

Taxonomia das publicações sobre Qualidade de Contexto

Débora Cabral Nazário, debora.nazario@gmail.com

Mário Antônio Ribeiro Dantas, mario@inf.ufsc.br

José Leomar Todesco, tite@egc.ufsc.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é fazer um levantamento na literatura sobre Qualidade de Contexto (QoC), propondo uma taxonomia dos temas abordados pelos trabalhos pesquisados, além de identificar alguns desafios. O aumento da utilização de dispositivos portáteis gerou uma demanda de informações do ambiente e do usuário, para que aplicações possam oferecer serviços mais dinâmicos e personalizados. Mas para isso, a qualidade destas informações é um ponto crítico para atender a satisfação dos usuários, ponto este que é pouco abordado até o momento. A metodologia de estudo consistiu das etapas de coleta de dados, análise de dados e síntese e representação dos dados. Os temas que se destacaram e foram agrupados na taxonomia proposta são: definições e propostas de parâmetros de QoC, alternativas para suas quantificações, os modelos de representação de contexto com QoC, outros temas abordados e cenários utilizados. Este mapeamento das publicações pode auxiliar as pesquisas nesta área, sendo o principal desafio à falta de uniformização de nomenclaturas, definições, quantificação e consequentemente de modelos de representação, o que dificulta a interoperabilidade e o compartilhamento de informações de contexto e de QoC.

Palavras-chave: Qualidade de Contexto, Computação Ubíqua, Taxonomia, Dispositivos Portáteis, Mapeamento.

ABSTRACT

This paper aims to survey literature on Quality of Context (QoC), proposing a taxonomy of the topics in the publications analyzed, also finding some challenges. The increasing use of portable devices has created a demand for information of the environment and the user, thus applications can offer more dynamic and personalized services. But the quality of such information is a critical point in terms of user's satisfaction – a point yet little discussed. The methodology progressed through the following stages: data collection, data analysis, and synthesis and representation of the data. The topics that stood out and were later grouped in the proposed taxonomy were: definitions and suggestions of QoC parameters, alternatives to quantification, representation models of context with QoC, other topics and scenarios used. The mapping of such publications may contribute to further research in this area. The main challenge is the lack of standardization of nomenclature, definitions, quantification and therefore representation models, which hampers interoperability and information sharing of context and QoC.

Key words: Quality of Context, Ubiquitous Computing, Taxonomy, Portable Devices, Survey.

1. Introdução

A computação ubíqua é um paradigma caracterizado pela presença de dispositivos portáteis, que estão cada vez mais fazendo parte do dia-a-dia das pessoas. Estes dispositivos possuem uma considerável capacidade de processamento, recursos de comunicação sem fio e armazenamento de dados. Possuem funcionalidades diversificadas e interfaces como GPS, rádio e TV, tocadores de áudio, câmeras digitais entre outros, sendo utilizados em aplicações de diversas áreas como: indústria, comércio, turismo, saúde, entretenimento. Este tipo de computação possui forte ligação com as características do mundo físico, bem como aquelas apresentadas pelos perfis de seus usuários. Tais informações são chamadas de contextos e representam o elemento de entrada para a computação ciente ou sensível ao contexto (LOUREIRO et al. 2009).

O contexto é qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar a situação de entidades como: pessoa, lugar ou objeto, que sejam consideradas relevantes para interação entre um usuário e uma aplicação (DEY, 2000).

Diversas são as classificações de contexto encontradas na literatura como Chen; Kotz (2000), Viana et al. (2007), Emmanouilidis et al. (2012), Schuster et al. (2012). Para Chen; Kotz (2000) o contexto apresenta quatro dimensões composta por: contexto computacional, contexto físico, contexto de tempo e contexto do usuário.

A partir destas informações de contexto, os serviços podem ser adaptados, se adequando as características do ambiente atual e do perfil do usuário. Ou seja, é possível prover serviços mais otimizados e personalizados, aumentando a satisfação de seus usuários. A utilização do contexto também pode minimizar o consumo de recursos como energia, processamento e comunicação, disponibilizando serviços mais precisos e dinâmicos.

Em ambientes ubíquos, um dos muitos fatores importantes é a sensibilidade de contexto. Mas as informações de contexto podem não ser confiáveis ou úteis, sendo um problema de qualidade da informação de contexto. Sendo assim, um ponto importante na sensibilidade de contexto é que a informação de contexto seja confiável, isto é, a qualidade deve ser assegurada (KIM, Y.; LEE, 2006).

A Qualidade de Contexto (QoC) é qualquer informação que descreve a qualidade da informação que é usada como informação de contexto (BUCHHOLZ et al. 2003).

O objetivo deste artigo é investigar os trabalhos encontrados na literatura que tratam de Qualidade de Contexto, principalmente em ambiente ubíquo. Uma taxonomia dos temas abordados é proposta e são identificados alguns desafios para esta área.

O texto está organizado da seguinte forma: Na seção 2 são apresentados alguns aspectos conceituais relacionados a contexto e a QoC, na seção 3 são descritos os procedimentos metodológicos adotados. A seção 4 aborda os resultados obtidos, ou seja, é apresentada a taxonomia proposta, detalhando cada item. A seção 5 descreve as considerações finais e por último se tem as referências bibliográficas utilizadas no artigo.

2. Aspectos Conceituais

A seguir alguns aspectos conceituais sobre Contexto e Qualidade de Contexto são introduzidos.

2.1. Contexto

Uma definição de contexto bastante utilizada pelos pesquisadores da área é a proposta por Dey (2000), onde contexto é qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto que sejam considerados relevantes para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a aplicação. Ainda para este autor, um sistema é sensível ao contexto se ele usa contexto para fornecer informações relevantes e / ou serviços para o usuário, onde relevância depende da tarefa do usuário.

Desta forma, um sistema pode utilizar estas informações relevantes e conseqüentemente prover serviços mais otimizados e personalizados, aumentando a satisfação dos usuários. Segundo Loureiro et al. (2009) também é possível minimizar o consumo de recursos como energia, processamento e comunicação através da utilização do contexto, disponibilizando serviços mais precisos e dinâmicos.

Para Chen; Kotz (2000) o contexto apresenta quatro dimensões composta por:

Contexto computacional: lida com os aspectos técnicos relacionados com capacidades e recursos computacionais;

Contexto físico: é acessível por meio de sensores e recursos como: localização, condição de tráfego, velocidade, temperatura, iluminação entre outros;

Contexto de tempo: capta informações de tempo, como de um dia, semana, mês, estação do ano, ano, etc.;

Contexto do usuário: está relacionado à dimensão social do usuário, como seu perfil, pessoas nas proximidades, situação social, preferências, etc.

Outras classificações são encontradas na literatura como a classificação de Viana et al. (2007) que apresenta cinco dimensões para as informações de contexto: computacional, espacial, temporal, temporal espacial e social. Já Emmanouilidis et al. (2012) classificam em: sistema, ambiente, serviço, usuário e social. O contexto social pervasivo é discutido com base nas questões where, when, who e how, com quatro dimensões: espaço, tempo, pessoa e informação por Schuster et al. (2012).

Os modelos de contexto podem ser classificados de acordo com diversas abordagens como: modelos de pares chave-valor, baseados em esquemas ou marcação, modelos focados em domínio, modelos gráficos, modelos orientados a objetos, modelo entidade-relacionamento, baseados em lógica, mapa de tópicos, grafos contextuais, baseados em ontologias, além de modelos híbridos (BETTINI et al. 2010), (SANTOS, 2008), (STRANG et al. 2004), (ZHANG, D. et al. 2011).

Alguns trabalhos do grupo de pesquisa que abordam sensibilidade de contexto podem ser citados, como: Autor et al. (2008) que utiliza o contexto do usuário para buscas semânticas contextuais, Autor et al. (2011), Autor et al. (2011) e Autor et al. (2010, 2011) que tratam autenticação de sistemas sensíveis a contexto em ambiente pervasivo e móvel.

2.2. Qualidade de Contexto

Para Buchholz et al. (2003) a Qualidade de contexto (QoC) é qualquer informação que descreve a qualidade da informação que é usada como informação de contexto. Assim, QoC refere-se à informação e não ao processo, nem ao componente de hardware que fornece as informações.

A definição de QoC para Krause; Hochstatter (2005) é qualquer informação inerente que descreve informação de contexto e pode ser usada para determinar o valor da informação para uma aplicação específica. Isso inclui informações sobre o processo de provisionamento que a informação foi submetida (“histórico”, “idade”), mas não tratam de estimativas sobre os passos de provisionamentos futuros.

Buchholz et al. (2003) apontam as diferenças entre Qualidade de Contexto (QoC), Qualidade de Serviço (QoS) e Qualidade de Dispositivos (QoD). Enquanto QoC descreve a qualidade da informação de contexto, QoS se refere à qualidade de um serviço. QoS é qualquer informação que descreve o quão bem um serviço é realizado. Serviços são executados em componentes de hardware, estes dispositivos possuem também uma qualidade, chamada Qualidade de Dispositivos (QoD). QoD é qualquer informação sobre as características técnicas e capacidades de um dispositivo. De uma forma mais genérica pode-se encontrar o conceito de Qualidade da Informação (QI), utilizado para qualquer tipo de informação, no trabalho de Kim, Y.; Lee (2006) é feita uma relação entre as dimensões de QI e parâmetros de QoC.

Segundo Bellavista et al. (2013) alguns autores apresentaram o seu framework próprio de QoC, introduzindo e usando os mesmos conceitos com nomes diferentes. No entanto, apesar dessas diferenças, um pensamento comum pode ser destacado, QoC não está exigindo informação de contexto perfeita, com a maior precisão possível e atualidade, mas é necessária uma estimativa correta da qualidade da informação. Também se deve considerar que muita pesquisa tem reconhecido a abordagem de introduzir a qualidade da distribuição das informações de contexto (tempo de entrega de dados, confiabilidade, etc.) para garantir a disponibilidade das informações de contexto com a qualidade certa, no lugar certo e na hora certa.

A seguir são descritos os procedimentos metodológicos deste estudo que tem seu foco em QoC.

3. Procedimentos Metodológicos

Este artigo é de natureza exploratória de caráter descritivo (VERGARA, 2003), trata-se de uma revisão da literatura sobre Qualidade de Contexto. O processo de desenvolvimento deste estudo consistiu em três etapas: coleta de dados, análise de dados e síntese e representação dos dados.

A coleta de dados foi realizada nas bases: Web of Science, Scopus, Google Scholar e Google Acadêmico. O termo de busca foi “quality of context” e “qualidade de contexto” para a última base. As quantidades de trabalhos localizados e selecionados estão representadas na Figura 1. Vale ressaltar, que para este estudo só foram selecionados trabalhos com texto completo disponível, sendo que em cada nova busca excluiu-se as publicações já

selecionadas. Além das bases citadas, outros trabalhos ainda foram localizados de formas variadas, categorizados como outras fontes. Os trabalhos foram selecionados nesta fase através da leitura do título, resumo e uma rápida leitura do artigo.

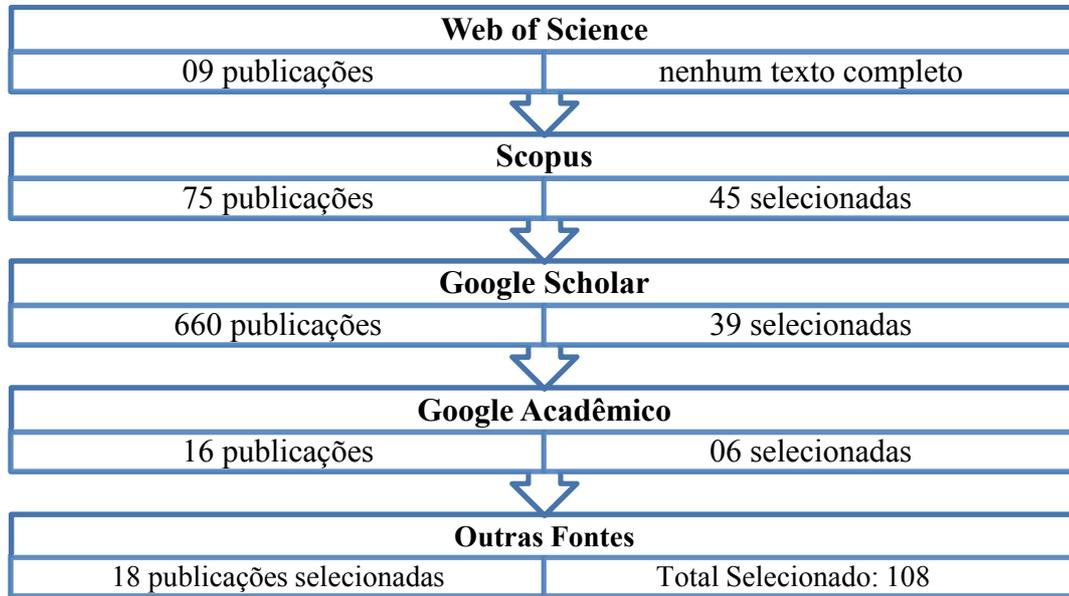


Figura 1: Processo de coleta de dados

Após a seleção do material, a etapa seguinte é a análise para então elaborar a síntese e representação dos dados. No tópico seguinte estas etapas são descritas.

4. Resultados

Com o material selecionado, a análise foi iniciada com uma leitura mais atenta de cada uma das publicações. Elaborou-se um quadro auxiliar com algumas informações como autores, título, parâmetros de QoC tratados, técnica ou método utilizado e observação. Após a leitura de todos os trabalhos, o quadro resumo serviu para auxiliar uma classificação destes trabalhos, estas categorias ou temas abordados estão representados na Taxonomia da Figura 2.

Como já comentado, a qualidade pode ser classificada em QI, QoC, QoS, QoD entre outras possibilidades. Os trabalhos selecionados tratam especificamente de Qualidade de Contexto. Os temas que se destacaram no conjunto estudado, foram:

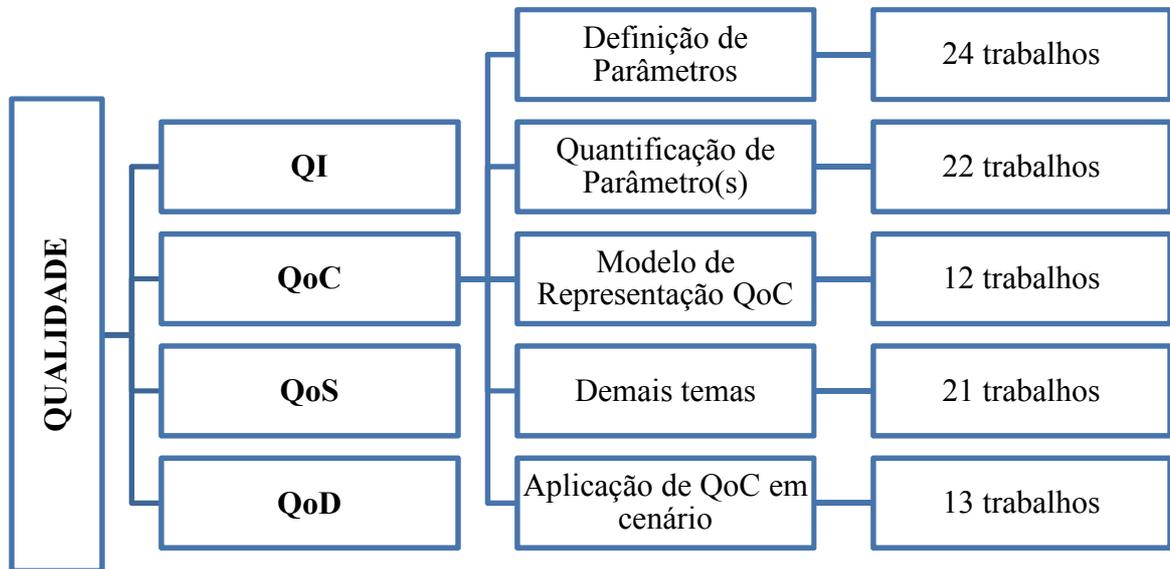


Figura 2: Taxonomia dos trabalhos de QoC analisados

Definições e propostas de parâmetros de QoC: com vinte e quatro trabalhos selecionados; um conjunto de parâmetros é definido e/ou um ou mais parâmetros são propostos;

Alternativas de Quantificação de parâmetros de QoC: com vinte e dois trabalhos; nestes casos são propostas formas de quantificação de um ou mais parâmetros, utilizando técnicas variadas;

Modelos de Representação de Contexto com QoC: com doze trabalhos selecionados; das abordagens de modelos de contexto encontradas na literatura, alguns autores utilizam QoC. No conjunto estudado foram identificados modelos que utilizam notação gráfica, marcação XML (Extensible Markup Language), UML (Unified Modelling Language) e destaque para a utilização de ontologias e OWL (Ontology Web Language);

Demais Temas: com vinte e um trabalhos; alguns outros assuntos específicos tiveram destaque, como resolução de conflitos e inconsistências, alguns aspectos relacionados à segurança e distribuição de dados de contexto;

Aplicação de QoC em um cenário: com treze trabalhos selecionados; alguns estudos são aplicados, para validação, em algum cenário, se destacam os ambientes inteligentes e cenários de saúde, entre outros.

A seguir é abordado cada um destes cinco itens, comentando alguns trabalhos e citando todo o conjunto de trabalhos selecionados.

4.1. Parâmetros de QoC propostos na literatura

Dey (2000) desenvolveu um framework para aplicações sensíveis ao contexto. Como extensão ao seu trabalho, são citadas algumas métricas de Qualidade de Serviço (QoS) que foram utilizadas como parâmetros de QoC por outros autores, as métricas são:

Reliability: define o quão tolerante a aplicação é em relação a falhas de sensores;

Coverage: define o conjunto de todos os valores possíveis para um atributo de contexto;

Resolution: define a alteração real (variável do mundo real) que é necessária para o atributo de contexto alterar. Poderia ser a precisão das informações ou a granularidade escolhida;

Frequency: define quantas vezes a informação precisa ser atualizada;

Timeliness: define o tempo que a aplicação permite entre a mudança de contexto real e a notificação relacionada com a aplicação. Ex. Tempo para acendimento de uma lâmpada, a partir da detecção de uma pessoa;

Kim, Y.; Lee (2006) relacionam dimensões de QI e parâmetros de QoC, selecionando cinco dimensões para medir a qualidade de informações de contexto:

Accuracy: medida dos dados serem corretos e confiáveis; probabilidade de uma parte da informação de contexto estar correta (outros autores utilizam Probability of correctness);

Completeness: é o grau em que as informações de contexto estão disponíveis, suficientes e não ausentes;

Representation consistency: os dados devem ser representados em um mesmo formato (consistente);

Access security: acesso restrito para manter a segurança;

Up-to-dateness: os dados devem ser suficientemente atualizados para a tarefa; é a idade da informação de contexto;

Já Manzoor; Truong, H.-linh; et al. (2010) utilizam outro conjunto de parâmetros de QoC composto por Reliability, Timeliness, Completeness, Representational Consistency, além de:

Significance: indica o valor ou a importância da informação de contexto em uma situação específica. Seu valor é de particular importância em situações que envolvem risco de vida para os seres humanos;

Usability: descreve quanto que o pedaço de informação de contexto é adequado para uso com a finalidade pretendida;

Access Right: métrica que varia dependendo de quem vai acessar a informação de contexto, equivale a Access security de Kim, Y.; Lee (2006);

Desta forma seguem diversos outros autores, conforme está representado no Quadro 1A e Quadro 1B. Nestes quadros cada coluna representa uma abordagem de determinados autores, nas linhas estão agrupados parâmetros considerados semelhantes entre as abordagens. Como exemplo, tem-se as linhas 5, 6 e 7 com parâmetros de QoC relacionados ao tempo, como: Frequency, Timeliness, Up-to-dateness, Freshness, Delay time, Age, Refresh rate, Temporal scope, Time locality, Measurement time e Data retrieval time.

No trabalho de Zheng et al. (2012) são tratados tipos de fatores de qualidade, como características de sensores, medições de sensores e contexto definido pelo usuário. Vários fatores são citados no item de medições de sensores, sendo que a maioria consta no Quadro 1A e 1B, o que neste artigo trata-se como parâmetros de QoC.

Quadro 1A: Representação das diversas abordagens de Parâmetros de QoC

	Dey (2000)	Gray; Salber (2001)	Buchholz et al. (2003)	Huebscher; McCann (2004)	Gu et al. (2004)	Kim, Y.; Lee (2006)	Bu et al. (2006)	Widya et al. (2006)	Zimmer (2006a)	Sheikh et al. (2007)	Manzoor et al. (2008)
1	<i>Reliability</i>		<i>Trust-worthiness</i>						<i>Reliability</i>		<i>Trust-worthiness</i>
2	<i>Coverage</i>	<i>Coverage</i>									
3	<i>Resolution</i>	<i>Resolution</i>	<i>Resolution</i>	<i>Resolution</i>	<i>Resolution</i>					<i>Spatial resolution</i>	
4										<i>Temporal resolution</i>	
5	<i>Frequency</i>	<i>Frequency</i>									
6	<i>Timeliness</i>	<i>Timeliness</i>	<i>Up-to-dateness</i>	<i>Up-to-dateness</i>	<i>Freshness</i>	<i>Up-to-dateness</i>	<i>Delay time</i>	<i>Freshness</i>	<i>Age</i>	<i>Freshness</i>	<i>Up-to-dateness</i>
7				<i>Refresh rate</i>							
8		<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Precision</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Accuracy</i>				<i>Precision</i>	<i>Precision</i>
9		<i>Repeatability</i>									
10			<i>Prob. of correctness</i>	<i>Prob. of correctness</i>	<i>Certainty</i>		<i>Correctness probability</i>			<i>Prob. of correctness</i>	
11						<i>Completeness</i>					<i>Completeness</i>
12						<i>Representation consistency</i>	<i>Consistency probability</i>				<i>Representation consistency</i>
13						<i>Access security</i>					<i>Access security</i>
14								<i>Availability</i>			
15								<i>Cost</i>			
16									<i>Degree of relationship</i>		
17											<i>Significance</i>
18											
19									<i>Spatial origin</i>		

Quadro 1B: Representação das diversas abordagens de Parâmetros de QoC

	Neisse et al. (2008)	Villalonga et al. (2009)	Luo Ren; Jon Tong Seng (2009)	Toninelli; Corradi (2009)	Roussaki et al. (2009)	Manzoor; Truong, H.-L. et al. (2010 e Manzoor; Truong, H.-linh; et al. (2010)	Filho, José Bringel et al. (2010)	Corradi et al. (2010)	Klein; David (2010)	Becker et al. (2010)	Zheng et al. (2011)
1	<i>Trust-worthiness</i>		<i>Reliability</i>	<i>Trust-worthiness</i>		<i>Confidence -a Reliability -b</i>				<i>Trust</i>	
2		<i>Spatial Scope</i>									
3		<i>Resolution</i>		<i>Resolution</i>							<i>Resolution</i>
4											
5		<i>Temporal scope</i>			<i>Frequency</i>						
6		<i>Delay time</i>	<i>Timeliness</i>	<i>Freshness</i>	<i>Timeliness</i>	<i>Timeliness</i>	<i>Up-to-dateness</i>	<i>Freshness</i>	<i>Time locality</i>		<i>Freshness</i>
7		<i>Measurement time</i>						<i>Data retrieval time</i>			
8	<i>Precision (versus accuracy)</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Precision</i>	<i>Precision</i>		<i>Precision</i>			<i>Degradation</i>	<i>Precision</i>
9											
10		<i>Probability of</i>		<i>Correctness</i>	<i>Prob. of</i>						<i>Certainty</i>

		<i>correctness</i>			<i>correctness</i>						
11						<i>Completeness</i>	<i>Completeness</i>				<i>Completeness</i>
12						<i>Represent. Consistency</i>				<i>Consistency</i>	
13			<i>Integrity</i>			<i>Access Right</i>	<i>Access security</i>				<i>Security</i>
14											
15					<i>Price</i>						
16											
17				<i>Relevance</i>		<i>Significance</i>			<i>Priority</i>		
18						<i>Usability</i>					
19		<i>Origin</i>									
20							<i>Sensitiveness</i>				

4.2. Alternativas de Quantificação dos Parâmetros de QoC

Quadro 2: Quantificação de Parâmetros de QoC

Forma de Quantificação	Autores
Estimativa estatística; informações disponíveis;	Kim, Y.; Lee (2006)
Álgebra <i>min-plus</i> , <i>max-plus</i> , <i>min-max-plus</i> ;	Widya et al. (2006)
Genética biológica e algoritmos genéticos;	Zimmer (2006a, 2006b)
Lógica <i>fuzzy</i> ;	Giaffreda, R.; Barria, J. (2007); Giaffreda, Raffaele; Barria, Javier (2007) Manzoor; Truong, H.-L. et al. (2010)
Descrição de alternativas para quantificação de parâmetros de forma textual;	Sheikh et al. (2007)
QoC (fontes e parâmetros): os valores de fontes são usados para determinar os parâmetros de QoC;	Manzoor et al. (2008); Manzoor; Truong, H.-linh; et al. (2010);
Lógica subjetiva (composição de crença, descrença e incerteza);	Neisse et al. (2008)
Mede indicador de QoC através do componente: $M_{QoC} = \langle CI, QoCI, Alg \rangle$	Filho, José Bringel; Martin (2008a)
QoC (indicadores e parâmetros): os parâmetros são usados para medição dos indicadores de QoC;	Filho, José Bringel et al. (2010)
Definições matemáticas (Projeto Nexus);	Grossmann (2009)
Método baseado na Teoria de Probabilidade Bayesiana;	Brgulja et al. (2009)
Define como considerar diferença de tempo de sensores;	Klein; David (2010)
Fórmulas matemáticas para cálculo de <i>Probability of correctness</i> ;	Vanrompay; Mehlhase (2010)
Modelos matemáticos baseados em: distribuições de probabilidade, regiões de tolerância, medidas estatísticas, medidas probabilísticas; Modelo teórico de probabilidade;	Becker et al. (2010)
Definem pesos e prioridades para os parâmetros QoC;	Abid; Chabridon (2011)
São apresentadas fórmulas para o cálculo dos parâmetros, considerando QoC a média ponderada destes parâmetros calculados;	Yasar et al. (2011)
Probabilidade de ocorrência; cálculo de confiança com base na fusão de observação de	Hossain et al. (2012)

sensor múltiplo;	
Fórmulas para o cálculo de diversos parâmetros baseado na literatura;	Zheng et al. (2012)

Vários trabalhos foram localizados nesta categoria, onde propõe alternativa(s) para quantificação de parâmetro(s) de QoC . O Quadro 2 sintetiza a forma de quantificação proposta pelos trabalhos selecionados. Dois destes trabalhos, com uma abordagem semelhante, chamaram atenção e serão descritos a seguir.

Manzoor et al. (2008) classificam QoC em: parâmetros de QoC e fontes de QoC. Os valores de fontes de QoC são usados para determinar os parâmetros de QoC, os valores que mais influenciam os parâmetros estão representados no Quadro 3. Os autores definem fórmulas para os cálculos e um algoritmo para avaliação destes parâmetros.

Quadro 3: Associação entre Parâmetros e Fontes de QoC

Fonte: Adaptado de Manzoor et al. (2008)

Parâmetros de QoC	Fontes de QoC
<i>Up-to-dateness</i>	<i>MeasurementTime, CurrentTime</i>
<i>Trust-worthiness</i>	<i>SourceLocation, InformationEntityLocation, SensorDataAccuracy</i>
<i>Completeness</i>	Relação entre o número de atributos preenchidos com o número de atributos
<i>Significance</i>	<i>CriticalValue</i>

Outro trabalho que também segue esta linha é o de Filho, José Bringel et al. (2010), que classificam QoC em: indicadores de QoC (QoCI) e parâmetros de QoC (QoCP). QoCI é qualquer aspecto de qualidade bem definido que pode ser avaliado e usado para descrever a qualidade da informação de contexto. E QoCP é qualquer informação detectada a partir do ambiente que pode ser usado para medir indicadores de QoC.

Quadro 4: Relação entre QoCI e QoCP

Fonte: Adaptado de Filho, José Bringel et al. (2010)

Indicadores de QoC	Parâmetros de QoC
<i>Up-to-dateness</i>	<i>CaptureTime, currentTime, lifetime</i>
<i>Sensitiveness</i>	<i>numberOfDisclosureLevel, currentDisclosureLevel</i>
<i>Access security</i>	<i>currentSecurityLevel, numberOfSecurityLevel</i>
<i>Completeness</i>	<i>numberOfAnsweredRequest, numberOfRequest</i>
<i>Precision</i>	<i>numberOfPrecisionLevel, currentPrecisionLevel,</i>

	<i>processAccuracy</i>
<i>Resolution</i>	<i>numberOfGranularityLevel, currentGranularityLevel, entityLocation</i>

Os autores também apresentam equações e trechos de algoritmos (código de programação) para avaliar os QoCI: *Up-to-dateness*, *Sensitiveness*, *Access security*, *Completeness*, *Precision* e *Resolution*. Os parâmetros de QoC utilizados para cada medição de QoCI estão representados no Quadro 4.

4.3. Modelos de Representação de Contexto com QoC

O primeiro trabalho que trata de QoC em um modelo de representação de contexto, identificado neste conjunto, foi o de Henricksen; Indulska (2002), Figura 3. Este trabalho se preocupa com o desenvolvimento de um modelo de contexto em notação gráfica apropriado para computação pervasiva. O modelo aborda questões como: formalidade e generalidade, variações na qualidade da informação, a existência de relações complexas entre informações de contexto e os aspectos temporais do contexto.

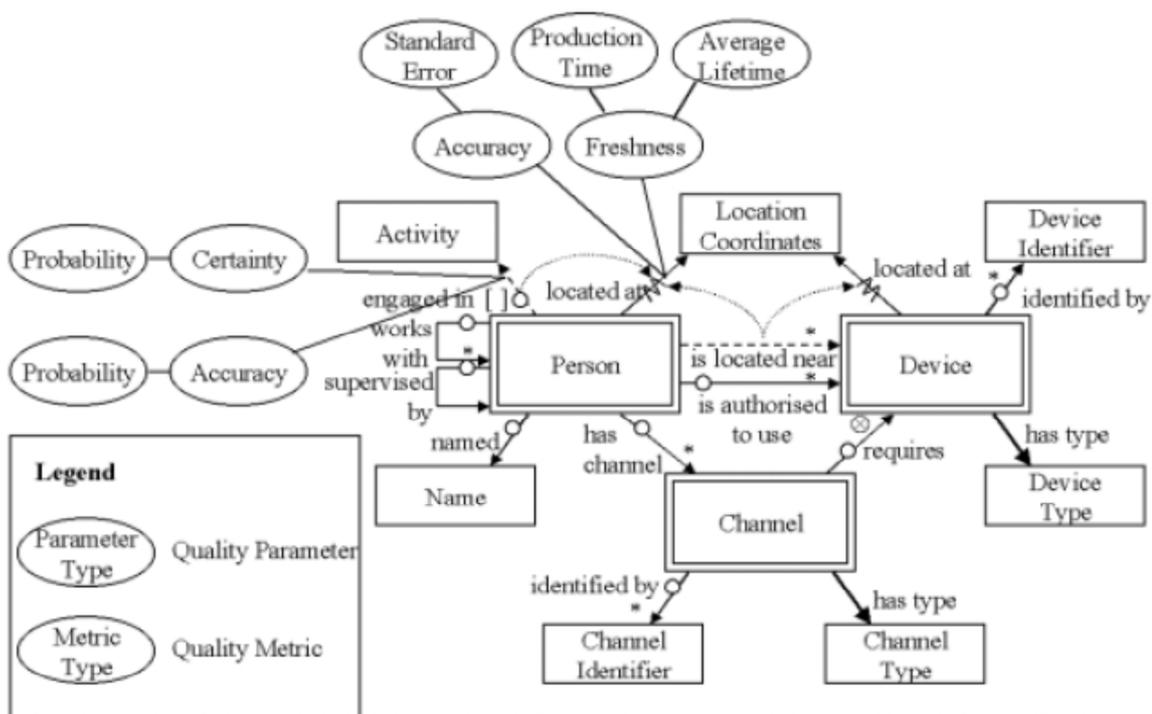


Figura 3: Modelo de Contexto em notação gráfica

Fonte: Henriksen; Indulska (2002)

Gu et al. (2004) apresentam um modelo de contexto formal e extensível baseado em ontologia para representar, manipular e acessar informações de contexto em ambientes inteligentes. A ontologia de QoC utilizada é apresentada na Figura 4. O modelo representa contextos e sua classificação, dependência e informação da qualidade usando OWL, para suportar a interoperabilidade semântica, compartilhamento de conhecimento de contexto e raciocínio de contexto.

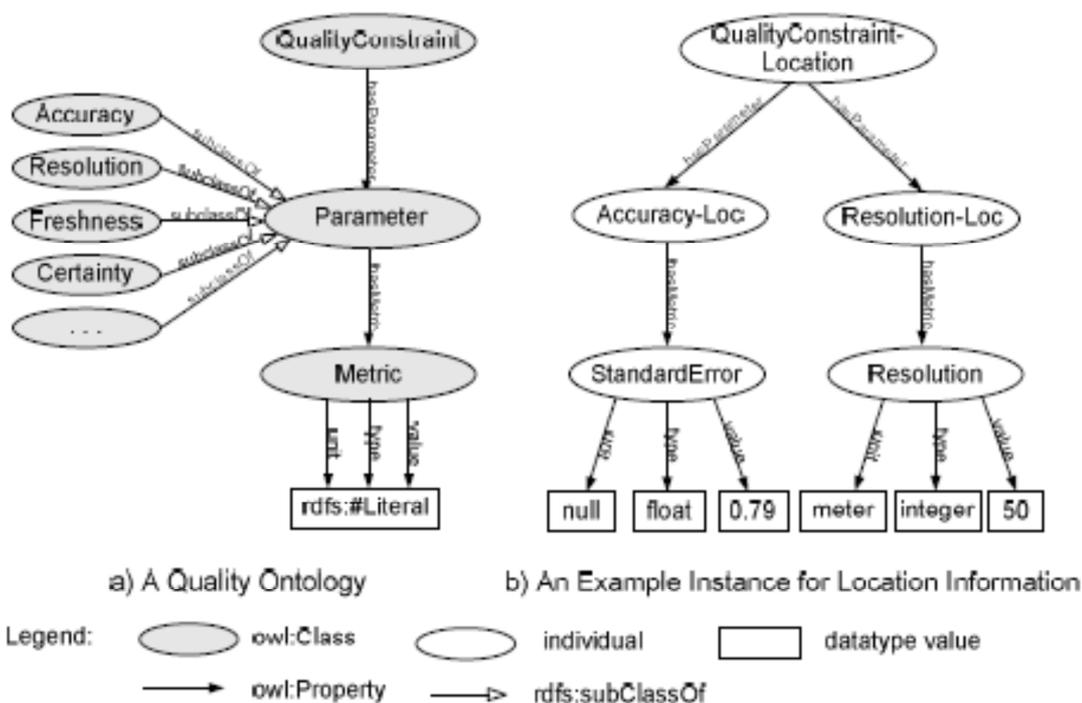


Figura 4: Ontologia de QoC

Fonte: Gu et al. (2004)

A partir da classificação de Strang et al. (2004), Tang et al. (2007) chegam à conclusão de que a categoria ontologia é a forma mais apropriada para modelar o contexto, porque respeita todos os requisitos para ambientes de computação ubíqua.

As ontologias permitem que entidades computacionais e serviços tenham um conjunto comum de conceitos e vocabulários para representar conhecimento sobre um domínio de interesse. Ontologias também permitem o reuso do conhecimento, podendo ser integradas

para descrever um domínio específico (PAWAR et al. 2007). Diversos são os trabalhos desta categoria que utilizam ontologia, no Quadro 5 são listados os trabalhos pesquisados.

Quadro 5: Tipo de Representação de QoC

Tipo de Representação	Autores (que tratam QoC)
Notação gráfica	Henricksen; Indulska (2002); Filho, José Bringel; Martin (2008a);
Ontologia (OWL)	Gu et al. (2004); Preuveneers (2006); Bu et al. (2006); Tang et al. (2007); Pawar et al. (2007); Toninelli; Corradi (2009); Filho, José Bringel et al. (2010); Filho, Jose Bringel; Agoulmine (2011);
Marcação (XML)	Manzoor et al. (2008);
UML	Neisse et al. (2008);

Em um trabalho um pouco mais recente, Filho, José Bringel et al. (2010) descrevem uma abordagem semântica para a modelagem e medição de qualidade de informações de contexto com base nos seguintes pontos: privacidade, segurança, precisão, *completeness* e resolução. A ontologia de QoC utilizado no modelo proposto é apresentada na Figura 5. Para os autores, este modelo de QoC e os métodos de medição de QoC propostos podem ser estendidos e reutilizados para melhorar arquiteturas de gestão de contexto.

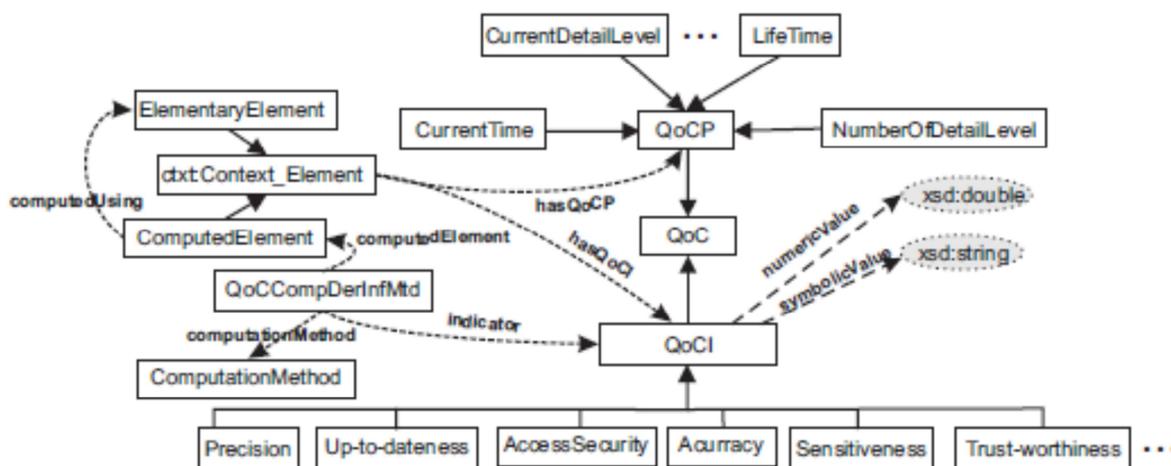


Figura 5: Ontologia de QoC - Fonte: Filho, José Bringel et al. (2010)

4.4. Demais Temas relacionados à QoC

Além de definição de parâmetros de QoC, alternativas para quantificação destes parâmetros, especificação de frameworks e modelos que tratam QoC, alguns outros assuntos específicos são tratados neste conjunto de trabalhos, com destaque para alguns: resolução de inconsistência ou conflitos, aspectos de segurança (controle de acesso, privacidade, confiabilidade), distribuição de dados de contexto e abordagens com agente e multiagentes. No Quadro 6 são listadas estas publicações de acordo com o tema abordado.

Quadro 6: Demais temas de QoC

Tema abordado		Autores
INCONSISTÊNCIA / CONFLITO	Resolução de Inconsistência	Bu et al. (2006); Becker et al. (2010); Zheng et al. (2011); Zheng (2011); Xu et al. (2012); Zheng; Wang, J. (2012);
	Resolução de Conflitos	Manzoor et al. (2009); Manzoor; Truong, H. (2009); Filho, Jose Bringel; Agoulmine (2011);
SEGURANÇA	Controle de acesso	Filho, José Bringel; Martin (2008a); Filho, José Bringel; Martin (2008b); Filho, José Bringel; Martin (2008c); Toninelli; Corradi (2009);
	Privacidade	Sheikh et al. (2008);
	Confiabilidade Confiança	Neisse et al. (2008); Manzoor; Truong, H.-L. et al. (2010);
Distribuição de dados de contexto		Corradi et al. (2010); Fanelli et al. (2011); Bellavista et al. (2013);
Abordagem Agente Multiagentes		Takahashi; Sukanuma (2009); Zheng; Wang, J. (2012); Sato et al. (2009);

4.5. Cenários aplicados aos Estudos

Com relação aos cenários aplicados aos estudos selecionados, destacam-se os ambientes inteligentes (smart-home, personal smart space, smart vehicle, rede veicular) e cenários de saúde (Medical Advice / Emergency System, M-health, Health, tele-monitoring). Ainda podem-se citar outros exemplos, como: sistemas de reconhecimento, cenário de desastres e busca por restaurante. As publicações relacionadas a estes cenários estão apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7: Cenários dos estudos

Cenário		Autores
AMBIENTES INTELIGENTES	<i>Smart-homes</i>	Huebscher; McCann (2004); Kim, E.; Choi (2006); Brgulja et al. (2009); Hossain et al. (2012);
	<i>Personal Smart Spaces</i>	Roussaki et al. (2009);
	<i>Smart vehicle</i> Rede veicular	Wu, Q. (2009); Yasar et al. (2011);
SAÚDE	<i>Medical Advice / Emergency System</i> <i>M-health</i> <i>Health, tele-monitoring</i>	Hegering; Linnhoff-Popien (2003); Widya et al. (2006); Sheikh et al. (2008);
	Sistemas de reconhecimento	Villalonga et al. (2009)
	Cenário de desastres	Fanelli et al. (2011)
	Busca por restaurant	Buchholz; Krause (2004)

5. Considerações Finais

A utilização de dispositivos portáteis aumentou a demanda por informações de contexto, como informações do ambiente computacional e físico, de tempo e do usuário.

Um sistema sensível ao contexto pode utilizar estas informações relevantes para oferecer serviços mais otimizados, personalizados, precisos e dinâmicos. Mas para garantir a satisfação dos usuários é necessário que o contexto seja confiável, ou seja, é preciso assegurar a Qualidade do Contexto.

Como contribuição deste artigo, considera-se que o mapeamento realizado através da taxonomia dos trabalhos encontrados na literatura sobre QoC poderá auxiliar futuras pesquisas sobre este tema.

Com relação aos parâmetros de QoC encontrados na literatura, não existe uma uniformização de nomenclatura e definições, diversos autores definiram um conjunto de parâmetros, muitas vezes com nomes diferentes e significados iguais ou semelhantes, como no exemplo dado para parâmetros relacionados a tempo (linhas 5, 6 e 7 dos quadros 1A e 1B). Em algumas situações os mesmos autores utilizam uma nomenclatura em um artigo e outra nomenclatura em outro artigo, como é o caso em Manzoor et al. (2008) e Manzoor; Truong, H.-linh; et al. (2010). Como um ponto inicial, pode-se dizer que a escolha de parâmetros de QoC não é uma tarefa simples.

As alternativas para quantificação dos parâmetros segue a mesma linha, grupos de autores definem a forma de quantificação para um ou mais parâmetros que utilizam. Estudos mais aprofundados podem analisar os métodos para ter conclusões mais apuradas. Os trabalhos de Manzoor et al. (2008) e Filho, José Bringel et al. (2010) utilizam abordagens semelhantes, embora com nomenclaturas distintas. Como trabalho futuro, pode ser realizado um estudo mais detalhado dos artigos para tentar obter uma solução integrada.

A Engenharia do Conhecimento pode contribuir na representação de conhecimento deste domínio, através de ontologias ou alguma outra técnica. Percebeu-se que alguns trabalhos estão utilizando ontologia para modelar o contexto e QoC, o que permite reuso e compartilhamento. Algumas destas abordagens utilizam a QoC de forma superficial, como em Gu et al. (2004), outras modelam a sua solução “específica” de parâmetros e quantificação como em Filho, José Bringel et al. (2010). As dificuldades de uniformização de parâmetros e quantificação são estendidas aos modelos de representação.

Diversos outros temas foram apresentados na seção 4.4, destacando-se resolução de conflitos e inconsistências e aspectos relacionados à segurança. Uma exploração dos trabalhos de cada assunto certamente mostrará muitos desafios a serem pesquisados.

Os cenários mais utilizados nos estudos são de ambientes inteligentes e de saúde. Com a popularização de dispositivos portáteis como smartphones e tablets, cenários que utilizem estes dispositivos podem ser mais explorados.

Para reforçar as considerações descritas, Bellavista et al. (2013) afirma que uma das questões mais desafiadoras aberta desta área é a padronização de um (ou mais) framework de QoC com parâmetros gerais e parâmetros específicos de QoC para os aspectos principais de contexto (computação, tempo, físico e contexto de usuário). Estes parâmetros específicos de QoC podem permitir uma gestão de adaptações mais efetivas e complexas.

Para finalizar, conclui-se que a construção de modelagens próprias para a QoC dificulta o entendimento e o compartilhamento de informações contextuais entre sistemas. Neste sentido, a utilização de técnicas ou metodologias de Engenharia do Conhecimento, como a ontologia, podem auxiliar a construção de um modelo semântico de QoC que facilite a representação, compartilhamento e interoperabilidade semântica do contexto e da QoC. Sendo assim, pretende-se dar continuidade a este trabalho, explorando estes fatores, pois se percebeu a oportunidade de avanço nas pesquisas.

6. Bibliografia

ABID, Z.; CHABRIDON, S. A fine-grain approach for evaluating the quality of context. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS (PERCOM Workshops). **Proceedings...** p.444-449, 2011. IEEE.

BECKER, S.; BLESSING, A.; DÜRR, F. et al. **Reference Model for the Quality of Context Information**. 2010.

BELLAVISTA, P.; CORRADI, A.; FANELLI, M.; FOSCHINI, L. A Survey of Context Data Distribution for Mobile Ubiquitous Systems. **ACM Computing Surveys**, p. 1-49, 2013.

BETTINI, C.; BRDICZKA, O.; HENRICKSEN, K. et al. A survey of context modelling and reasoning techniques. **Pervasive and Mobile Computing**, v. 6, n. 2, p. 161-180, 2010. Elsevier B.V.

BRGULJA, N.; KUSBER, R.; DAVID, K.; BAUMGARTEN, M. Measuring the Probability of Correctness of Contextual Information in Context Aware Systems. In: EIGHTH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEPENDABLE, AUTONOMIC AND SECURE COMPUTING. **Proceedings...** p.246-253, 2009. IEEE.

BU, Y.; GU, T.; TAO, X.; LI, J. Managing quality of context in pervasive computing. In: SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY SOFTWARE (QSIC'06). **Proceedings...** p.1-8, 2006.

BUCHHOLZ, T.; KRAUSE, M. CoCo: Dynamic composition of context information. In: FIRST ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AND UBIQUITOUS SYSTEMS: NETWORKING AND SERVICES (MobiQuitous'04). **Proceedings...** p.1-9, 2004.

BUCHHOLZ, T.; KÜPPER, A.; SCHIFFERS, M. Quality of Context : What It Is and Why We Need It. In: 10th INTERNATIONAL WORKSHOP OF THE HP OPENVIEW UNIVERSITY ASSOCIATION (HPOVUA). **Proceedings...** p.1-14, 2003.

CHEN, G.; KOTZ, D. **A survey of context-aware mobile computing research**. Hanover, NH, USA, 2000.

CORRADI, A.; FANELLI, M.; FOSCHINI, L. Adaptive context data distribution with guaranteed quality for mobile environments. In: IEEE 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WIRELESS PERVASIVE COMPUTING. **Proceedings...** p.373-380, 2010. IEEE.

DEY, A. K. **Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications**, 2000. Georgia Institute of Technology.

EMMANOUILIDIS, C.; KOUTSIAMANIS, R.-A.; TASIDOU, A. Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. **Journal of Network and Computer Applications**, 2012.

FANELLI, M.; FOSCHINI, L.; CORRADI, A.; BOUKERCHE, A. QoC-Based Context Data Caching for Disaster Area Scenarios. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (ICC). **Proceedings...** p.1-5, 2011. IEEE.

FILHO, JOSÉ BRINGEL; MARTIN, H. QACBAC : An owner-centric QoC-Aware Context-Based Access Control Model for Pervasive Environments. In: SIGSPATIAL ACM GIS 2008 INTERNATIONAL WORKSHOP ON SECURITY AND PRIVACY IN GIS AND LBS. **Proceedings...** p.30-38, 2008a.

FILHO, JOSÉ BRINGEL; MIRON, A. D.; SATOH, I.; GENSEL, J.; MARTIN, H. Modeling and Measuring Quality of Context Information in Pervasive Environments. In: 24th IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION NETWORKING AND APPLICATIONS. **Proceedings...** p.690-697, 2010. IEEE.

FILHO, JOSE BRINGEL; AGOULMINE, N. A Quality-Aware Approach for Resolving Context Conflicts in Context-Aware Systems. In: IFIP 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMBEDDED AND UBIQUITOUS COMPUTING. **Proceedings...** p.229-236, 2011. IEEE.

FILHO, JOSÉ BRINGEL; MARTIN, H. A Quality-Aware Context-Based Access Control model for ubiquitous applications. In: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL INFORMATION MANAGEMENT. **Proceedings...** p.113-118, 2008b.

FILHO, JOSÉ BRINGEL; MARTIN, H. Using Context Quality Indicators for Improving Context-Based Access Control in Pervasive Environments. In: IEEE/IFIP INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMBEDDED AND UBIQUITOUS COMPUTING. **Proceedings...** p.285-290, 2008c. IEEE.

GIAFFREDA, R.; BARRIA, J. Service Delivery in Collaborative Context-Aware Environments Using Fuzzy Logic. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS. **Proceedings...** p.2045-2049, 2007. IEEE.

GIAFFREDA, RAFFAELE; BARRIA, JAVIER. Collaborative Context-Awareness and Reasoning for Optimized Service Delivery. In: IEEE 65th VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE - VTC2007-SPRING. **Proceedings...** p.252-256, 2007. IEEE.

GRAY, P. D.; SALBER, D. Modelling and using sensed context information in the design of interactive applications. **Engineering for Human-Computer Interaction**, v. 2254, n. 1, p. 317-335, 2001. Springer Berlin / Heidelberg.

GROSSMANN, M. An abstract processing model for the quality of context data. **Quality of Context: Lecture Notes in Computer Science**, v. 5786, p. 132-143, 2009.

GU, T.; WANG, X. H.; PUNG, H. K.; ZHANG, D. Q. An Ontology-based Context Model in Intelligent Environments. In: COMMUNICATION NETWORKS AND DISTRIBUTED SYSTEMS MODELING AND SIMULATION CONFERENCE. **Proceedings...** p.1-6, 2004. San Diego, CA, USA.

HEGERING, H.; LINNHOF-POPIEN, C. Management challenges of context-aware services in ubiquitous environments. **Self-Managing distributed systems: Lecture Notes in Computer Science**, v. 2867, p. 321-339, 2003.

HENRICKSEN, K.; INDULSKA, J. Modeling context information in pervasive computing systems. **Pervasive Computing: Lecture Notes in Computer Science**, v. 2414, p. 79-117, 2002.

HOSSAIN, M. A.; SHIREHJINI, A. A. N.; ALGHAMDI, A. S.; SADDIK, A. Adaptive interaction support in ambient-aware environments based on quality of context information. **Multimedia Tools and Applications**, p. 1-24, 2012.

HUEBSCHER, M. C.; MCCANN, J. A. Adaptive middleware for context-aware applications in smart-homes. In: WORKSHOP ON MIDDLEWARE FOR PERVASIVE AND AD-HOC COMPUTING. **Proceedings...** p.111-116, 2004. Toronto, Canada: ACM.

KIM, E.; CHOI, J. An ontology-based context model in a smart home. **Computational Science and Its Applications-ICCSA: LNCS**, v. 3983, p. 11-20, 2006.

KIM, Y.; LEE, K. A Quality Measurement Method of Context Information in Ubiquitous Environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HYBRID INFORMATION TECHNOLOGY. **Proceedings...** p.576-581, 2006. IEEE.

KLEIN, N.; DAVID, K. Time locality: A novel parameter for quality of context. In: SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORKED SENSING SYSTEMS (INSS). **Proceedings...** p.277-280, 2010. IEEE.

KRAUSE, M.; HOCHSTATTER, I. Challenges in Modelling and Using Quality of Context (QoC). **Mobility Aware Technologies and Applications: LNCS**, v. 3744, p. 324-333, 2005.

LOUREIRO, A. A. F.; AUGUSTO, R.; OLIVEIRA, R. et al. Computação Ubíqua Ciente de Contexto: Desafios e Tendências. In: 27^o SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS. **Anais...** p.99-149, 2009.

MANZOOR, A.; TRUONG, H. Using quality of context to resolve conflicts in context-aware systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY OF CONTEXT. **Proceedings...** p.144-155, 2009.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.-L.; DORN, C.; DUSTDAR, S. Service-centric Inference and Utilization of Confidence on Context. In: IEEE ASIA-PACIFIC SERVICES COMPUTING CONFERENCE. **Proceedings...** p.11-18, 2010. IEEE.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.-L.; DUSTDAR, S. Quality Aware Context Information Aggregation System for Pervasive Environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION NETWORKING AND APPLICATIONS WORKSHOPS. **Proceedings...** p.266-271, 2009. IEEE.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.-LINH; DUSTDAR, S. On the Evaluation of Quality of Context. In: 3rd EUROPEAN CONFERENCE ON SMART SENSING AND CONTEXT. **Proceedings...** p.140-153, 2008.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.-LINH; DUSTDAR, S. Quality of Context : Models and Applications for Context-aware Systems in Pervasive Environments. In: KNOWLEDGE ENGINEERING REVIEW SPECIAL ISSUE ON WEB AND MOBILE INFORMATION SERVICES. **Proceedings...** v. 00, p.1-15, 2010.

NEISSE, R.; WEGDAM, M.; SINDEREN, M. V. Trustworthiness and Quality of Context Information. In: 9th INTERNATIONAL CONFERENCE FOR YOUNG COMPUTER SCIENTISTS. **Proceedings...** p.1925-1931, 2008. IEEE.

PAWAR, P.; VAN HALTEREN, A.; SHEIKH, K. Enabling Context-Aware Computing for the Nomadic Mobile User: A Service Oriented and Quality Driven Approach. In: IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS AND NETWORKING CONFERENCE. **Proceedings...** p.2529-2534, 2007. IEEE.

PREUVENEERS, D. Quality extensions and uncertainty handling for context ontologies. **Contexts and Ontologies: Theory, Practice and Applications C&O-2006**, p. 62-64, 2006.

LUO REN, L.; JON TONG SENG, Q. Towards context information refinement for proximity mobile service using quality of context. In: 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE. **Proceedings...** p.1-4, 2009. ACM.

ROUSSAKI, I.; LIAMPOTIS, N.; KALATZIS, N.; FRANK, K.; HAYDEN, P. How to make Personal Smart Spaces Context-aware. In: PERSIST WORKSHOP ON INTELLIGENT PERVASIVE ENVIRONMENTS. **Proceedings...** p.26-32, 2009.

SANTOS, V. V. DOS. **CEManTIKA: A Domain-Independent Framework for Designing Context-Sensitive Systems**, 2008. Universidade Federal de Pernambuco.

SATO, Y.; TAKAHASHI, H.; SUGANUMA, T.; SHIRATORI, N. Design and Implementation of an Adaptive Control Scheme for Context Information Delivery. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPLEX, INTELLIGENT AND SOFTWARE INTENSIVE SYSTEMS. **Proceedings...** p.351-358, 2009. IEEE.

SCHUSTER, D.; ROSI, A.; MAMEI, M. et al. Pervasive Social Context-Taxonomy and Survey. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**, v. 9, n. 4, p. 1-22, 2012.

SHEIKH, K.; WEGDAM, M.; SINDEREN, M. V. Middleware Support for Quality of Context in Pervasive Context-Aware Systems. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS (PERCOMW'07). **Proceedings...** p.1-6, 2007.

SHEIKH, K.; WEGDAM, M.; SINDEREN, M. V. Quality-of-Context and its use for Protecting Privacy in Context Aware Systems. **Journal of Software**, v. 3, n. 3, p. 83-93, 2008.

STRANG, T.; LINNHOFF-POPIEN, C.; FRANK, K. Applications of a Context Ontology Language. In: WORKSHOP ON ADVANCED CONTEXT MODELLING, REASONING AND MANAGEMENT, 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS COMPUTING. **Proceedings...** p.1-5, 2004. Nottingham/England.

TAKAHASHI, H.; SUGANUMA, T. An agent-based management scheme of context information for context-aware service. In: 3rd INTERNATIONAL UNIVERSAL COMMUNICATION SYMPOSIUM. **Proceedings...** p.319-324, 2009.

TANG, S.; YANG, J.; WU, Z. A Context Quality Model for Ubiquitous Applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORK AND PARALLEL COMPUTING WORKSHOPS (NPC 2007). **Proceedings...** p.282-287, 2007. IEEE.

TONINELLI, A.; CORRADI, A. A Quality of Context-Aware Approach to Access Control in Pervasive Environments. **MobileWireless Middleware, Operating Systems, and Applications: LNCS**, v. 7, p. 236-251, 2009.

VANROMPAY, Y.; MEHLHASE, S. An effective quality measure for prediction of context information. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS (PERCOM WORKSHOPS). **Proceedings...** p.13-17, 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2003.

VIANA, W.; FILHO, JOSÉ BRINGEL; GENSEL, J.; VILLANOVA-OLIVER, M.; MARTIN, H. A Semantic Approach and a Web Tool for Contextual Annotation of Photos Using Camera Phones. In: WISE. **Proceedings...** p.225-236, 2007.

VILLALONGA, C.; ROGGEN, D.; LOMBRISER, C.; ZAPPI, P.; TR, G. Bringing Quality of Context into Wearable Human Activity Recognition Systems. **Quality of Context: Lecture Notes in Computer Science**, v. 5786, p. 164-173, 2009.

WIDYA, I.; BEIJNUM, B.-JAN; SALDEN, A. QoC-based Optimization of End-to-End M-Health Data Delivery Services. In: 14th IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON QUALITY OF SERVICE. **Proceedings...** p.252-260, 2006. IEEE.

WU, Q. A semantic and adaptive context management service for smart vehicle space in ubiquitous computing environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBER-ENABLED DISTRIBUTED COMPUTING AND KNOWLEDGE DISCOVERY (CYBERC '09). **Proceedings...** p.301-308, 2009.

XU, C.; MA, X.; CAO, C. Minimizing the Side Effect of Context Inconsistency Resolution for Ubiquitous Computing. **Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services**, v. 104, p. 285-297, 2012.

YASAR, A.-U.-H.; PARIDEL, K.; PREUVENEERS, D.; BERBERS, Y. When efficiency matters: Towards quality of context-aware peers for adaptive communication in VANETs. In: IEEE INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM (IV). **Proceedings...** p.1006-1012, 2011. IEEE.

ZHANG, D.; HUANG, H.; LAI, C.-F. et al. Survey on context-awareness in ubiquitous media. **Multimedia Tools and Applications**, p. 1-33, 2011.

ZHENG, D. Research of the QoC based Middleware for the Service Selection in Pervasive Environment. **I.J. Information Engineering and Electronic Business**, v. 1, p. 30-37, 2011.

ZHENG, D.; WANG, J. Agent Based Quality Management Middleware for Context-Aware Pervasive Applications. **Advances in Grid and Pervasive Computing**, v. 7296, n. 61100041, p. 221-230, 2012.

ZHENG, D.; WANG, J.; KERONG, B. Evaluation of Quality Measure Factors for the Middleware Based Context-Aware Applications. In: IEEE/ACIS 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE. **Proceedings...** p.403-408, 2012. IEEE.

ZHENG, D.; YAN, H.; WANG, J. Research of the Middleware Based Quality Management for Context-Aware Pervasive Applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND MANAGEMENT (CAMAN). **Proceedings...** p.1-4, 2011. Ieee.

ZIMMER, T. Qoc: Quality of context-improving the performance of context-aware applications. **Advances in Pervasive Computing**, v. 207, p. 7-10, 2006a.

ZIMMER, T. Quality of Context: Handling Context Dependencies. In: 2nd INTERNATIONAL WORKSHOP ON PERSONALIZED CONTEXT MODELING AND MANAGEMENT FOR UBICOMP APPLICATIONS (ubiPCMM06). **Proceedings...** p.1-9, 2006b.