

# Uma Proposta para Formalização de Ciência de Contexto: Uma Abordagem Aplicável a Ambientes de Televisão Interativa

João Benedito dos Santos Junior<sup>1</sup>, Iran Calixto Abrão<sup>1</sup> e Wilson Vicentini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)

37.701-355 – Poços de Caldas – MG – Brasil

{joao, iran, wilsonbv}@inf.pucpcaldas.br

**Abstract.** The experience of enjoying a good TV program is an established fact. The interactive TV aims to enhance this experience giving the viewer the capacity of a continuous exchange of information with the content or its source. When we talk about interactivity and the potentiality of viewing the content in several different ways, the complexity of the production increases significantly. This paper addresses the context awareness concepts and extensions, and discusses some aspects for building Context Aware Environments to show that the surroundings information and interactivity could enrich interactive applications, like is the case of Interactive Television.

**Resumo.** Um programa de televisão interativa deve permitir ao usuário a interação bidirecional com o conteúdo que é apresentado num dispositivo de visualização, aumentando as possibilidades de interação dos tradicionais controles VCR (*Vídeo-cassete Recorder*). Ao considerar os aspectos de interatividade, deve-se observar que é possível redefinir e incrementar as formas de interação a partir de informações que permitam a produção de fluxos de mídia personalizados ao ambiente-alvo da apresentação. Este trabalho apresenta os conceitos de ciência de contexto e suas extensões, e também discute como formalizar tais conceitos para permitir a construção de ambientes cientes de contexto, o que pode incrementar os níveis de interação em aplicações como a Televisão Interativa.

**Palavras-chave:** Televisão Interativa. Ciência de Contexto. Mídias Interativas. Vídeo sob Demanda. Interação Usuário-Computador-Ambiente.

## 1. Introdução e contextualização

Com a disseminação das tecnologias associadas à multimídia interativa, novas aplicações e formas de interação têm se tornado possíveis. Os diferentes meios com que o usuário pode interagir com uma apresentação multimídia (ou com objetos multimídia) demandam a adaptação das aplicações (eventualmente de forma automática) a determinadas situações, com o objetivo de melhorar a interação em seus diversos níveis. Além disso, a presença da computação de forma ubíqua oferece ao usuário a expectativa de que é possível acessar informações e serviços em todo lugar e a qualquer momento e, para atender a essas expectativas, aspectos de ciência de contexto têm sido usados (Abowd, 1999; Dey & Abowd, 1999; Dey & Abowd, 2000; Schmidt, 2000).

Um vasto número de situações em que o usuário pode estar envolvido, durante uma sessão interativa, exige esforços no sentido de definir como essas interações ocorrem e quais são os melhores critérios para tratamento dessas interações, oferecendo, assim, melhores condições de uso para o usuário final (Dey & Abowd, 2000; Schmidt, 2000). Uma maneira para melhorar o suporte à interação do usuário é melhorar a comunicação entre as entidades do ambiente durante todo o tempo em que essas interações podem ocorrer. Isto pode ser possível através do uso de informações contextuais obtidas da aplicação, da infraestrutura de comunicação, das características das mídias utilizadas pela aplicação e das características dos dispositivos e terminais utilizados pelo usuário para ter acesso à informação.

Neste sentido, torna-se interessante formalizar um cenário para aplicações interativas e cientes de contexto, considerando o estado da arte representado pela evolução e convergência dos sistemas digitais (computadores, televisão, telefones e telefonia, infraestrutura de comunicação de dados, PDAs – *Personal Digital Assistant*, dentre outros), e propor a utilização ciência de contexto para suportar situações como as seguintes: a) oferecer formas para estruturar conteúdo multimídia e informações associadas à mídia, permitindo a implementação dos aspectos de ciência de contexto discutidos neste trabalho; b) possibilitar o uso os aspectos de ciência de contexto para prover adaptação automática às necessidades do usuário, da aplicação e da infraestrutura; c) permitir a extensão dos conceitos de ciência de contexto a todos os níveis de entidades que compõem a infraestrutura do ambiente interativo.

Este trabalho apresenta uma proposta para modelagem de um ambiente interativo ciente de contexto, formalizando as situações de adaptação da apresentação de cenas multimídia de acordo com os parâmetros de ciência de contexto formalizados (Santos Jr. et al., 2001b). Essa modelagem se apresenta como uma tentativa de cobrir as interações usuário-rede-aplicação, denominadas *complete interactions* (Santos Jr. et al., 2001a), que ocorrem em um ambiente interativo (Rodrigues, 1998). Neste cenário, o trabalho enfoca principalmente quais os tipos de informações contextuais podem ser utilizados e como devem ser manipulados em todos os níveis de interação presentes no ambiente.

## **2. Ciência de contexto e suas relações com interação do usuário**

Em linhas gerais, entende-se por contexto como sendo qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade, por sua vez, pode ser uma pessoa, um lugar ou objeto relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo-se também o usuário e a própria aplicação (Dey & Abowd, 1999). Adicionalmente, parâmetros do comportamento humano podem caracterizar a ciência de contexto, especialmente quanto à definição das visões de contexto (superficial ou abrangente) que se deseja extrair de um ambiente.

A criação de ambientes que utilizem as informações de contexto para fornecer informações relevantes e/ou ações específicas para cada usuário, conforme o grau de liberdade definido pelo projetista, é uma tarefa que precisa ser parametrizada pela aplicação. Esta parametrização é obtida com base em cinco questionamentos: a) onde o usuário está? b) quem é o usuário? c) quais recursos estão em uso? d) quando se pode realizar determinada operação? e) o que o usuário está fazendo?

A partir dos questionamentos citados, pode-se obter as seguintes categorias de contexto: a) localização; b) identidade; c) atividade; d) tempo. Observa-se, então, que

através da categorização é possível caracterizar a situação de uma entidade, bem como obter informações sobre o comportamento dessa entidade no tempo (Dey & Abowd, 1999).

### **3. Mobilidade como infraestrutura para ciência de contexto**

O conceito de ubiquidade pode estar associado ao conceito de mobilidade, e pretende-se, neste trabalho, apresentar uma visão de como a mobilidade por ser modelada para oferecer suporte à ubiquidade. Em linhas gerais, tem-se o seguinte problema: se a computação ubíqua parte do princípio que os computadores podem estar espalhados por todas as partes e em diferentes formas de objetos, por que não aproveitar estes recursos para permitir a mobilidade?

Com intuito de responder a essa questão, no enfoque deste trabalho, o modelo de mobilidade passa pelo uso dos requisitos de ciência de contexto (*context-awareness*), que, em suma, referem-se ao uso de dados contextuais (*who, where, when, what, how*) para prover informações relevantes de tarefas ou serviços para um usuário. Conforme visto, entende-se por contexto como sendo qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar uma entidade, onde uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um ambiente físico ou computacional (Dey & Abowd, 2000).

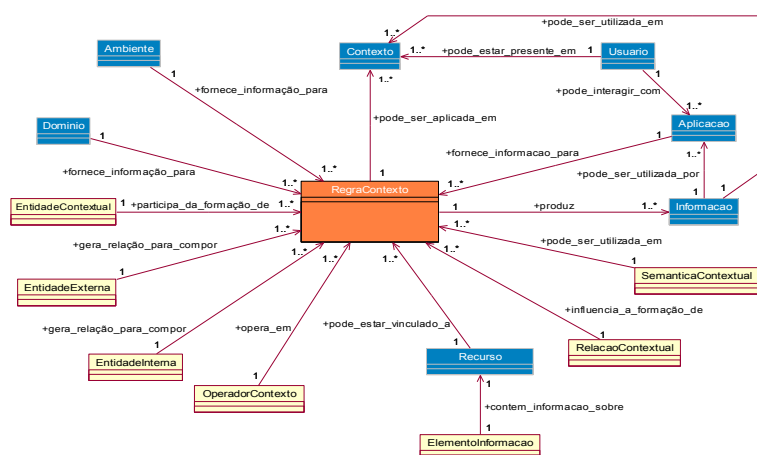
Observa-se, portanto, que os requisitos de ciência de contexto podem ser aplicados num cenário de ubiquidade e mobilidade na forma de um agente observador do ambiente (*context*) de forma sistêmica, analisando todos os objetos do ambiente tanto de forma independente como em conjunto (relacionamentos). Mudanças no ambiente podem ocorrer a partir da ocorrência de eventos, e os agentes de ciência de contexto (*context-awareness agents – CaA*) devem estar habilitados a percebê-las e, desta forma, auxiliar na tomada de decisões. Algumas mudanças são significativas e importantes e fazem com que o próprio CaA acione um evento. Como exemplo, pode-se imaginar o seguinte cenário: uma pessoa está assistindo a um programa com cenas de violência na televisão (contexto inicial); uma criança adentra o recinto (mudança no contexto inicial); um CaA automaticamente dispara um evento para a mudança da programação na televisão, visto que não é recomendável para uma criança assistir a programas violentos. Outras mudanças no contexto não geram grandes transformações e, portanto, o CaA pode gerar recomendações ou mesmo manter o ambiente inalterado.

Observa-se que o uso de requisitos de ciência de contexto pode gerar impactos diretos na qualidade de serviço (QoS) em um ambiente. De um ambiente dotado de CaA, pode-se extrair dados que auxiliem a quantificação do grau da qualidade de um serviço, em seus diversos níveis de avaliação. O grau obtido não deve ser visto com um valor fixo, uma vez que variáveis de diferentes naturezas podem influenciar a sua medida, tais como o tráfego da rede, software, o número de usuários, o conteúdo em distribuição, dentre outras.

Neste sentido, se é possível quantificar e qualificar um contexto, pode-se determinar quais mudanças são realmente significativas. Vale ressaltar que o conceito de mudança significativa é subjetivo, devendo haver mecanismos que permitam a sua configuração para um determinado ambiente e/ou cenário. Por exemplo, para um determinado usuário (WHO), o fato de uma criança entrar em um ambiente que esteja apresentando um filme com cenas de artes marciais pode ser uma mudança de contexto significativa, porém, para outras pessoas isso pode não ser significativo. Ao ocorrer uma mudança significativa no contexto, os CaA podem disparar eventos que promovam

ajustes à realidade de cada entidade envolvida no contexto. Por exemplo, quando a criança adentra o recinto, automaticamente o sistema começa a passar cenas de um desenho animado na entidade televisão, enquanto dispara um evento que continue apresentando o filme em um PDA do adulto. Neste caso, a mudança de contexto pode causar sensíveis modificações nos níveis de QoS, considerando-se as diferenças de propriedades e características entre os terminais envolvidos (terminal de televisão e PDA, por exemplo).

#### 4. Um modelo para formalização da ciência de contexto e o uso de agentes



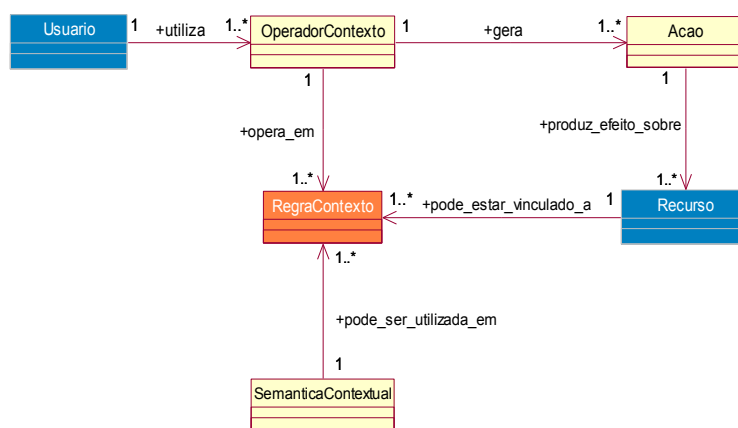
A interação do usuário em uma aplicação de videoconferência pode ser especificada a partir dos requisitos identificados para uma aplicação de Televisão Interativa, por exemplo. O modelo **SPICE** cobre a modelagem da interação do usuário para o caso específico dos ambientes interativos cientes de contexto, especificando os

métodos para interação e habilitando novos critérios de interação, conforme ilustra a **Figura 1**.

Tal abordagem influencia a produção, a distribuição e a apresentação de aplicações interativas, usufruindo do suporte tecnológico oferecido pelos padrões MPEG-4 e MPEG-7. Do ponto de vista estrutural, a modelagem do modelo **SPICE** consiste dos elementos necessários para formalizar **ciência de contexto** e direcionar o seu uso em aplicações multimídia interativas (Santos Jr. Et al, 2002). Esses elementos - Contexto, Usuário, Ambiente, Domínio, Recurso, Informação e Aplicação - foram identificados a partir da proposta de ambiente interativo defendida neste trabalho, que considera a aplicação como parte do ambiente, conforme o diagrama de classes UML que relaciona todas as classes do modelo **SPICE**.

Para o primeiro questionamento, o elemento <WHAT> conduz a uma reflexão sobre o Conteúdo e Usuário. Para o segundo questionamento, o foco do elemento <WHAT> concentra-se sobre Recurso, Ambiente e Aplicação. No terceiro questionamento, o elemento <WHAT> refere-se ao Ambiente e Usuário. Definir mecanismos para aumentar o grau de ciência de contexto em um ambiente é a principal motivação deste trabalho. Neste sentido, estender o modelo de Anind (Dey & Abowd, 2000), muito mais do que definir novos elementos formadores de ciência de contexto implica em apresentar alternativas para construção de relações que gerem novas regras de contexto.

Adicionalmente, as ações permitidas em <ACTION> podem ser configuradas de acordo com as semânticas habilitadas para o ambiente e que produzem as regras de contexto. A **Figura 2** ilustra o diagrama UML de classes que integra o uso de operadores de regras contextuais ao modelo SPICE.



**Figura 2 – Diagrama classes UML para os operadores de regras contextuais**

A partir da formalização da relação de contexto, as regras contextuais podem ser geradas como extensões e combinações das entidades propostas no modelo de Anind, e agentes de software podem ser usados para permitir a implementação dos aspectos de ciência de contexto.

O desenvolvimento de perfis para aplicações interativas é, então, uma forma de categorização que caracterize a situação de uma entidade em uma aplicação, bem como uma forma de se obter informações sobre o comportamento dessa entidade no tempo (Faria, Santos Jr., Goularte & Moreira, 2001). Assim, com o uso de perfis em conjunto com informações de contexto, uma aplicação pode realizar ações e reações como as

seguintes: a) a apresentação de informações e serviços para o usuário, como por exemplo a apresentação de mídias disponíveis e que estão relacionadas com o contexto do usuário; b) a execução automática de serviços, como por exemplo o disparo de eventos relacionados com a localização corrente de uma entidade; c) a associação do contexto com a informação para posterior recuperação, como por exemplo o armazenamento de informações contextuais durante uma sessão multimídia interativa, relacionando observações do(s) usuário(s) com o(s) assunto(s)-chave que faz(em) parte da descrição de uma ou mais cenas desse vídeo.

O grau de ciência (*awareness*) de um objeto em relação a outro quantifica a importância subjetiva ou relevância do objeto para um determinado ambiente ou mesmo para uma determinada mídia utilizada em uma aplicação. Como exemplo, no contexto das aplicações interativas, o grau de ciência pode ser mapeado para o volume de um canal de áudio ou para o nível de detalhe de imagem de uma sequência de objetos formadores de uma cena em um vídeo.

Outro ponto importante reside no fato de que um objeto, em uma interação, pode afetar os níveis de ciência de outro objeto, exigindo, portanto, procedimentos de negociação. O objeto que observa (ou receptor) pode focar sua atenção em áreas ou objetos específicos, enquanto o objeto observado (ou transmissor) pode controlar sua “visibilidade” de forma que objetos em algumas áreas sejam mais cientes que em outras áreas. Este aspecto é relevante no acesso a conteúdo de mídias em uma determinada cena, representada com tecnologias como MPEG-4 e MPEG-7, por exemplo.

## **5. Considerações finais**

Conforme discutido, entende-se por contexto como sendo qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Parâmetros do comportamento humano podem caracterizar a ciência de contexto (*context-awareness*), especialmente quanto à definição das visões de contexto (superficial ou abrangente) que se deseja extrair de um ambiente. Ao nível do usuário, muitas são as formas de interação com as cenas em uma apresentação multimídia, inclusive explorando recursos sensoriais e informações contextuais.

Neste trabalho, foram apresentados os principais argumentos para definição de ciência de contexto e discutidas algumas visões de contexto e ciência reportadas na literatura. Como contribuição, apresentou-se um modelo para formalização de contexto e uma proposta para construção e formalização de regras contextuais. Aspectos dos ambientes interativos, e de seus objetos de mídia, foram considerados para a definição dos novos esquemas e critérios de interação do usuário, considerando que essa interação acontece entre o usuário e o ambiente, e não somente ao nível da interação usuário-computador.

## **Referências**

- (Abowd, 1999) Abowd, G.D. (1999): *Software Engineering Issues for Ubiquitous Computing*. Proceedings of International Conference on Software Engineering (ICSE'99), pp.75-84, 1999-May.
- (Chiariglione, 2001) Chiariglione, L.: Standard technologies to develop the multimedia applications.MPEG-4 Conference, Paris, 2001.

- (Dey & Abowd, 1999) Dey, A. K and Abowd, G. D. (1999): *CyberDesk: The Use of Perception in Context Aware Computing*. 1st WorkShop on Perceptual User Interfaces, pp.26-27, 1999.
- (Dey & Abowd, 2000) Dey, A. K. and Abowd G.D. (2000): *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*. CHI 2000 - Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness. The Netherlands, 2000-April.
- (Faria, Santos Jr., Goularte & Moreira, 2001) Blengini, G. F., Junior, J. B. S., Goularte, R., Moreira, E. S.. Uso de Perfis em Aplicações de Televisão Interativa Cientes de Contexto. Anais do SBMidia 2001 - VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Hiperídia, pp. 139-154. Florianópolis – SC, Brasil, outubro de 2001.(Impresso no Brasil – Eds: Roberto Willrich e Cesar Augusto Camilo Teixeira).
- (Rodrigues, 1998) Rodrigues, P.; Gafsi, J.; Nonnenmacher, J. – *A More Attractive and Interactive TV* – (Julho de 1998) – Apresentado no Workshop Television and the Web [On Line] – <http://www.w3.org/Architecture/1998/06/Workshop/paper08>
- (Santos Jr. et al., 2001a) Santos Jr., J.B. dos; Goularte, R.; Faria, G.; Moreira, E.S.: Modelling of User Interaction in Context-Aware Interactive Television Application on Distributed Environments. Proceedings. First Workshop on Future Television at 8<sup>th</sup> International Conference on User Modelling (UM'2001). Sonthofen, Germany. July-2001. LNAI 2001 Springer Verlag, N1, V2, pp.49-56. (Printed in Germany).
- (Santos Jr. et al., 2001b) Santos Jr., J.B. dos; Goularte, R.; Moreira, E. S.; Faria, G. B.:The Modelling of Structured Context-Aware Interactive Environments. SDPS Journal. Transactions of the SDPS. Issue 5, Number 4, pp. 77-93. December-2001. (Printed in USA).
- (Santos Jr. et al., 2002) Santos Jr., J.B. dos; Guglielmo, M.; De Petris, G.; Moreira, E. S.; Goularte, R.; Faria, G. B.; Cordara, G.; Laia, A. C.: Production, Distribution and Presentation of Educational Multimedia Content in Personalized Environments Using the New Standards of the MPEG Family. Proceedings of IDPT'2002 – 6<sup>th</sup> International Conference on Integrated Design and Process Technology. Pasadena, USA, June-2002. (Printed in USA).
- (Schmidt, 2000) Schmidt, A. (2000): *Implicit Human Computer Interaction Through Context*. Personal Technologies Volume 4 (2&3), pp.191-199, June-2000.