

# Mobilidade e ubiquidade para colaboração

Denise Filippo  
José Viterbo Filho  
Markus Endler  
Hugo Fuks

## META

---

Apresentar o potencial, as particularidades e o impacto da computação móvel e ubíqua no apoio à colaboração.

## OBJETIVOS EDUCACIONAIS

---

Após o estudo desse capítulo, você deverá ser capaz de:

- Projetar serviços colaborativos móveis e ubíquos
- Identificar e utilizar as potencialidades e particularidades da computação móvel e ubíqua para apoiar a colaboração
- Selecionar tecnologias móveis e ubíquas para sistemas colaborativos

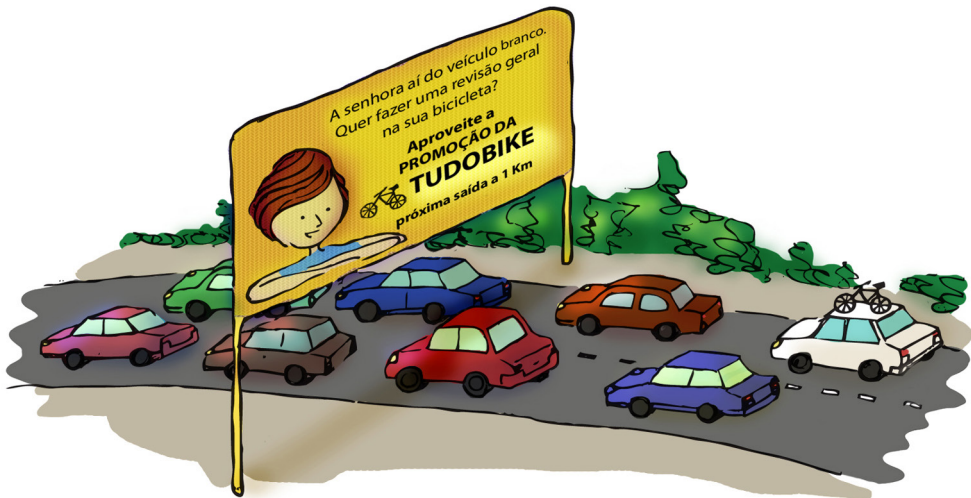
## RESUMO

---

As oportunidades de colaborar são ampliadas pela Computação Móvel e Ubíqua. Equipamentos portáteis, telefonia celular, redes sem fio e objetos inteligentes expandem os limites dos locais e dos momentos em que você pode colaborar, possibilitam o uso de informações de localização dos usuários, tornam os ambientes cada vez mais interativos, modificam nossa relação com o espaço urbano e abrem espaço para o oferecimento de serviços colaborativos inovadores. A colaboração influencia e é influenciada pelos novos cenários de mobilidade e ubiquidade. São criadas formas diferenciadas de lidar com questões como segurança, privacidade e sobrecarga de informação. Particularidades específicas das tecnologias móveis devem ser levadas em consideração no projeto de um sistema colaborativo.

## 18.1 Computação móvel e ubíqua

Olhe à sua volta. Você vê um celular, mp3 player, GPS, tablet ou câmera fotográfica? Talvez esteja no seu bolso, na mesa do professor, na mão daquela pessoa do outro lado da rua. E você já colaborou hoje? Ligou para o colega de trabalho, teclou com o namorado, emprestou um dos fones do seu mp3 para ouvir uma música com um amigo?



Estamos cercados de equipamentos que nos apoiam nas tarefas diárias, tornam nossa vida mais confortável e nos divertem. O celular ocupa posição de destaque, pois com ele nos comunicamos amplamente e estamos sempre conectados às pessoas que gostamos. Fica até difícil imaginar como era antes. Como as pessoas faziam para se encontrar na praia lotada ou no meio do estádio de futebol? Como faziam para receber ligação do amigo às 3 da manhã sem acordar ninguém da família? Como registrar aquele momento especial com os amigos sem a câmera do celular sempre à mão?

Celulares estão intimamente ligados à colaboração. Mas há mais por vir. Olhe de novo à sua volta. Desta vez exclua os equipamentos móveis e observe os dispositivos e aparelhos que têm algum processador embutido. Na sua casa são vários: TV, som, micro-ondas, geladeira, máquina de lavar roupas. Lembre-se da cafeteira, do portão da garagem e do elevador inteligente. Na rua, vemos catracas eletrônicas, sinais de trânsito e pedágios com cobrança automática. É possível colaborar com pessoas por meio destes objetos? Nas próximas gerações de dispositivos eletrônicos, haverá um número cada vez maior de objetos do nosso dia a dia habilitados a interagir conosco e apoiar os diferentes relacionamentos que temos com as pessoas à nossa volta. O interessante é que eles serão cada vez menos percebidos por nós, assim como hoje ignoramos o processador que está dentro no micro-ondas.

A Computação Móvel e Ubíqua expandiu a gama de serviços colaborativos da internet, trouxe novas dimensões às aplicações tradicionais e introduziu serviços inovadores e até curiosos. Neste capítulo vamos discutir como as características e particularidades das tecnologias móveis e ubíquas têm impacto na forma como os serviços colaborativos são oferecidos e utilizados, e como a infraestrutura de hardware e software que dá suporte à mobilidade e ubiquidade tem influência na colaboração.

## CELULARES E MICROPROCESSADORES EM TODA PARTE

O celular é o computador mais ubíquo (onipresente) do mundo. Em 2008, a quantidade de celulares - 4 bilhões - ultrapassou a metade da população do planeta, estimada em 6,8 bilhões de pessoas. No Brasil, a quantidade de 194.439.250 celulares ultrapassou o número de habitantes em outubro de 2010: 190.732.694, segundo censo do mesmo ano.

E onde estão os microprocessadores? Nos computadores é provavelmente nossa primeira resposta. Em seguida nos lembramos dos celulares, dos gadgets de todos os tipos, e dos equipamentos com software embarcado como TVs, aparelhos de som, fax, impressoras, roteadores, calculadoras, micro-ondas e brinquedos. Desde a virada do século XXI, fabricantes de chips produzem mais de 9 bilhões de microprocessadores todos os anos, dos quais aproximadamente 150 milhões vão para PCs [Barr e Massa, 2006]. Isto não chega a 2% das vendas! Os demais 98% vão para sistemas embarcados que estão dispersos em nossa vida tão tecnologicamente modificada. Com esta informação em mente, fica a questão: quantos destes produtos dão suporte à colaboração? Poucos? Sinal de que há muitas oportunidades para você desenvolver produtos e serviços que apoiem a colaboração. Bom trabalho!

A Computação Móvel e Ubíqua expandiu a gama de serviços colaborativos da internet, trouxe novas dimensões às aplicações tradicionais e introduziu serviços inovadores e até curiosos. Neste capítulo vamos discutir como as características e particularidades das tecnologias móveis e ubíquas têm impacto na forma como os serviços colaborativos são oferecidos e utilizados, e como a infraestrutura de hardware e software que dá suporte à mobilidade e ubiquidade tem influência na colaboração.

### 18.2 Localização

Duas pessoas se encontram num café. Um idoso cai na rua e precisa de ajuda. Uma promoção relâmpago traz dezenas de clientes para uma compra conjunta numa loja. Uma pessoa está perdida numa floresta. Um cachorro foge do dono. Ok, você já percebeu: situações cotidianas como estas são oportunidades de uso de serviços colaborativos associados à localização.

Dispositivos móveis são capazes de informar onde está e para onde vai aquele que o carrega. GPS, acelerômetro, bússola e giroscópio são embutidos nos equipamentos móveis para informar dados como posição geográfica, velocidade, aceleração, direção do movimento e inclinação do equipamento. No caso do celular, a localização também é obtida a partir da intensidade dos sinais captados pelas antenas.

Dependendo da aplicação, o dispositivo móvel também usa as informações de identificação e localização de elementos do mundo físico de tal forma que o dispositivo seja associado ao contexto à sua volta. Ao transitarmos com um equipamento móvel por uma cidade, passamos por construções, monumentos, árvores, acidentes e marcos geográficos. Também passamos por lugares como praças, parques e bairros. Estes elementos do mundo físico, além de informarem sobre o contexto do dispositivo, também podem ser associados a informações em diferentes mídias, objetos virtuais e serviços digitais. Da próxima vez que você passar pela praça, pode receber uma mensagem de um evento ou promoção que acontecerá por lá.

Serviços que têm como base as coordenadas geográficas de pessoas e elementos do mundo real e virtual são denominados Serviços Baseados em Localização, também conhecidos pela sigla LBS (Location Based Services). Funcionalidades típicas dos LBSs estão relacionadas à localização da própria pessoa ou de outra pessoa (onde estou? onde ela está?), à orientação para ir de um ponto a outro (como chegar naquele lugar? como chegar até outra pessoa?), à identificação das características do lugar (o que tem neste lugar? quem está ali?) e a informações sobre eventos (o que acontece ou vai acontecer neste lugar?).

A Computação Móvel e Ubíqua e as tecnologias de georreferenciamento dão o suporte tecnológico para o oferecimento de serviços nos quais um grupo de pessoas colabora de maneira fortemente vinculada com a localização geográfica, o que não era possível anteriormente. A vinculação envolve tanto o local onde uma pessoa está quanto locais remotos que ofereçam serviços do seu interesse ou onde estejam outras pessoas com quem você quer se comunicar.

### **GEOCACHING E WAYMARKING**

Geocaching é um jogo de caça ao tesouro, onde os tesouros são pequenos objetos – moedas, canetas, bottons - guardados em caixas georreferenciadas (geocaches). Um equipamento de GPS leva o jogador próximo a uma geocache, que deve ser procurada. Quando alguém acha um geocache, assina o livro de registro, pega o tesouro, substitui por outro e esconde novamente a geocache. Os jogadores visitam o site do jogo para compartilhar os locais onde estão as geocaches, sua experiência em achá-los e para dar dicas aos demais.

Já o Waymarking é uma atividade em que locais ou caminhos são registrados e compartilhados para serem visitados. Diversas categorias de Waymarking estão disponíveis, como as que informam onde se encontram igrejas, lojas de tatuagem ou locais com mesas de bilhar.

Considere o seguinte cenário: um idoso leva um tombo na rua e o equipamento móvel que ele carrega detecta a queda. Imediatamente o equipamento envia um aviso para o filho. Ao cair, uma câmera na rua é direcionada para o idoso. A equipe da prefeitura que monitora a rua aciona uma ambulância e já dá as primeiras informações sobre o acidente para a equipe médica. Um alto-falante acoplado à câmera orienta os que estão próximos ao idoso sobre os cuidados que devem tomar. Neste exemplo, conhecer a posição geográfica deu suporte à coordenação das pessoas envolvidas na assistência ao idoso. Este também é um exemplo de serviço na área da Tecnologia Assistiva – conjunto de recursos, serviços, estratégias e práticas que apoiam idosos, pessoas que tenham alguma deficiência ou alguma limitação física –, um importante domínio de aplicação da computação móvel e ubíqua.

Serviços de rastreamento oferecidos por operadoras de telefonia também utilizam coordenadas geográficas para informar pais que desejam saber onde seus filhos estão, proprietários de veículos que querem recuperar carros roubados ou empresas de segurança que acompanham a movimentação diária de cargas e mercadorias.

Mais do que simplesmente informar a posição geográfica de um local, os serviços baseados em localização também usam a posição geográfica para identificar que lugar é aquele. Esta

informação dá significado àquele lugar: dependendo de onde você está, as atividades que você desempenha ali variam, e, portanto, os serviços que você precisa são diferentes. Com os equipamentos móveis você tem então a possibilidade de se conectar a partir do local onde você está, contextualizado pelo que tem à volta, e de usufruir dos serviços relacionados a este contexto. Veja a seguir uma relação de atividades que fazemos em diferentes lugares e imagine que serviços colaborativos são úteis nestes contextos:

- no trabalho – colaborar, negociar, decidir, apresentar, documentar, officiar, produzir, associar, aprender, cultivar, observar.
- em casa – abrigar-se, relaxar, cozinhar, arrumar, festejar, amar, ler, dormir, devanear, brincar, decorar, isolar-se.
- na cidade – socializar, agrupar, azarar, participar, comprar, exercitar-se, assistir, comemorar, protestar, visitar, intervir, limpar.
- em movimento – passear, hospedar, procurar, descobrir, dirigir, andar, navegar, se aventurar, fugir, perambular, vagar.

Associados à localização e ao contexto, os serviços móveis apoiam a colaboração ao indicar oportunidades e coordenar encontros entre pessoas. Informações de identidade e perfil são utilizadas: ao chegar num parque, você recebe informações sobre os amigos que estão próximos e algumas sugestões de novas amizades. Ao chegar num local onde ocorre um congresso, você recebe informações sobre colegas de trabalho que já estão lá ou sobre profissionais com interesses relacionados. Mapas orientam sobre a localização e os caminhos para as pessoas se encontrarem. Ao ser informado de que um amigo está de férias numa cidade que você já visitou, você troca mensagens com ele para passar as dicas do que fazer por lá. Repare que os encontros podem ser reais ou virtuais, casuais ou previamente marcados, e as pessoas podem já se conhecer ou terem um bom motivo para se apresentarem.

Serviços colaborativos baseados em localização também possibilitam a cooperação ao oferecer meios para que as pessoas criem, compartilhem, documentem e divulguem informações ancoradas ao mundo físico. Com equipamentos móveis, é possível fazer anotações digitais disponibilizando comentários, fotos, vídeos e mensagens de microblogs diretamente do local e no momento em que foram gerados. Mapas são a base para consultas às anotações, seja via equipamento móvel ou computador de mesa. Alternativamente, anotações digitais são apresentadas automaticamente quando você se aproxima de um determinado local. Este processo de mapeamento colaborativo muitas vezes é associado a Redes Sociais Móveis e jogos: comunidades são criadas em função de lugares específicos; já os jogos divertem e dão incentivos para que todos contribuam com informações que enriqueçam o mapeamento.

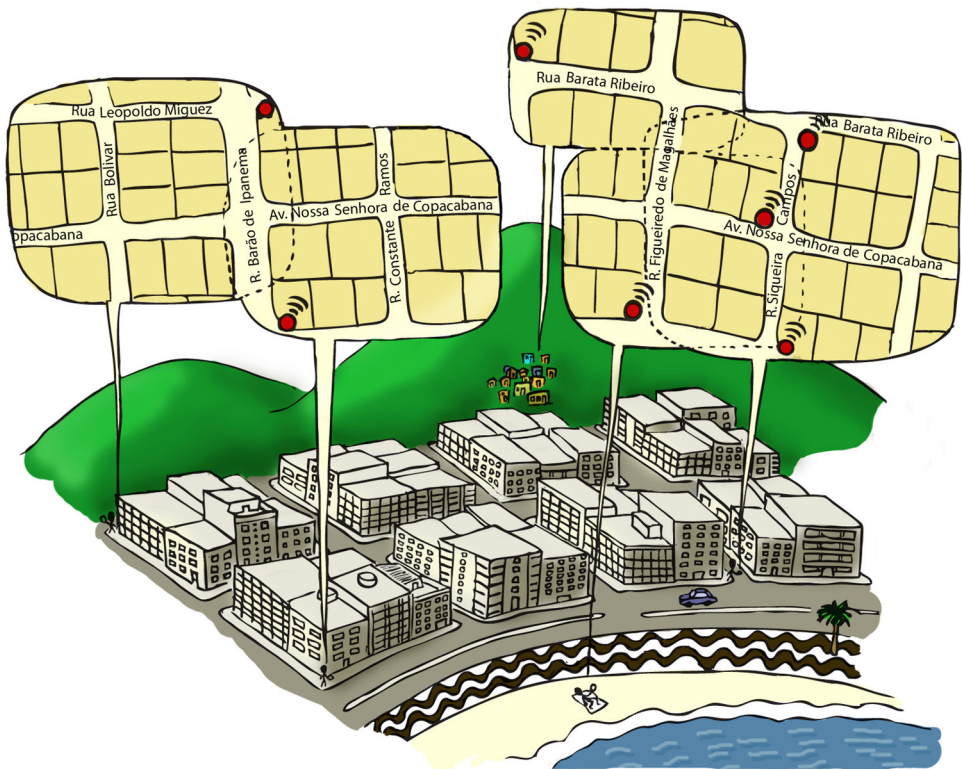
Realidade Aumentada agrega mais uma camada informacional a locais georreferenciados, pois as anotações digitais associadas a posições geográficas são também precisamente posicionadas sobre elementos do mundo físico: um cartaz virtual de uma promoção é colocado sobre uma vitrine; paredes que reconstroem um prédio histórico são apresentadas sobre o que restou dele. As anotações são objetos como textos, menus e fotos, ou reproduzem a aparência de um objeto real, o que possibilita a criação de espaços híbridos onde o real e o virtual se misturam. A visualização deste mundo híbrido difere: enquanto todos veem o mundo físico integralmente, os objetos virtuais podem ser visíveis por todos, por algumas

peças ou por uma pessoa só. Além disso, quando um grupo usa óculos através dos quais os objetos virtuais são vistos de forma integrada ao mundo físico (e não através de um vídeo), a colaboração ocorre sem uma diferenciação entre o virtual, delimitado pela borda de uma tela, e o mundo real fora dela. O grupo manipula um objeto virtual da mesma forma que interage com um objeto real. É um recurso novo e relevante para a colaboração.

### MAPEAMENTO COLABORATIVO

Foursquare ([foursquare.com](http://foursquare.com)) é uma rede social baseada em localização que funciona como um serviço para encontrar amigos nas proximidades, um guia da cidade e um jogo. Usuários no Foursquare criam e consultam comentários georreferenciados sobre restaurantes, pontos turísticos, opções de lazer, entre outros. Nesta aplicação também é usada a detecção da proximidade de estabelecimentos, como escolas, lojas e restaurantes, de construções e de espaços para troca de informações sobre estes locais e de avisos de eventos. O uso e atuação do Foursquare são incentivados pela distribuição de pontos e emblemas. A aplicação é integrada a outras redes sociais.

Wikimapa ([wikimapa.org.br](http://wikimapa.org.br)) é um projeto que promove a cidadania por meio de um mapeamento colaborativo. Moradores de comunidades de baixa renda no Rio de Janeiro usam celulares para registrar num mapa virtual o traçado de ruas de difícil acesso, normalmente não oficializadas pelos órgãos municipais, e lojas e serviços que funcionam naquelas ruas.





Um cenário de uma aplicação baseada em localização, móvel, colaborativa e de realidade aumentada é o de reparos na infraestrutura de uma cidade realizados por serviços públicos. Técnicos de serviços distintos, como de gás e de água e esgoto, trabalham de forma integrada, ligando e desligando a visualização de camadas que mostrem sobre o chão da rua a tubulação de um e outro serviço.

Jogos colaborativos móveis têm como tabuleiro do jogo espaços híbridos de atuação, o que possibilita novas formas de colaboração no espaço físico. A área do tabuleiro é constituída por lugares que são compartilhados com outros cidadãos e grupos da sociedade, o que agrega um nível de riqueza e complexidade aos jogos: como caçar tesouros virtuais em meio a pessoas num metrô lotado? Como jogar num local em que você teme ser assaltado?

### MOGI

O Mogi é um jogo móvel e massivo para múltiplos jogadores de “caça ao tesouro” que se destacou pelas inovações introduzidas em 2003 quando foi lançado no Japão. Neste jogo, os tesouros a serem descobertos são objetos virtuais georreferenciados na cidade de Tóquio e capturados quando o jogador, também georreferenciado, se aproxima de um raio de cerca de 300 metros do objeto. O jogador opta por colecionar os objetos sozinho ou em grupo e pode trocá-los com outros jogadores. O jogo inclui um sistema de bate-papo, SMS e avatares, favorecendo o encontro dos jogadores que estão fisicamente próximos. Uma interface web possibilita que jogadores no mundo virtual se comuniquem e guiem jogadores que estão no espaço urbano, de forma que eles colaborem na busca por um novo objeto ou se encontrem num ponto da cidade. O Mogi explora a possibilidade de um jogador ver e ser visto pelos demais jogadores virtualmente, bem como de encontrá-los pessoalmente. Além disto, o jogo também explora as conexões do mundo físico com o virtual, o que confere aos jogadores um senso de comunidade: apenas eles são capazes de ver e de participar de uma versão particular da cidade em que vivem.

É possível utilizar serviços colaborativos relacionados a um local sem que seja preciso usar as coordenadas geográficas. Por estarem conectadas à rede de um determinado local, as pessoas usufruem dos serviços oferecidos pelo estabelecimento, por exemplo, um serviço de cupido ou de votação dos melhores pratos de um restaurante. Um “caça ao tesouro” fotográfico num museu faz uso dos recursos daquele local para incentivar o registro e o conhecimento das obras de arte de forma colaborativa, mas as coordenadas geográficas não são relevantes para este jogo.

Informações que você disponibiliza ao usar alguns serviços revelam o seu perfil e onde você está naquele momento. Por exemplo, ao contribuir com suas fotos e comentários num mapeamento colaborativo, o rastro por onde você passa é revelado e permanece registrado. Receber serviços personalizados de acordo com os lugares que estão relacionados ao seu dia a dia é um conforto a mais; cuidar para que seus dados sejam tratados adequadamente é um trabalho a mais. Algumas soluções para estes e outros problemas devem ser tratadas por desenvolvedores de sistemas colaborativos, outras enveredam por questões pessoais e sociais.

### SMART MOBS

Um cenário inusitado de colaboração baseada na proximidade das pessoas é o dos smart mobs. Num smart mob, pessoas são convidadas a agir em grupo com um objetivo (Rheingold, 2004). Por meio de celulares, convites “boca a boca” são disparados para que pessoas próximas se desloquem até o local do evento. O objetivo é provocar um enxame (swarm), onde há uma agregação e dissolução rápida do grupo. Esta articulação é particularmente útil em manifestações políticas. Iniciada discreta e subitamente, uma manifestação também pode se dispersar rapidamente com a chegada da polícia. Um caso de grande impacto ocorreu nas Filipinas em 2001, onde, por meio de SMS, uma multidão participou de manifestações de protesto, o que contribuiu para a queda do presidente Joseph Estrada. Dezenas de milhares de pessoas já estavam no local combinado uma hora depois das primeiras mensagens; em quatro dias, chegou a um milhão de pessoas. Outro uso dos smart mobs é artístico e performático, também chamado de flash mobs. Neste caso, um grupo pode ter como objetivo fazer uma coreografia improvisada ou brincar de estátua para causar estranheza aos demais transeuntes que passam na rua, entre outras atividades. Neste cenário de colaboração está embutida a demanda e o exercício de uma relação diferenciada com o espaço urbano e com a população da cidade, o que não era possível de ser conseguido sem a tecnologia móvel.

### 18.3 Em qualquer lugar, a qualquer momento

A combinação das palavras “anytime, anywhere”, traduzida para em qualquer lugar, a qualquer momento, enfatiza a quebra dos limites de espaço e tempo dos serviços oferecidos via internet, e ganhou novo significado com a difusão dos equipamentos móveis e redes sem fio. Estes termos chamam a atenção para a possibilidade de se ficar online em qualquer lugar que houver sinal de rede, como restaurantes, parques, aeroportos ou praias. A expressão “on the move” (em movimento) também foi usada para enfatizar a possibilidade de uma pessoa se comunicar e de usufruir de serviços virtuais enquanto se move. As palavras móvel e mobile passaram a ser associadas à modernidade, a pessoas atualizadas e ao acompanhamento de tendências mundiais. Até a letra “m” roubou o status do “e” m-learning, m-health, m-gov, m-commerce. Não basta mais ser eletrônico, tem que ser móvel!

Neste contexto, surgiram equivalentes móveis para serviços como bate-papo, agenda compartilhada e de suporte a reuniões. Ambientes colaborativos já em operação disponibilizaram funcionalidades adicionais ou versões móveis que mantivessem equipes de trabalho, família e amigos conectadas por mais tempo. Ambientes virtuais de aprendizagem, por exemplo, passaram a usar dispositivos móveis para disponibilizar conteúdo de aula e para coordenar alunos enviando notificações sobre prazos e alteração de calendário.

Diversas categorias de profissionais que já faziam uso de comunicação via rádio, como médicos, bombeiros, policiais e pilotos de avião, migraram ou incorporaram os serviços oferecidos pelas operadoras de telefonia celular ou por redes sem fio de diferentes estabelecimentos para se manterem conectados por mais tempo. Profissionais que trabalham em trânsito ou fora da empresa, como vendedores, fiscais e técnicos que coletam dados em campo, passaram a ter suporte computacional “em qualquer lugar” para apoiar a colaboração com seus colegas de



trabalho. Capturar dados por meio de dispositivos móveis, transmitir, trocar informações e se comunicar com a equipe a distância tornaram-se procedimentos corriqueiros e confiáveis.

A novidade é que você passou a ter mais controle sobre os locais e momentos em que você colabora. Antes você só podia utilizar um computador no local onde ele estivesse instalado: no quarto, na sala ou num determinado espaço do escritório. Com dispositivos móveis, você tem mais possibilidades de escolha do local onde quer ficar: sentado na escada, debaixo do cobertor, no cantinho da varanda. E com mais locais para usar um computador, passamos a ter mais oportunidades e mais momentos ao longo do dia para colaborar.

Num cenário de m-learning, por exemplo, alunos usam os recursos dos equipamentos móveis e internet sem ficarem presos à disposição fixa dos computadores na sala de aula. Com dispositivos portáteis, professores planejam as atividades de uma aula sabendo que os alunos podem se reorganizar espacialmente sem empecilhos. Os alunos são capazes de trabalhar com seus dispositivos móveis de forma individual, em grupos pequenos ou grandes, em roda ou mesmo andando pela escola e redondezas para depois retornar à sala. Com a mobilidade dos computadores, a maior dificuldade de reorganizar a sala passou a ser mover as cadeiras.

Disponer de mais momentos para usar a tecnologia implica em usufruir de um serviço de forma mais continuada e até mesmo continuamente. Provedores de serviços na internet já disponibilizavam os sites em regime 24 x 7; a partir dos equipamentos móveis, esta disponibilidade se estendeu também para o cliente que agora carrega um computador no bolso 24h por dia. Um exemplo de novo cenário de colaboração é o atendimento a pacientes, uma das possibilidades do m-health. Sem dispositivos móveis, o atendimento fica restrito aos horários da consulta médica e à disponibilidade de acesso aos serviços médicos via internet. Com o uso de equipamentos móveis, tornou-se possível oferecer um serviço de acompanhamento médico de forma contínua, a qualquer hora do dia. Serviços de atendimento pessoal 24h e envio mais amigável de dados fisiológicos para o médico são possíveis. Mensagens de incentivo, sugestões de comidas saudáveis e lembretes do horário de remédios são avisos que podem ser enviados a qualquer momento para oferecer assistência contínua ao paciente. Usando mapas, é possível receber sugestões de caminhos que passem por lojas de produtos naturais.

### ENXURRADA DE SMS

Um exemplo notório de uso em grande escala do serviço SMS é a votação para eliminar um participante do programa Big Brother. O celular assume o papel de urna que registra e transmite o voto, a totalização é feita em servidores e o feedback é em tempo real na TV. E você vota no lugar que estiver, quando quiser.

O uso de SMS bate recordes em que dia do ano? Na virada do ano chinês! Em 2009, foram mais de 18 bilhões de mensagens num só dia. Certamente não teríamos uma quantidade de mensagens tão grande e tão concentrada a poucas horas da virada do ano se cada um tivesse que se sentar na frente de um computador para enviar um e-mail de Feliz Ano Novo. Ainda menos interesse teríamos em iniciar o computador para ler os e-mails antes do último brinde do ano.

A possibilidade de acessar e de ser acessado em qualquer lugar e a qualquer momento trouxeram novas situações com as quais ainda estamos aprendendo a lidar. Por exemplo, profissionais têm que lidar com frequentes interrupções, sobrecarga de informação, expectativa de respostas rápidas e de disponibilidade 24h por dia, limites menos rígidos entre hora de trabalho e lazer, invasão de privacidade e até vigilância das suas ações. Novas regras de etiqueta para a colaboração móvel vêm sendo estabelecidas aos poucos. Afinal, o que você acha de conversar com uma pessoa enquanto ela lê e recebe mensagens de texto? E de ser chamado para resolver um problema urgente quando você está de férias? E de usar um computador enquanto o professor estiver dando a aula?

## 18.4 Objetos inteligentes

Pura magia ou tecnologia? Nos livros da série Harry Potter, o Mapa do Maroto é um mapa da Escola de Hogwarts que mostra o movimento de professores e alunos por meio da representação de seus passos. No relógio da família Weasley, um ponteiro para cada um dos membros indica se eles estão na escola, no trabalho, no jardim, viajando ou em outros lugares. Nas fotografias de jornal, as pessoas acenam e se movimentam. Objetos encantados ou inteligentes?

Enquanto a Computação Móvel tem foco na mobilidade, a Computação Ubíqua tem foco na contínua disponibilização de serviços que são oferecidos por meio de inúmeros objetos com software embarcado ou equipamentos móveis. Na Computação Ubíqua, estes inúmeros dispositivos têm baixo custo, conectam-se entre si por meio de redes sem fio, e estão dispersos no ambiente para prover apoio às nossas atividades. Os dispositivos ubíquos não são necessariamente móveis: a ideia é que eles tenham inteligência e estejam disponíveis em qualquer lugar e a qualquer momento que se deseje, isto é, que sejam onipresentes.

### COMPUTAÇÃO UBÍQUA OU COMPUTAÇÃO PERVASIVA?

Mark Weiser cunhou o termo “Computação Ubíqua” em 1988 quando trabalhava como diretor do Computer Science Laboratory (CSL) na Xerox PARC. Seu artigo “The Computer for the 21st Century”, publicado em 1991 na revista *Scientific American* (Weiser, 1991), tornou-se um documento visionário que até hoje é a principal referência de pesquisas e desenvolvimentos em Computação Ubíqua. Para Weiser, a Computação Ubíqua é a terceira era da Computação: após a era dos computadores de grande porte (vários usuários compartilham um computador) e a era dos computadores pessoais (cada usuário usa seu próprio computador), a era da Computação Ubíqua é a dos dispositivos de tamanho reduzido (cada usuário usa vários dispositivos). Weiser também observou que a Computação Ubíqua se opõe à Realidade Virtual. Na Realidade Virtual, imergimos por meio de avatares num ambiente criado pelo computador; na Computação Ubíqua, são os dispositivos computacionais que vêm habitar o nosso mundo real. Paralelamente à Xerox, em meados da década de 1990 a IBM trabalhava com um conceito similar denominado Computação Pervasiva. A palavra “pervasiva” ressalta a ideia da penetração e difusão dos computadores nos objetos do ambiente em que vivemos, enquanto “ubíquo” ressalta a presença destes equipamentos em todos os lugares. Atualmente, Computação Ubíqua e Computação Pervasiva são usadas como sinônimos.

Um objeto na Computação Ubíqua é dito inteligente porque deixa de ser inerte e passa a ter um comportamento determinado pelo software embarcado e por sensores embutidos que o fazem perceber os outros objetos, as pessoas e o ambiente à sua volta. Um objeto com inteligência dá suporte a serviços sensíveis ao contexto, pois ele é capaz de agir, reagir e informar sobre si e sobre o ambiente, além de se comunicar por rede.

Outro conceito associado ao da Computação Ubíqua é o da Tecnologia Calma ou Invisível. Você há de convir que se todos os dispositivos ubíquos se fizessem notar, a quantidade de motivos para nos distrairmos seria avassaladora. À medida que aumenta em quantidade, os dispositivos também ficam menos visíveis no mundo físico, já que são embutidos, integrados e disfarçados nos diferentes objetos de um ambiente. Mas a invisibilidade do dispositivo está relacionada principalmente com o seu comportamento: um equipamento ubíquo não desvia a atenção do indivíduo daquilo que ele está fazendo, não o sobrecarrega, não demanda interação frequente, trabalha silenciosa e discretamente e só se revela e atua quando necessário.

### INTERNET DAS COISAS

O termo Internet das Coisas (Internet of Things – IoT) é usado para referir-se à terceira era da internet. A primeira era é a da internet fixa, formada por computadores que sempre se mantêm fixos no mesmo local. A segunda era é a da internet móvel, que ocorre quando equipamentos portáteis passam a fazer parte da rede. Na terceira era, a da Internet das Coisas, a internet amplia-se ainda mais ao agregar objetos do nosso mundo físico. Assim como na Computação Ubíqua, por “coisas” você pode imaginar qualquer objeto do nosso dia a dia. Coisas também podem ser um espaço, como um teatro, o cômodo de uma casa ou o box do seu banheiro. Adicionalmente, coisa também inclui seres inanimados, plantas ou animais, como as pedras, a água do rio, flamboyants, gatos e até pessoas.

Associada ao conceito de Internet das Coisas, está a ideia de que todos os produtos manufaturados possuam identificação única no mundo. A identificação única apoia-se na capacidade quase inesgotável de endereçamento do protocolo IPv6 e na tecnologia de RFID, que consiste numa espécie de etiqueta com um chip e antena que armazena o endereço do produto no qual é aplicada. Mais que um conceito abstrato, a Internet das Coisas está sendo desenvolvida e implantada com o nome de EPC Global Network, uma rede usada para compartilhar dados de produtos entre parceiros comerciais proposta pelo Auto-ID Labs. Com identificação única, é possível reconhecer, localizar, consultar, controlar e se comunicar com qualquer produto ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Objetos inteligentes apoiam a comunicação, coordenação e cooperação de pessoas e criam ambientes inteligentes para interagimos. Por exemplo, numa casa inteligente, o bloquinho de recados usa um sensor de presença para perceber que você chegou e começar a “ler” as mensagens deixadas para você. O calendário na parede de casa é sincronizado com a agenda do celular de cada membro da família e avisa sobre horários, tarefas e encontros. O porta-retrato dos avós, que passa as fotos como slides, é continuamente atualizado com as fotos que o neto acabou de tirar lá na Europa.

A arquitetura de um prédio inclui oportunidades para medirmos a colaboração de pessoas dentro e fora dele. Uma sequência de batidas na parede de uma sala pode, de fato, abrir um canal de comunicação: por exemplo, tirando a divisória que separa você do seu colega de trabalho ou projetando na parede um vídeo da sala do café da outra filial da empresa. A cor da fachada de um prédio da prefeitura muda conforme a quantidade de pessoas aguardando na fila de um serviço público, o que dá suporte à coordenação ao orientar os que estão fora se devem entrar ou voltar mais tarde. Um chão interativo guia as pessoas sinalizando o caminho até os elevadores que, por sua vez, já perceberam a sua presença e estão chegando no seu andar. A detecção da má qualidade do ar dentro de um prédio comercial modifica as coberturas e a posição das janelas, e também indica que as pessoas devem cooperar abrindo as janelas de suas salas ou limpando o filtro do ar condicionado. Num exemplo de cooperação, comentários em microblogs de clientes que saem de um shopping e avisam sobre congestionamentos nas proximidades alteram as portas de entrada e saída das garagens, dirigindo o fluxo de carros para as vias mais livres. Por esta informação, ganham descontos e promoções. A fachada de um prédio também pode relevar de forma lúdica e artística o humor daqueles que entram e saem de lá: de acordo as palavras mais frequentes que moradores e visitantes enviam via celular, diferentes fotos são projetadas.

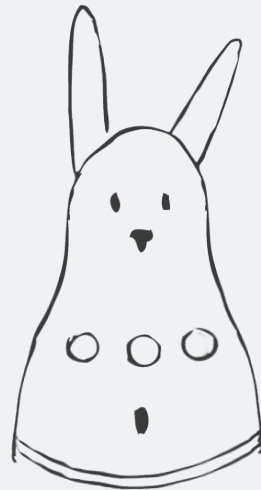
A sigla T2T – Thing to Thing – indica um cenário diferenciado de colaboração, ubiquidade e serviços sensíveis ao contexto onde os objetos inteligentes são programados para colaborar entre si para oferecer um serviço para nós. Por exemplo, a fechadura eletrônica, ao identificar que toda a família já chegou em casa, avisa ao micro-ondas que já pode começar a esquentar o jantar. Robôs dotados de sensores que colaboram entre si são a base, por exemplo, para serviços de vigilância e mapeamento de terrenos. Semáforos e carros conectados em rede colaboram para manter o trânsito sempre livre. Um exemplo que tem muito destaque na mídia são os jogos de futebol entre robôs!

Vestir uma roupa com microprocessadores, sensores e atuadores, funciona como uma prótese, que não rouba a atenção para ela e, em vez disto, aumenta as habilidades e a capacidade das pessoas que a utilizam. Sob esta perspectiva, roupas inteligentes são projetadas para que não haja solicitação de interação visual, acionamento de botões de liga e desliga e objetos que ocupem as mãos ou impeçam a livre movimentação do corpo. A interface usada para interação inclui o uso de sensores, leds, campainhas, motores que vibram. Com o abraço entre os amigos, as roupas inteligentes disparam uma mensagem publicando o encontro na rede social. Quando distantes, a pressão das mãos de uma pessoa é transmitida e reproduzida na da outra. O vestido da mulher vai mudando de cor em função do contexto: cinza no escritório, azul celestial ao andar ao ar livre, vermelho com o namorado. Redes são formadas a partir das roupas das pessoas, o que é chamado de Body Area Network. Por exemplo, uma roupa inteligente que atua como uma tecnologia assistiva possibilita o atendimento contínuo a pacientes: a própria roupa ou acessórios informam a pressão e temperatura do paciente e são capazes de transmiti-las às roupas das equipes médicas. O feedback do médico, igualmente, tem a roupa como meio de apresentar uma resposta visual, sonora ou tátil ao paciente. E vem mais por aí: tatuagens eletrônicas são uma nova possibilidade de interface digital: o que você acha de ter tatuagens que alteram sua forma de acordo com seu nível de glicose?

O cenário de objetos inteligentes traz novas questões. Numa casa em que objetos inteligentes são compartilhados por adultos e crianças, como lidar com permissões de uso? Como e

## OS OBJETOS INTELIGENTES JÁ ESTÃO ENTRE NÓS

Em 2007 a empresa francesa Violet lançou no mercado o coelho Nabaztag, um objeto sem teclado que se comunica com o computador via rede wireless, é capaz de reconhecer marcadores RFID (Radio Frequency Identification), ler texto em várias línguas e reproduzi-lo por voz sintetizada, além de informar a qualidade do ar e outras informações. Por meio deste equipamento, os donos dos coelhos conversam por voz, recebem e-mails que são lidos pela voz sintetizada, escutam músicas, notícias e a previsão do tempo. O coelho é capaz de “cheirar” um RFID (o leitor de RFID é localizado no nariz do coelho) e realizar uma ação associada ao código específico deste RFID. Entre as possibilidades anunciadas pela empresa, está o cenário de uma mãe que recebe um e-mail avisando que seu filho chegou em casa. O filho apenas aproxima o chaveiro ao nariz do coelho. O coelho detecta então o código do RFID colado no chaveiro e dispara automaticamente a mensagem. A empresa também dotou o coelho com capacidade de “fazer tai-chi-chuan” remotamente: ao mexer as orelhas do seu coelho, as orelhas do coelho do seu interlocutor também se movimentam!



Outro exemplo de objeto inteligente é o do outdoor da Alaris Media Network, que apresenta um anúncio diferente a partir da detecção das estações de rádio sintonizadas pelos motoristas. Se a maioria dos viajantes escuta rock, o anúncio a ser mostrado é o de venda de guitarras; se ouvem um jogo, o anúncio é o de camisetas do time de futebol. Outro exemplo mais curioso é o Remember Ring: 24 horas antes de alguma data importante, o anel esquenta por 10s de hora em hora, para prevenir conflitos causados por esquecimentos de eventos importantes como o aniversário de casamento (Remember Ring, 2010).

quando usar uma senha num objeto que deve atuar de forma invisível? Como a adição de um objeto inteligente num local altera o serviço oferecido por outros? Deve a geladeira detectar que está vazia e disparar uma compra no supermercado sem que você tenha dinheiro para pagar? Para cada sistema colaborativo a ser desenvolvido, criatividade, imaginação, pesquisa e avaliação com os usuários são práticas necessárias.

Computação Ubíqua traz mudanças para os profissionais de TI: temos menos computadores e mais computação à nossa volta! O foco da interação deixa de ser o sistema operacional de um equipamento com múltiplas funções e passa a ser o do objeto e sua aplicação. Em vez de lidarmos com objetos como gabinete do micro, celular e tablets cuja forma de caixa não revela o que fazem nem como devemos operá-los, na Computação Ubíqua interagimos com objetos com os quais já temos uma cultura de uso. A forma destes objetos nos dá dicas sobre a finalidade – cadeiras são para sentar, portas para passar, vassouras para varrer, carros para transportar – e dicas sobre como usá-los – botões para apertar, volantes para girar, rodas para rolar e degraus para subir e descer. A interface tradicional é substituída por interfaces

multimodais onde voz, toque, gestos e olhar são usados. E a interação com profissionais de outras áreas, notadamente designers, é ainda mais necessária para o desenvolvimento de um sistema colaborativo.

### **ROUPAS, PARA QUE TE QUERO?**

O projeto Turn Signal Jacket (Buechley, 2010) faz uso de jaquetas sinalizadoras para ciclistas. O ciclista aciona sinais luminosos sob a forma de seta nas costas da jaqueta indicando o lado que pretende fazer a curva para informar àqueles que vêm atrás. Neste mesmo cenário, vários ciclistas informando simultaneamente a direção da próxima curva reforçam visualmente para os que ainda estão muito longe o caminho a ser seguido.

Hey yaa é um projeto de uma roupa inteligente que atua como tecnologia assistiva ao oferecer uma alternativa de comunicação para chamar pessoas em ambientes e situações em que a fala e a visão não podem ser usadas (Saba et al., 2011). Atende, por exemplo, a necessidades especiais de deficientes auditivos: como chamar a atenção de um interlocutor que não ouve quando se está fora do seu campo visual e distante do contato físico? O hey yaa possibilita que a pessoa chame outra acionando um botão na sua roupa que dispara uma vibração na roupa do seu interlocutor.

## **18.5 Infraestrutura para computação móvel e ubíqua**

Computação Móvel e Ubíqua demandam uma infraestrutura tecnológica que traz desafios e impactos para os sistemas colaborativos, conforme discutido nas subseções a seguir.

### **18.5.1 Recursos de hardware**

Os diferentes recursos de hardware embutidos num equipamento portátil adquirem utilidade e relevância diferentes do que num micro de mesa, como no caso da câmera e do gravador. Num computador de mesa, a webcam se restringe a fotografar e gravar um vídeo da pessoa em frente ao computador e do local onde ela está. No equipamento móvel, estes periféricos possibilitam que o usuário compartilhe, de forma síncrona ou assíncrona, a visão que ele tem do local à sua volta, do caminho por onde ele passa e de si próprio neste cenário. Para quem está longe, câmera e gravador são olhos e ouvidos remotos guiados pelo interlocutor. O recurso de estar “presente à distância” é amplamente usado pelas agências de notícias e operadoras de TV, que enriquecem os conteúdos de suas matérias com a colaboração de leitores que produzem notícias no local e no momento em que os eventos acontecem, geralmente muito antes da chegada dos jornalistas. Em outra situação, uma pessoa que se perdeu na mata faz uso da câmera para descrever sua localização e mostrar o seu entorno. Já os celulares e tablets com câmeras na frente e atrás abrem espaço para uma visão dupla de cenários – a visão do interlocutor e a visão do que ele vê – e a possibilidade de enviar os dois vídeos ao mesmo tempo.

Um recurso que tem sua utilidade ampliada é o despertador ou alarme. O alarme do celular está sempre próximo para avisá-lo de um compromisso; no caso do computador de mesa, como o alarme pode soar quando você está afastado dele, você nem o utiliza. Para aqueles que



trabalham em equipe com agendas compartilhadas, a funcionalidade de alarme do celular os mantém mais cientes do tempo e das atividades que estão sendo realizadas.

Equipamentos móveis têm recursos para se conectarem diretamente uns aos outros, o que favorece a troca de músicas, fotos e cartões de visita em ambientes sem infraestrutura de rede. Esta situação contrasta com os computadores de mesa, que geralmente já estão conectados entre si através de uma infraestrutura de rede previamente instalada.

Um exemplo mais curioso do uso diferenciado de dispositivos móveis é o das festas silenciosas. Cada um, munido com seu pequeno mp3 player e fones de ouvido, dança com a música que quiser. E os vizinhos ficam felizes, pois não têm barulho alto para perturbá-los!

A portabilidade do celular, os recursos e serviços disponíveis e o custo mais acessível fizeram deste dispositivo um equipamento pessoal de fato. O celular também embute a identificação do seu dono, o que é aproveitado por serviços que promovem encontros, rastreiam pessoas, autorizam pagamentos, entre outros.

### 18.5.2 Suporte ao contexto

Características inerentes à mobilidade e ubiquidade demandam que os sistemas colaborativos sejam sensíveis ao contexto. Diferentemente do ambiente único no qual trabalhamos com os computadores de mesa, ao utilizar um equipamento móvel uma pessoa se envolve em diversas atividades, locais e situações que devem ser consideradas no projeto de um sistema colaborativo. Você transita entre ambientes de trabalho e de lazer, espaços fechados e abertos, frio e calor, barulho e silêncio, claro e escuro, multidão e isolamento, o que tem impacto na forma como você colabora com outros. Saber o contexto do usuário é importante para oferecer serviços ou apresentar informações relevantes no momento adequado: se você entrou no centro de convenções, a prioridade de comunicação é com o colega de trabalho e não com os amigos. Sistemas colaborativos que utilizam sensores para capturar dados do ambiente, como luminosidade e presença de uma pessoa num local, também geram periodicamente informações de contexto atualizadas sobre o ambiente.

Problemas inerentes às próprias tecnologias também demandam que os sistemas colaborativos sejam sensíveis ao contexto. Equipamentos móveis têm recursos mais limitados, como a capacidade menor de processamento e memória, e como o tamanho diminuto da tela e do teclado. O uso de uma conexão sem fio implica numa qualidade altamente variável do sinal, numa menor taxa de transmissão e na possibilidade de captura desautorizada das transmissões. A mobilidade leva a situações como a perda de conexão quando se passa num túnel ou quando se entra numa região com tráfego saturado; a indisponibilidade de um serviço ao entrar numa região em que ele não é oferecido; e a dependência de baterias que precisam ser recarregadas. No caso de aplicações colaborativas, problemas como falta de bateria, desconexão, conexão “vaga-lume” ou perda do serviço prejudicam o grupo e não apenas aquele que está com dificuldades na conexão.

Num cenário em que um grupo edita um texto colaborativamente e de forma síncrona, a consistência dos dados deve ser mantida para não haver o prejuízo do trabalho. Se os participantes sentem que um colega se desconectou, terão que negociar o que fazer durante o período em que aquele participante estiver desconectado. O problema é maior quando o

grupo é dividido em subgrupos. Se cada um acreditar que os outros estão desconectados e todos continuarem editando o documento, serão geradas versões divergentes. Nestes casos, um sistema colaborativo móvel deve estar preparado para esta situação. Também deve ser capaz de identificar as variações de contexto relativas ao equipamento e à conexão de rede para prevenir ou reduzir problemas que afetem a colaboração. Por exemplo, quando a bateria do dispositivo está fraca, indicando desligamento iminente, o hardware, o sistema operacional, o middleware e a aplicação tomam ações para diminuir o consumo, como baixar a luminosidade da tela, fechar aplicações menos usadas, diminuir a frequência de atualizações dos dados ou reduzir a resolução de uma transmissão de vídeo. Desenvolvedores de sistemas colaborativos não precisam necessariamente lidar com estes problemas, mas devem estar cientes de que eles ocorrem.

O tratamento de informações de contexto é então de extrema relevância para que as aplicações móveis e ubíquas se adaptem a diferentes situações. Para reduzir a complexidade no desenvolvimento das aplicações, é necessária uma arquitetura de suporte ao contexto que englobe desde os sensores que fornecem informações de contexto sobre o ambiente físico até serviços capazes de inferir situações a partir dessas informações.

### 18.5.3 Redes sem fio

As redes sem fio são necessárias para interligar dispositivos que se movimentam. Também são apropriadas para regiões onde há impedimentos técnicos e logísticos para a instalação de uma rede cabeada, como no pantanal matogrossense. Além disso, regiões que não dispõem de uma infraestrutura de telecomunicações de rede cabeada têm, nas tecnologias de rede sem fio, uma alternativa viável de oferecer conexão à internet. As redes sem fio expandem o alcance das redes cabeadas, mas esbarram em limites físicos e logísticos. Mesmo que você tenha acesso à rede sem fio no corredor da universidade, como acessar a impressora que está numa sala trancada?

Nas redes estruturadas, os dispositivos móveis se comunicam via ondas de rádio com equipamentos que operam como pontos de acesso a uma rede cabeada. Uma alternativa para as redes estruturadas são as redes ad hoc (MANET – Mobile Ad hoc Network). Uma rede ad hoc é formada dinamicamente por equipamentos móveis que operam como roteadores dos seus vizinhos mais próximos. À medida que os equipamentos móveis são movidos de um lado a outro ou desligados, a quantidade total de equipamentos e a conformação da rede se modificam. A não estruturação possibilita que uma rede seja criada e dispersada rapidamente, de forma espontânea, uma característica muito apropriada para situações de colaboração em ambientes inóspitos e em meio a situações críticas. Outro cenário relevante é a ocupação de um território inimigo numa guerra: afinal, é inviável implantar uma infraestrutura fixa de rede no terreno do adversário antes de conquistá-lo! Redes ad hoc também incentivam a formação dinâmica de grupos. Grupos ad hoc são formados por aqueles que desejam oferecer e usufruir de um serviço numa dada região, de uma forma mais livre e casual, que não implique necessariamente num pagamento pelo serviço e que não tenha intermediação de serviços oferecidos por terceiros. Cada pessoa adere se quiser e passa a contribuir com seu dispositivo para o bom funcionamento da infraestrutura da rede.

Uma questão que se coloca, no entanto, é quanto à falta de segurança que uma pessoa tem ao integrar-se e colaborar na formação de uma rede com desconhecidos e sem um

provedor confiável. Outra questão é que a rede é altamente volátil, muda constantemente suas características, como o número de dispositivos conectados, a área de abrangência e a qualidade do sinal.

### **18.5.4 Identificação automática e tecnologias de reconhecimento**

Diversas tecnologias, como códigos de barra uni e bidimensionais (QR Code e Data Matrix, entre outros), RFID e reconhecimento de dados biométricos estão disponíveis para identificar, capturar e transferir dados associados a objetos, pessoas e lugares. Estas tecnologias também servem como uma alternativa à entrada de dados nos teclados pequenos dos dispositivos móveis. Afinal, para que teclar se você pode fotografar? Munido de um equipamento com uma câmera e um programa leitor de códigos, é possível, por exemplo, fotografar o código numa embalagem e ser levado diretamente a uma página com mais informações sobre aquele produto. É estabelecido assim um link direto do real para o virtual.

O uso de objetos com sensores e capacidade de reconhecimento de gestos, digital, voz e face para entrada de dados diminui a dependência nos tradicionais equipamentos de entrada de dados: teclado e mouse. Esta é uma vantagem para grupos que trabalham de forma colocalizada, já que possibilita uma interação em que as pessoas não ficam amontoadas num computador para compartilhar o espaço de trabalho. As pessoas do grupo podem colaborar de maneira integrada ao espaço físico disponível, se locomovendo livremente, gesticulando e segurando objetos.

### **18.5.5 Sensores e atuadores**

Para a colaboração, o uso de sensores (para a entrada de dados) e atuadores (para saída de dados) associados a dispositivos ou objetos possibilita que os participantes de um grupo agreguem e compartilhem informações sobre o ambiente físico ou, de forma inversa, que o grupo atue em conjunto alterando o ambiente. Por exemplo, uma maneira de estender a colaboração ao ambiente de um escritório é possibilitar a regulação automática do ar condicionado com base numa votação via celular feita pelos funcionários.

Uma grande variedade de sensores está disponível para capturar dados de localização e orientação do dispositivo, como GPS e bússola, e do ambiente, como temperatura, umidade, pressão, deslocamento de ar, distância percorrida, velocidade, aceleração, rotação, campo eletromagnético, ondas de infravermelho, som, luminosidade, cor, odor, força, toque, fumaça! Uma variedade de dados fisiológicos como temperatura, pressão, batimentos cardíacos, quantidade de passos, velocidade de locomoção, posicionamento e rotação do corpo ou cabeça também são medidos por sensores. Já com relação aos atuadores, interferimos no mundo físico com leds e telas de LCD, emissores de som e notas musicais, vibradores, motores em geral e válvulas mecânicas.

### **18.5.6 Infraestrutura de software**

Sistemas distribuídos, protocolos, middleware e agentes de software escondem dos usuários a infraestrutura de hardware e software necessária para aplicações móveis e ubíquas para prover garantia da qualidade do serviço, consistência dos dados, descoberta da localização do dispositivo e tarifação. Por exemplo, uma funcionalidade de sistemas distribuídos especialmente

útil em serviços móveis é o mecanismo de descoberta de serviços, com o qual um dispositivo móvel obtém informações sobre quais serviços estão disponíveis na região onde o dispositivo está. Agentes de software atuam como nossos assistentes: monitoram o ambiente e percebem antes de nós algumas das nossas demandas, adiantando parte de nossas tarefas sem precisarmos nos dar conta disso.

Além das questões técnicas relacionadas até aqui, a heterogeneidade de produtos, sistemas operacionais, dispositivos de entrada e saída, redes de sensores, tecnologias de rede é, para quem usa, uma dor de cabeça; para empresas e profissionais que buscam soluções, um desafio.

A infraestrutura tecnológica para a mobilidade e ubiquidade que atende desde o hardware até o nível de aplicação é bastante diversificada. Problemas inerentes à infraestrutura de Computação Móvel e Ubíqua são aos poucos resolvidos ou minimizados.

## 18.6 Novas oportunidades

A Computação Móvel e Ubíqua traz o espaço físico de volta à atenção: elementos do mundo real são usados como uma interface de acesso ao mundo digital e, de maneira oposta, objetos do mundo digital são ancorados a uma localização no mundo real. Os ambientes do nosso mundo são aumentados por informações, serviços e por pessoas próximas que, mesmo não diretamente visíveis, temos a oportunidade de encontrar. Se a computação pessoal provocou mudanças profundas no escritório e a internet revirou as estruturas das organizações, a mobilidade e ubiquidade alteram diretamente o espaço físico em que vivemos, em especial, as cidades. O uso do espaço urbano torna-se diferenciado: a cidade não se restringe ao que ocorre no plano físico, mas é um híbrido do real com o virtual. Grupos distintos e invisíveis a olho nu são formados na cidade, cada um vivenciando e interagindo em camadas de informação virtuais diferenciadas, seja como jogadores, ativistas políticos, artistas ou amigos.

Utilizar equipamentos móveis e ubíquos conectados em rede altera a maneira como interagimos por meio da tecnologia. A colaboração é potencializada em todo lugar, a todo instante e através dos objetos mais diversos. Mobilidade e ubiquidade demandam formas diferenciadas de atuarmos em grupo e novas soluções para questões como sobrecarga de informação, segurança, privacidade, vigilância e inclusão digital. As soluções não são puramente técnicas, mas envolvem o estabelecimento de leis, práticas e protocolos sociais.

Temos a oportunidade para explorar o grande potencial dos serviços colaborativos móveis e ubíquos nos mais diversos domínios: educação, saúde, entretenimento, comércio, governo, dentre outros. Por exemplo, associe a paixão do brasileiro pelo celular e pela televisão à penetração no país da telefonia móvel e da TV interativa e teremos um cenário promissor para a difusão da educação no país. Lembre-se ainda que com o custo cada vez mais baixo dos equipamentos móveis e da instalação de redes, mais pessoas entram no mundo digital. Mais pessoas, mais oportunidades de colaboração.

## EXERCÍCIOS

18.1 Imagine que um grande evento internacional, como a Copa do Mundo ou os Jogos Olímpicos, será realizado na sua cidade. Nesse cenário, identifique uma atividade ou pro-

blema específico no qual a colaboração entre usuários móveis seja essencial para a execução da atividade ou para resolver ou evitar o problema. Sugira uma aplicação móvel colaborativa para este evento. Considere serviços sensíveis ao contexto e como usá-los para evitar ou minimizar problemas da infraestrutura de mobilidade e ubiquidade. Sugira funcionalidades que possibilitem às pessoas preservarem sua privacidade.

- 18.2 Que tecnologias você utilizaria para construir o Mapa do Maroto e o relógio dos Weasleys? Que tipo de serviço eles oferecem? Pesquise outros objetos mágicos da série Harry Potter e verifique quais se configuram como objetos que apoiam a colaboração dos bruxos.
- 18.3 Faça uma lista de atividades relacionadas ao shopping, tal como apresentado na seção 2 deste capítulo sobre trabalho, casa, cidade e em movimento. Feita a sua lista, proponha serviços colaborativos a serem oferecidos pelo shopping.
- 18.4 Imagine o cenário de uma empresa. Proponha o uso de objetos ubíquos para apoiar a colaboração nesta empresa.

## LEITURAS RECOMENDADAS

- The computer for the twenty-first century (Weiser, 1991). Publicado na revista Scientific American, o autor apresenta o conceito de Computação Ubíqua, é um marco na área.
- Ubiquitous Computing Fundamentals (Krum, 2010). Neste livro você terá uma visão geral da Computação Ubíqua, histórico, orientações de como desenvolver um projeto e exemplos diversos.
- Digital Cityspaces (Silva e Sutko, 2010) Apresenta de forma aprofundada o uso de jogos associados à mobilidade baseados em localização. Ao final, discute o uso de jogos na educação.
- Locative Media in Brasil (Lemos, 2009) Neste artigo são abordadas questões relacionadas ao uso de mídias locativas e ao uso do espaço urbano por aplicações móveis. Uma dica é procurar outros textos do autor.

## REFERÊNCIAS

- BARR, M., MASSA A. Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools, O'Reilly Media, 2nd Edition. 2006
- BUECHLEY, L. Turn Side Jacket. Disponível em [http://web.media.mit.edu/~leah/LilyPad/build/turn\\_signal\\_jacket.html](http://web.media.mit.edu/~leah/LilyPad/build/turn_signal_jacket.html). Acessado em dez. 2010.
- KRUM, J. (ORG.) Ubiquitous Computing Fundamentals. Chapman & Hall Book/CRC, 2009.
- LEMONS, A. Locative Media in Brasil Wi. Journal of Mobile Media, Montreal/ Toronto, Summer 2009.
- REMEMBER RING. Disponível em <http://www.alaskajewelry.com/remember-rings-never-forget-anniversary-p-2040.html>, acesso em dez. 2010
- RHEINGOLD, H. Smart Mobs – The Next Social Revolution . Basic Books, 2003.
- SABA, M. P., FILIPPO, D., PEREIRA, F.R., SOUZA, P.L.P. Hey yaa: a Haptic Warning Wearable to Support Deaf People Communication. CRIWG 17th Conference on Collaboration and

- Technology, Lecture Notes in Computer Science LNCS 6969, Springer-Verlag, ISSN 0302-9743, Parati, Brasil, Outubro, 2011, p. 215-22
- SILVA, A. S. E SUTKO, D. M. (org.) Digital Cityspaces – merging digital and urban playspaces. Silva e Sutko. Nova York, Ed. Peter Lang.
- VERKLIN, D. E KANNER, B. Watch This, Listen Up, Click Here: Inside the 300 Billion Dollar Business Behind the Media You Constantly Consume, Wiley, 2007.
- WEISER, M. The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, 265(3):94–104, Setembro, 1991.