os outros sabem? Quais passos devem ser seguidos? O que é necessário para completar a tarefa? Quantos usuários existem nas equipes? Quem está trabalhando? Qual o *status* atual do jogo? Como posso ajudar? O que deve ser feito na sequência? Como a tarefa se encaixa no que eu sei? O que preciso saber a mais? Como posso ajudar a completar a tarefa?.

Número de elementos de percepção identificados (M2): Os participantes não tiveram problemas em identificar as informações de percepção apresentados na interface, conforme apresentado nas métricas M8, M9, M10, M11, M12, M13.

Número de elementos de percepção não identificados (M3): Alguns participantes tiveram problemas para identificar as informações do histórico das questões que pudessem auxiliar o jogador a medir seu próprio desempenho (Quantas perguntas eu errei? Quantas perguntas eu já visualizei? Quantos pontos eu obtive?).

Quanto às melhorias sugeridas pelos próprios participantes: diminuir o tempo de resposta de sincronização do quadro de questões, reduzir a quantidade de questões para dar mais espaço para o terminal, apresentar um *feedback* quando o participante erra uma questão, apresentando uma justificativa para o erro (i.e. por que a alternativa escolhida é incorreta), mostrar pontuação ao final do jogo. Esta última melhoria, embora já implementada na aplicação, não foi apresentada aos participantes ao fim de cada rodada pois ainda existiam questões a serem respondidas.

Nível de intrusividade durante a colaboração (interrupções) (M4): Em uma das 7 rodadas do jogo houve

¹<http://tede.udesc.br/bitstream/handle/2035/1/Marcio%20Mantau.pdf>, disponível no Apêndice.

Fig. 7: Filtragem das informações do jogo.

Fig. 8: Exemplo mensagem *toast* da aplicação.

desconexão da aplicação móvel devido a problemas da rede *WiFi*, fazendo com que a interface do usuário não fosse atualizada. Os fatores que prejudicaram os participantes durante a utilização do jogo colaborativo foram: ruídos no ambiente (42%), aproximação de pessoas (21%), local de realização do jogo (10%), problemas rede *Wifi* (10%), tempo de resposta (5%). 21% dos participantes indicaram mais de um fator.

Número de erros e/ou dados inconsistentes gerados pelo usuário (M5): Em 6 das 7 rodadas as informações apresentadas nas aplicações móveis estavam consistentes com as informações do servidor. Apenas na rodada em que houve problemas com a rede *WiFi* os dados presentes nas aplicações móveis não eram os mesmos do servidor.

Tempo de resposta do sistema para atualizar a interface móvel (feedforward) (M6): As informações dos dispositivos móveis são atualizadas num intervalo de 15 segundos. Este tempo foi estipulado para manter a interface móvel atualizada, sem comprometer o uso dos recursos do dispositivo (processamento, bateria, e uso da rede de dados).

A aplicação móvel realiza a sincronização das informa-

ções do jogo em intervalos de 15 segundos. Desta forma, em alguns casos os jogadores ao responder corretamente uma questão e retornar ao quadro de questões notavam que o *status* da questão ainda não estava como correta. Um participante relatou “respondi várias vezes uma mesma questão”. Outro comentou que “acabei de responder uma questão mais ela ainda está como não respondida”.

Tempo gasto para iniciar uma seção colaborativa (M7): O início da seção colaborativa (rodada do jogo) leva apenas o tempo necessário para os participantes informarem seus dados (nome, e-mail, time) e clicar em “*Start the game*”.

Nível de dificuldade para entender as suas próprias ações realizadas (feedback) (M8): 90% dos participantes relataram que conseguiram identificar quais foram as perguntas respondidas por ele, pela sua equipe ou pela equipe adversária. Destes, 52% relataram que foi extremamente fácil fazer a distinção do *status* das questões.

Nível de dificuldade para identificar as ações dos demais participantes (feedthrough) (M9): 58% relataram que conseguiram identificar em que parte do jogo os outros participantes estavam trabalhando, 10% relataram que conseguiram identificar parcialmente, 28% relataram que não conseguiram identificar, e 5% não responderam a pergunta. Dos que conseguiram identificar, a principal forma encontrada foi: pelo nome do participante (55%), pelas cores (10%), pelos ícones (10%). 25% não responderam.

Nível de dificuldade para identificar o próximo passo a ser tomado (M10): Com base nas métricas M8, M12, e M13, os jogadores conseguiram interpretar o que já foi feito pelo grupo, o *status* atual do jogo, bem como em quais partes do jogo os demais participantes estão trabalhando.

Com base nestas informações, os participantes podem projetar as atividades futuras.

Nível de dificuldade para identificar o quanto falta para completar as tarefas colaborativas (M11): Com base nas informações da tela quadro de questões (i.e. matriz de questões e terminal) o usuário pode identificar o que já foi realizado (métrica M12). Com base neste conjunto de informações é possível verificar o que ainda falta para completar as tarefas (i.e. quais questões ainda não foram respondidas).

Nível de dificuldade para identificar as atividades já realizadas pelo grupo (histórico) (M12): 79% dos participantes relataram que foi fácil ou muito fácil identificar o *status* das questões pelo esquema de cores proposto. 10% relataram que tiveram dificuldades quanto ao tempo de resposta do quadro de questões.

Nível de dificuldade para identificar o status dos demais participantes (M13): 95% dos participantes do segundo grupo de estudo relataram que conseguiram identificar a presença dos demais jogadores ao longo do jogo e 5% relatou que conseguiu identificar parcialmente os demais jogadores.

Nível de esforço necessário para realizar as atividades colaborativas (M14): Os participantes relataram que o esforço necessário foi de 3,44 $\sigma=0,83$ (1: muito esforço; 4: pouco esforço), ou seja, foi necessário pouco ou nenhum esforço do participante.

Nível de dificuldade para alternar entre as telas/atividades da ferramenta (M15): Com base nos resultados coletados, a utilização do jogo *Warming Up The Brain* demonstrou ser bastante simples. Para iniciar o jogo, basta informar o nome do jogador, seu *e-mail*, escolher o time (Time A ou Time B e clicar em “*Start the game*”). Na tela principal da aplicação (quadro de questões), com um único clique o participante tem acesso a lista de participantes (clcando na parte superior da tela), ao *chat* do grupo (clcando no *widget* disposto na parte inferior da tela), e a questão (clcando em uma das questões da matriz). Para responder uma questão o usuário precisa de apenas três cliques (seleciona a questão na tela quadro de questões, seleciona a alternativa correta, e clica em “*Submit answer*”). Para alternar entre as telas *chat* e lista de participantes basta um clique na aba superior da tela.

Nível de dificuldade para utilizar o smartphone (M16): 90% dos participantes tiveram pouca ou nenhuma dificuldade em utilizar o *smartphone*.

Nível de dificuldade para apreender a utilizar a ferramenta (M17): 84% dos participantes acharam fácil ou muito fácil apreender a utilizar o jogo colaborativo (objetivos, regras, funcionalidades, e interface).

Nível de satisfação ao realizar as atividades colaborativas (M18): A avaliação do jogo foi positiva, conforme relatos obtidos dos participantes: “Achei interessante e divertido!”, “Foi uma ótima experiência para testar meus conhecimentos de uma maneira prática e interativa”; “Jogo muito legal e viciante pelo fato de ser jogado em grupo. Muito bom!”. “Divertido e auxilia no aprendizado”, “Muito divertido e ao mesmo tempo dinâmico”, “Legal, poderia ser usado em

prova”.

O grau de satisfação dos participantes foi de 3,5 e $\sigma=0,6$ (1: pouco satisfeito; 4: muito satisfeito), sendo que 58% relataram estar muito satisfeitos com o jogo cooperativo.

Nível de personalização permitidos pela ferramenta (M19): Neste ciclo da pesquisa, a possibilidade do usuário personalizar algumas funcionalidades da aplicação não foram consideradas (e.g funcionalidades de habilitar/desabilitar, memorizar decisões como “Não exibir esta mensagem novamente!”, “Relembrar minha decisão!”, etc.).

Nível de utilização dos recursos de memória, processamento, armazenamento e rede de dados (M20): O Jogo utiliza poucos recursos de *hardware* dos dispositivos móveis. A aplicação necessita de 1,82MB de espaço de armazenamento para ser instalada, e necessitou de menos de 2% dos recursos de processador e memória RAM dos dispositivos. Ao longo das 7 rodadas do jogo, a aplicação servidor enviou/recebeu cerca de 2MB de dados.

Abrangência de mercado dos dispositivos e/ou plataforma(s) alvo (M21): O jogo foi desenvolvido para ser utilizado em dispositivos móveis com o sistema operacional Android. O Android possui atualmente 75% do mercado, sendo que a aplicação desenvolvida é compatível com a versão 2.2 (API level 8 *Froyo*). Segundo dados do Android (2013), aproximadamente 97% dos dispositivos Android possuem uma versão igual ou superior à versão 2.2.

Capacidade de o sistema automaticamente coletar, interpretar e agir sobre eventos que ocorrem no ambiente do usuário (M22): Esta métrica diz respeito à capacidade do sistema ser consciente de contexto (*context-aware*), e com base nestas informações fornecer algum recurso/funcionalidade ou decidir se uma informação é ou não relevante.

Neste ciclo, a filtragem de informações de percepção foi realizada apenas com base em informações do grupo, pelo fato de ser um ambiente colocalizado. As características do dispositivo, como diferentes dimensões e resoluções de tela não foram consideradas. Em dispositivos com dimensão de tela reduzidos (i.e. *smartphones*) as informações se adaptaram bem à interface, entretanto em um dispositivo com dimensão maior (i.e. *tablet*) poderiam ser apresentado informações mais detalhadas; Outro problema encontrado é em relação a orientações do dispositivo, pois o jogo não se adaptou às mudanças de orientação.

Acesso aos dados compartilhados (M23): O jogo não permite ao usuário visualizar quais são as informações que estão sendo enviadas/recebidas ao longo da utilização do jogo. Entretanto, por padrão, as aplicações Android exibem quais são as funcionalidades/recursos que a aplicação tem permissão para acessar. A aplicação *Warming Up The Brain* tem duas permissões concedidas: comunicação de rede (ver conexões disponíveis, acessar rede *WiFi*), e ferramentas do sistema (conectar e desconectar-se da rede *WiFi*). A aplicação não tem permissões para acessar os dados do usuário nem o sistema de arquivos.

1) *Análise dos resultados (requisitos)*: A avaliação das técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção por meio dos requisitos foi positiva.

Os requisitos de percepção foram em sua maioria atendidos. As métricas M1, M2, e M3 utilizadas para avaliar o *reconhecimento* (RA1), indicam que as principais informações de percepção foram apresentadas na interface, sendo que os participantes conseguiram identificá-las de forma satisfatória. A métrica M3 indica que alguns elementos de percepção ainda não são apresentados na interface (i.e. desempenho individual do participante).

Os principais problemas relacionados com o *nível de atenção* (RA2) são oriundos de ruídos e aproximação de pessoas no ambiente (métrica M4). Entretanto, estes problemas não evidenciaram que a utilização da ferramenta foi prejudicada, pois os participantes relataram que foi preciso pouco ou nenhum esforço para realizar as atividades (métrica M14).

As métricas M6, M8, e M9 indicam que jogo permitiu uma boa *retroalimentação* (RA3). Quanto à *filtragem de informações* (RA4), as métricas M1, M2, e M3, indicam que as técnicas utilizadas permitiram apresentar um grande conjunto de informações de percepção, e não houve problemas de sobrecarga de informações.

Para aplicar as técnicas de filtragem de informações de percepção, o sistema utilizou-se de informações de contexto (grupo do usuário). A métrica M22 indica que o requisito *consideração do contexto* (RA7) não foi totalmente atendido. Informações de contexto adicionais (i.e. dimensão e orientação da tela) devem ser consideradas para melhorar a *filtragem das informações* (RA4).

As métricas M4 e M5 permitem avaliar positivamente o requisito *consistência e padrões* (RA5). As informações apresentadas na interface colaborativa mantiveram consistentes na maioria das rodadas (M5), poucos problemas e/ou interrupções foram ocasionados pela aplicação (i.e. problemas *WiFi*: 10%; tempo de resposta: 5%) (M4).

A métrica M15 indica que não houve problemas em alternar entre as telas/atividades do jogo (i.e. entrar no *chat*; acessar a lista de participantes; responder uma questão e voltar a tela quadro de questões). Entretanto, com base nas observações do pesquisador ao longo das 7 rodadas do jogo, alguns usuários tiveram certa dificuldade em sair das telas *chat* ou lista de participantes e retornar para a tela quadro de questões. Alguns jogadores perguntaram ao pesquisador “Como faço para retornar para a tela de questões?”, o que evidencia a fragilidade do jogo quanto aos aspectos do requisito *transição entre as atividades* (RA6).

Com relação às *mensagens de notificação* (RA8) apresentadas, os participantes relataram que a demora na sincronização das informações (M4), pode ter induzido o usuário ao erro (M6).

Quanto à *granularidade das informações* (RA9), as métricas M1, M2, e M3 indicam que as principais informações de percepção foram apresentadas. Entretanto, conforme discutido na métrica M22, em dispositivos com dimensões de tela maiores há a possibilidade de apresentar as informações em um nível maior de detalhe. Deste modo, este requisito foi parcialmente atendido, pois o sistema não permite a variação na granularidade das informações.

Outro problema levantado é com relação à quantidade de informações de percepção que são apresentadas na tela quadro de questões. Em dispositivos com tela reduzida (caso dos *smartphones* utilizados), percebe-se que as informações de percepção apresentadas nas questões do jogo estão condensadas e não há a possibilidade de o usuário escolher quais informações ele deseja visualizar.

O tempo de resposta para atualizar a aplicação permitiu manter os dados da interface consistentes (M6), sendo que pequenas inconsistências ao longo do jogo eram eliminadas a cada nova sincronização (realizada a cada 15 segundos) (M5). Estas duas métricas avaliam de forma positiva os requisitos *tempo de resposta* (RA10) e *acesso simultâneo* (RA11), respectivamente.

Os requisitos da tarefa colaborativa foram bem atendidos. As métricas M16 e M17 indicam que o *smartphone* e o jogo são fáceis de serem utilizados – requisito *aprendizado* (RT1). As métricas M8, M9, M10, M11, M12, e M13 avaliam positivamente os requisitos *comunicação* (RT2) e *coordenação* (RT3). Os jogadores não tiveram dificuldades em identificar suas próprias ações (M8), as ações dos demais participantes (M9), a disponibilidade dos demais participantes (M13), bem como o que já foi feito (M12), o que ainda falta fazer (M11), e o que deve ser realizado na sequência (M10).

Com relação à *eficiência* (RT4), as métricas M14, M15 indicam que as atividades colaborativas foram fáceis de serem realizadas e que a navegação entre as telas da aplicação foi rápida de ser realizada. As métricas M7 e M13 indicam que o *gerenciamento do grupo* (RT6) foi bastante simples. O tempo gasto para iniciar uma seção colaborativa foi rápido (M7) e os usuários facilmente identificaram os demais participantes (M13).

As métricas M8, M9, M10, M11, M12, M13, em conjunto com a métrica M18 indicam que os participantes conseguiram coletar informações de percepção que os ajudam na comunicação e coordenação de suas atividades e assim, sentiram-se mais motivados/satisfeitos em realizar as atividades colaborativas. Estas métricas avaliam positivamente o requisito *participação* (RT5).

Analisando as métricas M4, M5, M19, M23 podemos afirmar que os requisitos do usuário foram parcialmente atendidos. A métrica M5 indica que o jogo não possui um completo *gerenciamento de erros* (RU1).

A métrica M23 avalia positivamente a privacidade – *assegurar privacidade* (RU2). Apesar de não ser explicitado quais informações do usuário são ou não compartilhadas, o usuário pode visualizar o conjunto de recursos que a aplicação pode utilizar.

O requisito *evitar a intrusividade* (RU3) foi avaliado positivamente pela métrica M4, pois os usuários não relataram problemas com relação a apresentação das informações de percepção (i.e. mensagens de alerta, notificação). Conforme métrica M19, a aplicação não permite que o usuário personalize algumas ações – requisito *controle do usuário* (RU4).

Analisando as métricas M14, M16, M20, M21, e M22 podemos afirmar que os requisitos dos dispositivos foram

bem atendidos. A métrica M21 indica que o aplicativo móvel é compatível com a maioria dos dispositivos do mercado – *heterogeneidade* (RD1). A métrica M20 indica que a aplicação não requer muitos recursos de armazenamento, memória, processamento e rede – *uso dos recursos* (RD2).

Como a aplicação é utilizada apenas em ambientes colocalizados, os aspectos de *mobilidade* (RD3) não são relevantes. Do mesmo modo, a facilidade de utilização do *smartphone* (M16), a facilidade em realizar as tarefas colaborativas (M14), e a capacidade de a aplicação coletar, interpretar e agir sobre informações do contexto do usuário (M22), permite que a aplicação dê suporte à mobilidade do usuário.

F. Refletir

A avaliação das técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção por meio dos requisitos demonstra bons resultados. Os requisitos de percepção indicam que, por meio das técnicas de visualização utilizadas (visão periférica, teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos, e cores), as principais informações de percepção foram apresentadas na interface colaborativa, e não houve problemas de intrusividade.

Os principais problemas encontrados, no quesito de apresentação das informações de percepção, foram nas telas dos dispositivos (i.e. dimensão e orientação). Esta característica implica na forma com que as informações devem ser apresentadas, e a filtragem de informações de percepção não considera este fator. Quanto ao tempo de sincronização, apesar de terem sido relatados alguns problemas, este tempo é julgado adequado para manter o equilíbrio entre: manter a interface atualizada e poupar os recursos do dispositivo (processamento, rede de dados e bateria).

Os requisitos da tarefa indicam que a ferramenta possibilitou a comunicação e a coordenação das atividades. Os jogadores participaram efetivamente das atividades e todos relataram que sentiram-se satisfeitos em realizar as atividades. Além disso, todos os participantes demonstraram interesse em continuar a utilizar a ferramenta. Os resultados obtidos indicam que os requisitos da tarefa foram atendidos.

Quanto aos aspectos do usuário na utilização do sistema (requisitos do usuário), a aplicação teve um desempenho abaixo do esperado. A aplicação não permite que o usuário visualize e/ou decida quais informações são ou não compartilhadas. Contudo, em ambientes colaborativos, onde há o compartilhamento de informações, um dos problemas é como permitir ao usuário ter acesso e poder de decisão sobre os dados compartilhados (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006). Outro problema que requer atenção é o fato de o jogo não ter lidado de forma adequada com erros de rede.

Quanto aos aspectos dos dispositivos, os resultados indicam que todos os requisitos foram atingidos de forma satisfatória. A aplicação manteve em equilíbrio a apresentação das informações e os recursos do dispositivo.

Com base nos comentários dos participantes e nas observações do pesquisador foram identificados alguns problemas no jogo. Na tela quadro de questões, apresentada na Figura 5, as questões são apresentadas em quadros muito pequenos, sendo que alguns participantes relataram terem dificuldades em visualizar as informações detalhadas de cada questão. Como solução pode-se reduzir o número de questões do jogo ou criar diferentes fases para o jogo, para que em cada uma delas seja apresentado um conjunto menor de questões.

Um dos pontos negativos observados ao longo das intervenções é a baixa utilização da ferramenta de *chat*. Como foi disponibilizado pouco tempo em cada uma das rodadas (aproximadamente 15 minutos), os jogadores buscavam responder às questões mais curtas (aparentemente mais fáceis) e não procuraram interagir com o grupo. Em uma das rodadas, os jogadores do Time A utilizaram o *chat* para debater a resposta de uma questão.

VIII. CONCLUSÃO

A apresentação de informações de percepção é importante em interfaces colaborativas. Contudo, existem questões relacionadas com a apresentação de aspectos de percepção que precisam ser cuidadosamente estudados. Entre estas questões destacam-se: sobrecarga, intrusividade, privacidade, representação das informações, compreensão e projeção das ações humanas por meio da interface, e carga cognitiva.

Problemas associados com estas questões são evidenciados em *groupwares* móveis, onde têm-se ainda as limitações dos próprios dispositivos, como por exemplo, limitações de *hardware*, energia, exigência de mobilidade, heterogeneidade, rede de dados, e principalmente dimensão de tela reduzida.

Buscando reduzir os problemas oriundos da percepção, principalmente a sobrecarga e a intrusividade, neste trabalho foram empregadas técnicas de filtragem de informações de percepção. Com base nas técnicas de filtragem, são apresentadas ao usuário as informações de percepção tidas como relevantes, considerando algum critério. Neste trabalho, o critério de filtragem adotado foram as informações de contexto, construindo-se assim uma interface sensível às mudanças do contexto do usuário (*context-aware*).

Para avaliar as técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção, foi definido um conjunto de requisitos de usabilidade, elaborados com base em trabalhos da literatura. Neste estudo, foram considerados trabalhos que abordam métodos de avaliação de usabilidade (i.e. avaliação heurística), diretrizes de *design*, ou métodos e elementos que influenciam no apoio à percepção. O conjunto de requisitos é constituído de quatro grupos de requisitos: requisitos de percepção (RA); requisitos da tarefa/ambiente (RT); requisitos de usuário (RU); requisitos do dispositivo (RD). A avaliação de cada um dos requisitos elicitados é feito com base em um conjunto de métricas de avaliação.

A metodologia de estudo adotada foi a pesquisa-ação. Esta metodologia é indicada para investigar o desenvolvi-

mento, implantação e o uso de sistemas colaborativos. Este método de pesquisa foi escolhido pelo fato de abordar um problema real (realismo), ser realizada iterativamente, e permite que o pesquisador assuma uma posição de não-neutralidade (participa, atua/interfere com ações).

No ciclo realizado, foram estudadas técnicas de filtragem de informações de percepção, construindo uma interface *context-aware*. Para filtrar as informações foram consideradas informações do contexto do usuário (grupo do usuário, dimensão e orientação da tela do dispositivo) bem como preferências individuais. Por padrão, para dispositivos com dimensões menores (*smartphone*), apresenta-se um conjunto menor de informações de percepção, e em interfaces maiores (*tablet*), as informações de percepção são apresentadas em maior nível de detalhe. Os resultados mostram que as técnicas de filtragem de informações de percepção melhoraram os aspectos de percepção.

Entre as contribuições deste trabalho, pode-se citar: *i*) identificação de um conjunto de técnicas de visualização de informações de percepção aplicáveis em sistemas de *groupware* móveis; *ii*) identificação de formas de filtragem de informações de percepção com base nas informações do contexto do usuário e preferências individuais, possibilitando assim construir sistemas sensíveis ao contexto; *iii*) definição de um conjunto de requisitos de usabilidade para *groupwares* móveis com dimensão de tela reduzida; *iv*) definição de um conjunto de métricas de usabilidade para realizar a avaliação de *groupwares* móveis com base nos requisitos de usabilidade; bem como *v*) adaptação da ferramenta colaborativa *Warming Up The Brain* com base no conjunto de informações de percepção levantados.

Como trabalhos futuros, pretende-se atender em novas versões do aplicativo alguns requisitos do usuário, bem como outras limitações do sistema. Por exemplo, a ferramenta ainda não realiza tratamento para os erros de rede. Além disso, não foi preparado um ambiente que suporte mudanças de orientação da tela do dispositivo. Também é importante permitir a apresentação de alguns elementos da interface, como por exemplo, o desempenho individual do participante. Outro aspecto a ser analisado é como o usuário poderá decidir quais informações ele deseja compartilhar ou não, possibilitando que ele visualize suas informações compartilhadas de forma fácil.

REFERÊNCIAS

ANDROID. 2013. Disponível em: <<http://www.androidplay.com.br/2012/11/distribuicao-android-ics-jb/>>.

ANTUNES, P.; FERREIRA, A. Developing collaboration awareness support from a cognitive perspective. In: *HICSS - Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. New York, NY, USA: IEEE, 2011. v. 47.

ANTUNES, P. et al. Awareness checklist: Reviewing the quality of awareness support in collaborative applications. In: *6th CRIWG Conference on Collaboration and Technology*. Berlin, Germany: Springer, 2010.

ARAÚJO L. P.; BERKENBROCK, C. D. M. Aplicando técnicas de design em um sistema de tratamento multidisciplinar para a rede pública de saúde de Blumenau. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, v. 17, p. 9–24, 2016.

BAKER, K.; GREENBERG, S.; GUTWIN, C. Heuristic evaluation of groupware based on the mechanics of collaboration. In: *Engineering for human-computer interaction*. Berlin, Germany: Springer, 2001. p. 123–139.

BARBOSA, S.; SILVA, B. da. *Interação humano-computador*. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2010.

BASKERVILLE, R. Investigating information systems with action research. *Communications of the AIS*, v. 2, p. 1–32, 1999.

BASKERVILLE, R.; WOOD-HARPER, A. A critical perspective on action research as a method for information systems research. *Journal of Information Technology*, Taylor & Francis, v. 11, n. 3, p. 235–246, 1996.

BEHBAHANI, P.; EL-NASR, M. The effect of privacy on social presence in location-based mobile games. In: *Entertainment Computing-ICEC 2011*. Berlin, Germany: Springer, 2011. p. 307–318.

BERKENBROCK, C. *Uma Estratégia para Garantir Coerência de Cache e Percepção em Sistemas Colaborativos com Apoio a Mobilidade*. Tese (Doutorado) — ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009.

BERTINI, E. et al. Appropriating heuristic evaluation for mobile computing. *Human-Computer Interaction and Innovation in Handheld, Mobile and Wearable Technologies*, Information Science Reference, v. 3, p. 20, 2011.

BOBERG, M.; PIIPPO, P.; OLLILA, E. Designing avatars. In: *Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*. New York, NY, USA: ACM, 2008.

BREZILLON, P. et al. Context-awareness in group work: Three case studies. In: *Proceedings of the IFIP Int. Conference on Decision Support Systems (DSS2004) Decision Support in an Uncertain and Complex World*. Prato, Italy: Monash University, 2004.

BREZILLON, P. et al. Context-based awareness in group work. In: *Proceeding of the 17th International FLAIRS Conference*. Miami, Florida USA: AAAI Press, 2004.

CHAVEZ, J.; ROMERO, M. Group awareness, learning, and participation in computer supported collaborative learning (cscl). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 46, p. 3068–3073, 2012.

CUNHA, P.; FIGUEIREDO, A. Action research and critical rationalism: a virtuous marriage. In: *ECIS'02 European Conference on Information Systems*. Gdansk, Poland: [s.n.], 2002. p. 19–26.

DEY, A. Understanding and using context. *Personal Ubiquitous Computing*, v. 5, p. 4–7, 2001.

DEY, A.; ABOWD, G. Towards a better understanding of context and context-awareness. In: *Technical Report GIT-GVU*. Berlin, Germany: Springer, 1999.

DOURISH, P.; BELLOTI, V. Awareness and coordination in shared workspaces. In: *CSCW'92: Proceedings of the 1992 ACM Conference on Computer-supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM, 1992. p. 107–114.

ELLIS, C.; GIBBS, S. Concurrency control in groupware systems. In: *CSCW'92: Proceedings of the 1992 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work*. New York, NY, USA: ACM, 1992. p. 107–114.

FILIPPO, D. Pesquisa-ação em sistemas colaborativos. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Ed.). *Sistemas Colaborativos*. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2011.

GEROSA, M.; FUKS, H.; LUCENA, C. Suporte à percepção em ambientes digitais de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Computação*, v. 11, p. 75–85, 2003.

GREENBERG, S. Collaborative interfaces for the web. *Human factors and web development*, v. 18, p. 241–254, 1997.

GUTWIN, C. The effects of network delays on group work in real-time groupware. In: SPRINGER. *ECSCW 01: Proceedings of the 7th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*. Kluwer Academic Publishers, Bonn, Germany: Springer, 2002. p. 299–318.

GUTWIN, C.; GREENBERG, S.; ROSEMAN, M. Workspace awareness in real-time distributed groupware: Framework, widgets, and evaluation. In: R.SASSE; CONNINGHAM, A.; WINDER, R. (Ed.). *People and Computers*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1996. p. 281–298.

GUTWIN, C.; ROSEMAN, M.; GREENBERG, S. A usability study or awareness widgets in a shared workspace groupware system. In: *Dept. Computer Science*. New York, NY, USA: ACM, 1996.

- HAKKILA, J.; MANTYJARVI, J. Developing design guidelines for context-aware mobile applications. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Mobile technology, Applications and Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2006.
- HERBSLEB, J. et al. Distance, dependencies, and delay in a global collaboration. In: *CSCW'00: Proceedings of the 2000 ACM Conference on Computer Supported Collaborative Work*. New York, NY, USA: ACM, 2000. p. 319–328.
- HOLLEIS, P. et al. Keystroke-level model for advanced mobile phone interaction. In: *ACM. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA: ACM, 2007. p. 1505–1514.
- JANSSEN, J.; ERKENS, G.; KIRSHNER, P. Group awareness tools: It's what you do with it that matters. *Computers in Human Behavior*, v. 27, p. 1046–1058, 2011.
- JONASSON, N. Designing for collaboration: Interface guidelines for improving co-located collaboration on tabletop displays. v. 14, p. 67–141, 2010.
- KIRSC-PINHEIRO, M. et al. Bw-m: A framework for awareness support in web-based groupware systems. In: *Proceedings of the Ninth International Conference Computer Supported Cooperative Work in Design*. New York, NY, USA: IEEE, 2005. p. 240–246.
- KOCK, N.; MCQUEEN, R.; SCOTT, J. Can action research be made more rigorous in a positivist sense? the contribution of an interactive approach. *Journal of Systems and Information Technology*, v. 1, p. 1–24, 1997.
- LICEA, G.; FAVELA, J. Reusability in groupware development through a pattern system. *Computacion y Sistemas*, v. 4, p. 182–191, 2000.
- MACK, R.; NIELSEN, J. *Usability inspection methods*. [S.l.]: Wiley & Sons, 1994.
- MANDVIWALLA, M.; OLFMAN, L. What do groups need? a proposed set of generic groupware requirements. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, ACM, v. 1, n. 3, p. 245–268, 1994.
- MAZLAN, M. *Students Perception of Motivation to Learn: Does an Avatar Motivate?* Tese (Doutorado) — Durham University, 2012.
- NORSATI, M.; KARIMI, R.; HASANVAND, H. Mobile computing: Principles, devices and operating systems. *World Applied Programming*, v. 2, p. 399–408, 2012.
- OLIVER, E. A survey of mobile database caching strategies. *SIGMOBILE: Mobile Computing and Communications Review*, v. 11, p. 1–7, 2007.
- OULASVIRTA, A. Designing mobile awareness cues. In: *Proceedings of the 10th international conference on Human Computer Interaction with mobile devices and services*. New York, NY, USA: ACM, 2008.
- PAPADOULOS, C. Improving awareness in mobile cscw. *EEE Transactions on Mobile Computing*, v. 5, p. 1331–1346, 2006.
- PINELLE, D. et al. Usability heuristics for networked multiplayer games. In: *ACM. Proceedings of the ACM 2009 international conference on Supporting group work*. New York, NY, USA: ACM, 2009. p. 169–178.
- RAPOSO, A. et al. Coordination of collaborative activities: A framework for the definition of tasks interdependencies. In: *IEEE. Groupware, 2001. Proceedings. Seventh International Workshop on*. Darmstadt, Germany: IEEE, 2001. p. 170–179.
- RÖCKER, C. Requirements and guidelines for the design of team awareness systems. *Proceedings of ICICT: International Conference on Information, Computing and Telecommunications*, v. 7, p. 164–172, 2009.
- RÖCKER, C. Universal access to awareness information: using smart artefacts to mediate awareness in distributed teams. *Universal Access in the Information Society*, Springer, v. 11, n. 3, p. 259–271, 2012.
- SANTOS, V.; TEDESCO, P.; SALGADO, A. Percepção e contexto. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Ed.). *Sistemas Colaborativos*. 1. ed. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2011. v. 1, cap. 10, p. 157–172.
- SCHILIT, B.; ADAMS, N.; THEIMER, M. Disseminating active map information to mobile hosts. *IEEE Network*, v. 7, p. 22–32, 1994.
- SCHILIT, B.; ADAMS, N.; WANT, R. Context-aware computing applications. *IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, v. 1, p. 85–90, 1994.
- SIMPSON, J.; WEINER, E. *The Oxford English Dictionary*. [S.l.]: Oxford University Press, 1989.
- SOHLENKAMP, M.; PRINZ, W.; FUCHS, L. Poliawac: Design and evaluation of an awareness enhanced groupware client. *AI & Society Journal*, v. 14, p. 31–47, 2000.
- STERNBERG, R.; MIO, J. *Cognitive psychology*. 5. ed. Belmont, California, USA: Cengage Learning, 2006.
- SUSMAN, G.; EVERED, R. An assessment of the scientific metrics of action research. *Administrative Science Quarterly*, v. 23, p. 582–603, 1978.
- TALAEI-KHOEI, A. et al. A framework for awareness maintenance. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 35, p. 199–210, 2012.
- TEE, K.; GREENBERG, S.; GUTWIN, C. Artifact awareness through screen sharing for distributed groups. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 67, n. 9, p. 677–702, 2009.
- ZUMBACH, J.; HILLERS, A.; REIMANN, P. Supporting distributed problem-based learning: The use of feedback mechanisms in online learning. In: ROBERTS, T. (Ed.). *Online Collaborative learning: Theory and practice*. [S.l.]: IG Global, 2004. p. 86–102.