

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

Pedro José de Campos

Utilização de QoC para melhorar o cenário experimental de sensores biomédicos para suporte às aplicações móveis distribuídas.

Florianópolis – SC

2016/2

## Pedro José de Campos

Este é uma proposta de Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do grau de Bacharelado no Curso de Ciências da Computação na Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Ph. D. Mario Antônio Ribeiro Dantas

Co-orientador: Eduardo Camilo Inácio

**Universidade Federal de Santa Catarina**

Florianópolis – SC

2016/2

**Utilização de QoC para melhorar o cenário experimental de sensores biomédicos para suporte às aplicações móveis distribuídas.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado e aprovado na sua forma final pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de Dezembro de 2016

**Professores Avaliadores:**

---

Prof. Ph. D. Mario Antônio Ribeiro Dantas  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Eduardo Camilo Inácio  
Co-Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Patrícia Della Mea Plentz  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Roberto Willrich  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só foi possível com o apoio de algumas pessoas, principalmente o apoio do meu orientador Mário Dantas e co-orientador Eduardo Camilo Inácio, que dedicaram muito tempo e me incentivaram para o triunfo deste.

Agradeço também todos os professores que tive durante a minha graduação pela pelo aprendizado que me fora passado.

Aqui, também faço uma dedicação em especial para meus pais, Edevaldo e Denise, meus irmãos Gabriel e Marina e também minha namorada, por todo o suporte e incentivo aos estudos.

# Resumo

Atualmente sensores biomédicos estão sendo cada vez mais usados para coletar dados em determinados ambientes monitorados chamados de *Ambient Assisted Living (AAL)*. Os dados desses ambientes, como por exemplo temperatura, pressão e umidade são coletados por sensores para que assim possa ser feito um monitoramento do ambiente à distância.

A tendência de se coletar dados dessa maneira está aumentando, tendo em vista que é uma forma rápida e eficiente de monitorar ambientes a longa distância, podendo enviar os dados para um servidor pela rede. No entanto deve-se tomar o cuidado para que os dados transportados ao servidor estejam corretos e limpos, ou seja, sem informações inúteis, que não interessam em determinados contextos.

Esse trabalho visa apresentar um estudo de uma abordagem de utilizar parâmetros de Qualidade de Contexto (QoC) nesses ambientes assistidos para configurar melhor os sensores daquele ambiente. Já que a inexistência de qualidade pode levar sistemas monitorados a agir de maneira inadequada, podendo oferecer riscos ao usuário dependendo da aplicação. A avaliação do QoC pode melhorar o sistema e ajudar a configurá-los, ou seja, em determinados lapsos de qualidade, uma ação específica pode ser tomada.

Para validar o objetivo do trabalho, foi proposto um método de quantificar a qualidade de contexto e depois avaliá-la. Para a análise desse método foi utilizado um simulador de contexto, onde foi possível a criação de um cenário, bem como atuação de sensores biomédicos em uma pessoa que andava pelo cenário. Através deste simulador foi possível gerar tabelas com os resultados do QoC provindos das leituras do sensor e com isso foi feita uma avaliação desses resultados.

A partir da avaliação feita, percebeu-se que é possível identificar não só a existência de um problema na qualidade dos dados, mas também qual é a possível fonte do problema que está causando essas falhas de qualidade.

**Palavras chave:** Qualidade de contexto, contexto, computação ubíqua, computação móvel, sensores, ambientes monitorados, ambientes assistidos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Serviço de saúde conectado por AMI (ACAMPORA, 2013).....	15
Figura 2 – Desafios/necessidades e perspectivas para pesquisa de Engenharia de Software (NAKAGAWA, 2013) .....	15
Figura 3 - Efeito colateral do excesso de uso de dispositivos assistidos (Sun et. al. 2009) .....	18
Figura 4 - Arquitetura proposta por (Nazário, Debora 2015) .....	25
Figura 5 - Taxonomia das publicações de QoC (Nazário, Debora 2015) .....	26
Figura 6 - Modelo de representação de QoC Fonte: (HENRICKSEN; INDULSKA; RAKOTONIRAINY, 2002).....	29
Figura 7 - Contexto baseado em ontologia (GU et al., 2004) .....	30
Figura 8 - Modelo de QoC representado em XML Fonte: (MANZLOOR; TRUONG; DUSTDAR, 2008).....	31
Figura 9 - Modelo de QoC em UML (NEISSE; WEGDAM; SINDEREN, 2008)	31
Figura 10 - Ambiente simulado por Debora Nazário .....	32
Figura 11 - Ambiente gráfico simulado no Siafu .....	33
Figura 12 - Relação entre QI e QoC (Adaptado [34]).....	35
Figura 13 - Parâmetros proposto .....	36
Figura 14 - Processamento de contexto (Adaptado [7]) .....	37
Figura 15 - Ambiente 1 simulado no Siafu .....	40
Figura 16 - Ambiente 2 simulado no Siafu .....	51
Figura 17 – Gráfico da temperatura cenário 1 .....	59
Figura 18 – Gráfico da pressão cenário 1 .....	59
Figura 19 – Gráfico da temperatura cenário 2 .....	59
Figura 20 – Gráfico da pressão cenário 2 .....	59
Figura 21 - Região com maior <i>Trust-worthiness</i> .....	60
Figura 22 – Gráfico da temperatura cenário 3 .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantificação de parâmetros QoC .....	27
Tabela 2 - Fontes que influenciam QoC (Adaptado de Manzoor, Truong e Dustdar 2008).....	27
Tabela 3 - Tipo de Representação de QoC .....	28
Tabela 4 - Saída CSV do provedor de contexto .....	41
Tabela 5 - Saída simulação cenário 1 temperatura .....	43
Tabela 6 - Média cenário 1 temperatura .....	44
Tabela 7 - Saída simulação cenário 2 temperatura .....	45
Tabela 8 - Média cenário 2 temperatura .....	46
Tabela 9 - Saída simulação cenário 3 temperatura .....	47
Tabela 10 - Média cenário 3 temperatura .....	48
Tabela 11 - Média no intervalo 680 a 910, cenário 3 temperatura .....	49
Tabela 12 - Saída CSV do provedor de contexto (Ambiente 2).....	51
Tabela 13 - Média pressão diastólica cenário 1 .....	52
Tabela 14 - Média pressão sistólica cenário 1 .....	53
Tabela 15 - Média pressão diastólica cenário 2 .....	54
Tabela 16 - Média pressão sistólica cenário 2 .....	54
Tabela 17 - Média pressão diastólica cenário 2 QoC geral com pesos .....	55
Tabela 18 - Média pressão sistólica cenário 2 QoC geral com pesos .....	56
Tabela 19 – Resultados Comparados .....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAL - Ambient Assisted Living  
QoC - Qualidade de Contexto  
TIC - Tecnologia de informação e comunicação  
AMI - Ambiente Inteligente  
QoS - Qualidade de Serviço  
QoD - Qualidade de Dispositivo  
QI - Qualidade da informação  
OWL - Web Ontology Language  
XML - eXtensible Markup Language  
UML - Unified Modeling Language  
CSV - Comma Separated Values

# Sumário

<b>1.INTRODUÇÃO</b>	11
1.1 Objetivos gerais	12
1.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Metodologia	12
1.4 Estrutura do trabalho	12
<b>2. COMPUTAÇÃO UBÍQUA E AMBIENTES MONITORADOS</b>	13
2.1 Computação Ubíqua	13
2.2 Ambientes Monitorados	13
2.2.1 Ambientes Inteligentes	14
2.2.2 Aml na saúde	15
2.3 AAL no Brasil	16
2.3.1 Perspectivas	17
2.4 Desafios gerais da AAL	19
2.5 Considerações	19
<b>3. QUALIDADE DE CONTEXTO</b>	22
3.1 Contexto	22
3.2 Qualidade de contexto (QoC)	23
3.3 Taxonomias de QoC	25
3.3.1 Parâmetros de QoC	26
3.3.2 Quantificação de QoC	27
3.4 Modelos de representação do QoC	30
3.5 CUIDA	33
<b>4. PROPOSTA</b>	35
4.1 Cenário atual	35
4.2 Cenário proposto	35
4.2.1 Siafu	36
4.3 Parâmetros propostos	39
4.3.1 Quantificação dos parâmetros	41
4.3.2 Avaliação do QoC	43
<b>5. AMBIENTES E RESULTADOS EXPERIMENTAIS</b>	43
5.1 Ambiente 1 - sensor de temperatura	43
5.1.1 Cenário 1	45
5.1.2 Cenário 2	46
5.1.3 Cenário 3	48

5.1.4 Avaliação de QoC .....	51
5.2 Ambiente 2 - sensor pressão .....	52
5.2.1 Avaliação dos cenários .....	53
5.3 Outras questões .....	57
5.4 Considerações finais .....	59
<b>6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>61</b>
5.4 REFERÊNCIAS.....	62

## 1. INTRODUÇÃO

Computação ubíqua é um termo usado para descrever a onipresença de um sistema computacional no cotidiano. O termo foi definido pelo cientista Mark Weiser, para se referir a dispositivos conectados em todos os lugares de maneira transparente para o ser humano [4]. Em outras palavras, são dispositivos, portáteis que fazem parte do nosso dia a dia, capturando e processando diversas informações.

O processamento das informações é integrado a atividades e objetos do dia a dia do usuário, compostos por dispositivos pequenos, baratos e robustos. Estes dispositivos computacionais podem estar localizados em vários lugares, como: nos veículos, tecidos, móveis, produtos que consumimos, entre outros [19].

Alguns destes dispositivos possuem uma considerável capacidade de processamento, recursos de comunicação sem fio e armazenamento de dados. Possuem funcionalidades diversificadas e interfaces como GPS (Global Positioning System), rádio e TV, tocadores de áudio, câmeras digitais, sendo utilizados em aplicações de diversas áreas como: indústria, comércio, turismo, saúde, entretenimento. Este tipo de aplicação possui forte ligação com as características do mundo físico e dos perfis de seus usuários. Tais informações são chamadas de contextos e representam o elemento básico de entrada para a computação sensível ao contexto [20].

O conceito de interoperabilidade é caracterizado por uma “atuação de pedido”, ou seja, uma entidade manda um pedido ou uma resposta para a entidade que a solicitou [13][14].

Ambient Assisted Living (AAL) compreende conceitos interoperáveis, produtos e serviços, que combinam novas informações de comunicação e com o objetivo de melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas. Tais produtos e serviços podem ser esses dispositivos pequenos, baratos, robustos e sem fio. Dessa forma, é possível, com um baixo custo, fazer um bom monitoramento, dados a capacidade de processamento, recursos de comunicação e o armazenamento de dados, de um determinado ambiente previamente conhecido.

Qualidade de contexto (QoC) descreve a qualidade da informação que é usada como de contexto. Assim, QoC refere-se à informação e não ao processo, nem ao componente de hardware que fornece as informações. E existem algum trabalho que indicam a utilização de QoC para avaliar a qualidade da informação e a partir do momento que temos dados com uma qualidade aceitável, pode ser criado uma rede de ambientes inteligentes.

Atualmente sensores de biomédicos estão sendo cada vez mais usados para coletar dados em determinados ambientes monitorados (*Ambient Assisted Living*), tendo em vista que é uma maneira rápida e eficiente de se monitorar ambientes a longa distância, podendo enviar os dados para o servidor pela rede.

Esta pesquisa já é feita para alguns casos específicos, como por exemplo monitorar um ambiente onde um idoso vive. A temperatura e umidade

do local são dados importantes a serem analisados, para fins de manter uma boa saúde do indivíduo.

Devido a tais importâncias dessas aplicações, é necessário uma configuração que melhore o cenário experimental dos sensores, essas configurações podem ser obtidas através de avaliações da qualidade de contexto.

### **1.1 Objetivo Geral**

Pesquisar abordagens de quantificação dos parâmetros de qualidade de contexto em sistemas ubíquos e desenvolver uma abordagem de avaliação da qualidade de contexto em *ambientes assisted living*.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Para atender o objetivo geral deste trabalho, é necessário o atendimento dos seguintes objetivos específicos:

- a. Realizar um estudo da arquitetura de ambientes assistidos;
- b. Realizar estudos em bases de dados para definir quais parâmetro de QoC na literatura;
- c. Estudar o processo de quantificação do QoC bem como os parâmetros que são avaliados;
- d. Desenvolver uma abordagem para avaliar parâmetros do QoC;

### **1.3 Metodologia**

Para realizar o proposto, serão feitas pesquisas em base de dados tais como IEEE Xplorer, ACM Portal, adquirindo assim maior conhecimento sobre o tema, estudando trabalhos relacionados. Estudar sobre o estado da arte e adquirir conhecimento de trabalhos relacionados ao tema em âmbito mundial.

Com o estado da arte já estudado e conhecido, serão feitas pesquisas e estudos para indicar caminhos possíveis para desenvolvimento da proposta de TCC, bem como a realização de testes e experimentos práticos, para obtenção de alguns resultados que podem gerar estatísticas bem úteis.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

A estrutura deste trabalho consiste da seguinte maneira, os capítulos 2 e 3 apresentam uma revisão bibliográfica bem como o atual estado da arte de computação ubíqua. A revisão de ambientes assisted living no capítulo 2; qualidade de contexto no capítulo 3. A proposta é detalhada no capítulo 4. O capítulo 5 traz os ambientes e os resultados obtidos e o capítulo 6 informa a conclusão final do trabalho bem como as possibilidades de trabalhos futuros.

## **2. COMPUTAÇÃO UBÍQUA E AMBIENTES MONITORADOS**

Este capítulo apresenta uma revisão dos conceitos de computação ubíqua e ambientes monitorados, bem como o estado da arte se encontra atualmente.

### **2.1 Computação ubíqua**

A ideia de computação ubíqua surgiu recentemente. Há um pouco mais de uma década atrás Mark Weiser, considerado por muitos o pai da computação ubíqua, dissertava sobre o tema, dizendo que a computação sairia do âmbito do trabalho e dos PCs pessoais, e iria migrar para objetos mais comuns no cotidiano, de maneira imperceptível ao usuário como por exemplo, etiquetas de roupas, xícaras de café, interruptores de luz, canetas e etc. Nesse novo mundo proposto por Weiser, devemos aprender a conviver com computadores e não apenas a interagir com eles [4].

Daí pode-se observar o termo utilizado, computação ubíqua ou computação pervasiva. Pervasiva significa infiltrada, espalhada; já ubíqua significa onipresente. Somando-se as duas ideias temos que computação ubíqua é onde os computadores estão distribuídos pelo ambiente de maneira onipresente, ou seja, está em todo lugar, mas de forma imperceptível aos usuários.

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 [20].

### **2.2 Ambientes monitorados**

Ambientes monitorados ou Ambient Assisted Living (AAL) se baseia na interoperabilidade de conceitos, produtos e serviços, que combinados geram novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) em ambientes sociais, com o objetivo de melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas em todas as fases do ciclo de vida [1].

AAL então nada mais é do que, um ambiente monitorado por computadores que possuem um sistema capaz de obter dados do ambiente e, a partir desses dados, oferece suporte aos usuários, que no caso usufruem deste ambiente. Com o conceito apresentado de computação ubíqua, imagina-se AAL com utilização de dispositivos pervasivos (sensores) para o usuário.

Michael, Margherita e Ulisses (2011) também descrevem que AAL está principalmente preocupado com o indivíduo em seu ambiente imediato, oferecendo interfaces amigáveis para todos os tipos de equipamentos tanto

dentro da casa quanto no exterior, levando sempre em conta que na maioria das vezes os usuários mais velhos são os que mais necessitam desse tipo de tecnologia, pois estes possuem deficiências na visão, audição, mobilidade ou destreza.

Com o aumento da idade chegam os novos desafios à população idosa devido ao declínio de suas funções cognitivas, doenças crônicas relacionadas à idade, bem como, limitações nas atividades físicas, visão e audição. As tecnologias de ambientes inteligentes podem ser usadas para monitorar o estado de saúde de idosos com doenças crônicas e fornecer um cuidado com assistência para indivíduos com limitações físicas ou mentais [5].

Tecnologias de Ambientes monitorados podem ser utilizados para prevenção, cura, incremento do bem estar e melhoria das condições de saúde de pessoas idosas. Tecnologias em AAL podem fornecer mais segurança aos idosos por meio de utilização de resposta a sistemas de emergência, sistemas de detecção de quedas e sistemas de vigilância por vídeo. Outras tecnologias AAL fornecem ajuda nas atividades diárias, baseadas no monitoramento de atividades e informação de lembrança, bem como, ajuda com mobilidade e automação. Estas tecnologias podem permitir aos idosos uma melhor comunicação com cuidadores e também seus familiares e amigos [23].

Ambientes monitorados devem ser capazes de identificar objetos, pessoas, dentre outros, assim como suas interações. Sistemas inteligentes de vigilância devem ser capazes de processar e caracterizar comportamentos normais e anormais. Ambientes inteligentes podem ser utilizados para dar suporte às atividades cotidianas de pessoas idosas, a fim de proporcionar independência e qualidade de vida [6]. O reconhecimento das atividades pode ser realizado por meio de sensores que capturam informações de ambientes monitorados [24].

A partir destas informações, observa-se que com o constante avanço da tecnologia e principalmente da internet das coisas, o mundo tem visto cada vez mais o uso de sensores no cotidiano das pessoas. Atualmente existem diversas pesquisas que mostram o quão esses ambientes monitorados podem colaborar para uma melhora na qualidade de vida de um indivíduo.

### **2.2.1 Ambientes Inteligentes**

Ambientes inteligentes (Aml) abrem um mundo de novas experiências. A interação de pessoas com dispositivos eletrônicos irá mudar à forma em que a sensibilidade ao contexto, as interfaces naturais, e a disponibilidade da informação venham a ser realizadas[12].

Já é possível imaginar que vai chegar um dia onde haverá um pequeno scanner monitorando sua saúde continuamente, diagnosticando qualquer possível condição da saúde, conversando com você e persuadindo você a mudar seus hábitos diários para uma vida mais saudável, e se necessário se com seu médico. O dispositivo pode ser acoplado nas fibras das roupas na forma de sensores bem pequenos e podem comunicar-se com outros dispositivos ao seu redor, incluindo a grande variedade de sensores distribuídos pela casa monitorando seus hábitos. Por exemplo, você deve ser alertado sobre sua dieta não ser saudável de acordo com os itens presentes na

geladeira e com base no que tem comido fora. Isso pode parecer ficção científica atualmente, mas muitos especialistas no campo de *Ambient Intelligence* aguardam esse cenário em um futuro não muito distante [5].

Ambientes inteligentes vão impor grandes desafios em matéria de investigação multimídia. Aplicações distribuídas multimídia e sua transformação em plataformas estáticas, móveis e embutidos irão desempenhar um papel importante no desenvolvimento do Aml [12].

Esse novo paradigma de Aml pode trazer uma revolução de design e uso dos dispositivos eletrônicos do dia a dia. Além disso, pode também apoiar e facilitar tarefas simples e recorrentes, no entanto isso também pode levar a uma cultura muito diferente da atual. Esta nova cultura poderia desenvolver por meio da expansão do uso de mídia em um mundo no qual as experiências físicas e virtuais fundem-se para apoiar a expressão pessoal, a produtividade do negócio e o estilo de vida das pessoas [12].

### **2.2.2 Aml na saúde**

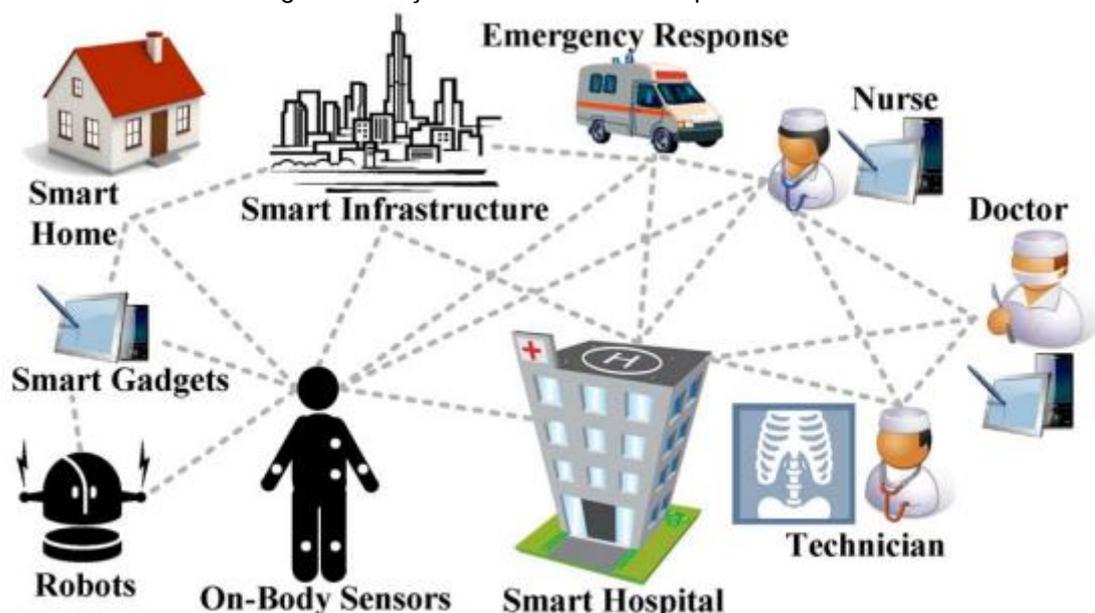
Atualmente, a maioria das nações industrializadas estão enfrentando complicações significativas em relação à qualidade e custo de vários serviços de saúde e bem-estar. Essas dificuldades vão agravando-se ainda mais devido ao envelhecimento da população, que se traduz em uma infinidade de doenças crônicas e enorme demanda para vários cuidados de serviços de saúde. Como resultado, o custo do setor da saúde pode não ser sustentável e, portanto, os países industrializados precisam encontrar políticas e estratégias para usar os recursos limitados de forma mais eficiente e eficaz.

Esta necessidade de sistemas de saúde sustentáveis se traduz em uma série de desafios na ciência e tecnologia que, se resolvido, em última análise, poderia beneficiar a sociedade global e a economia. Em particular, a exploração de tecnologias de informação e comunicação para a implementação serviços de saúde e proativas será extremamente benéfico. Nas últimas décadas, sistemas de saúde voltados ao consumidor em conjunto com plataformas baseadas na web e registros de saúde levaram a uma série de melhoria nas soluções de saúde. Nos últimos anos, houve o surgimento de muitos aplicativos de smartphones que estão se tornando prontamente disponíveis para a monitorização do estado fisiológico [5].

No entanto, apesar de ser um passo importante para a medicina, essas soluções muitas vezes sofrem de escalabilidade, segurança e privacidade questões. Além disso, essas soluções são só é capaz de fornecer um instantâneo das condições fisiológicas ao invés de uma visão contínua da saúde global sobre o decurso de muitos anos [5].

A Figura 1 representa como Aml podem ajudar na prática a saúde de um usuário.

Fig. 1 - Serviço de saúde conectado por AMI



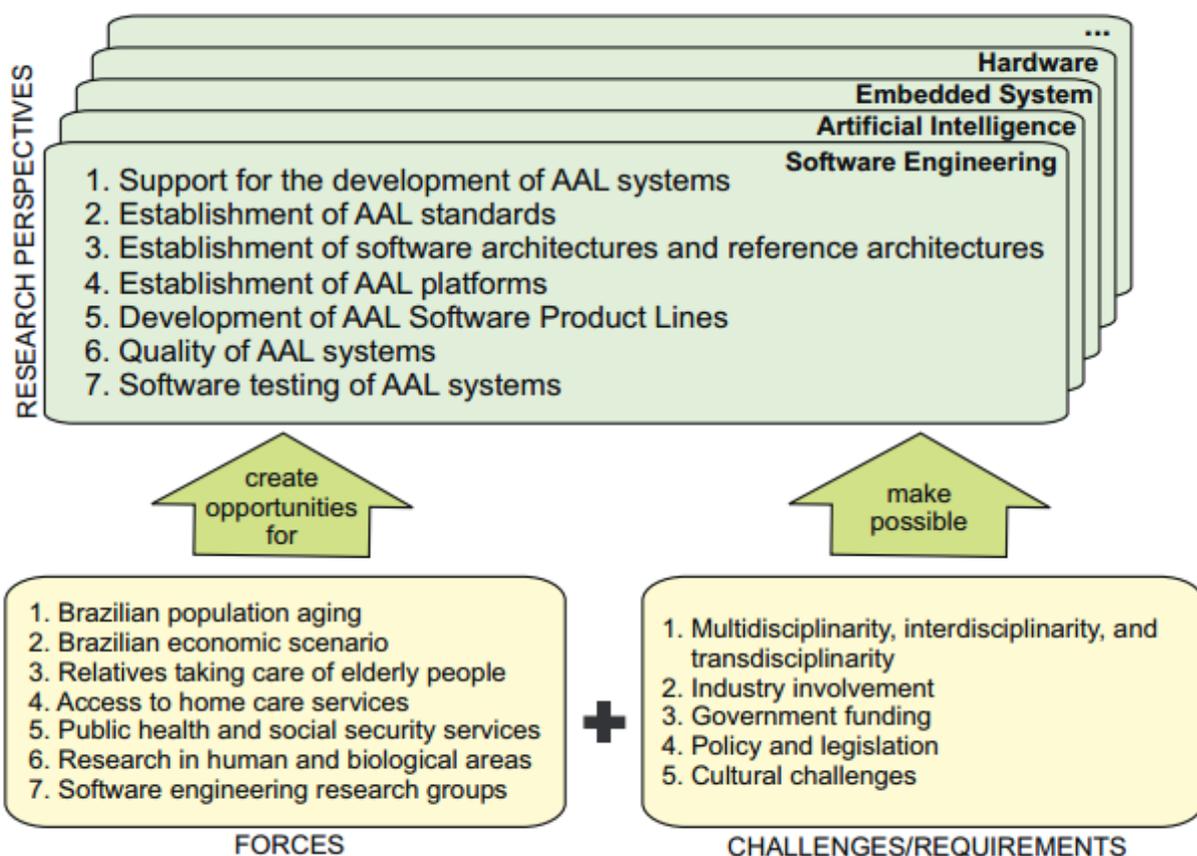
Fonte: [5].

Visto essa evolução dos ambientes inteligentes, foi dada uma atenção especial neste trabalho para esse tema. Uma vez que ele possui total relevância não só no âmbito de saúde como mostrado pela Figura 1, mas também num futuro próximo para diversos tipos de ambientes.

### 2.3 AAL no Brasil

Com a finalidade de estabelecer novas perspectivas de pesquisa em engenharia de software no campo de AAL, foi identificado pela primeira vez um conjunto de motivações que compõem o cenário brasileiro e poderiam motivar o desenvolvimento de AAL no país [3]. Além disso, também é possível identificar um conjunto de desafios, exigências ou necessidades que devem ser tratadas para permitir que AAL se torne um tema de investigação eficaz. Dessa forma, com base no cenário brasileiro e seus desafios / exigências, foi estabelecido as linhas mais importantes de pesquisa em AAL para o engenharia de software no Brasil, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Desafios/necessidades e perspectivas para pesquisa de Engenharia de Software



Fonte: [3].

### 2.3.1 Perspectivas da ALL no Brasil

Através de algumas análises, considerando a economia brasileira e a situação sócio-demográfica como um todo, identificou-se as forças que compõem o cenário brasileiro atual [3]:

- **Envelhecimento da população brasileira:** O processo de envelhecimento também atingiu a população brasileira como em outros países emergentes. O número de idosos tem aumentado, e também a expectativa de vida. É importante mencionar que, quando, a atual população economicamente ativa, chegar na velhice (por volta do ano de 2030 ou 2040), ou seja, a população brasileira vai possuir cerca de 20% (ou mais) da população composta por idosos [54].
- **Acesso a serviços de assistência domiciliar:** Em geral, serviços de cuidados domiciliares para os idosos, que inclui enfermagem e/ou cuidados pessoais, não são amplamente disponíveis no Brasil ainda. Ao mesmo tempo, eles vão provavelmente se tornar mais caros, considerando que o custo destes serviços estão

diretamente associados com os salários. Estes salários também estão relacionados com os salários mínimos, que têm aumentado no Brasil nos últimos anos.

- A saúde pública e os serviços de segurança social: Cuidados de saúde no Brasil é fornecida por instituições governamentais a todos os residentes. Em paralelo, o envelhecimento da população e as suas consequências impuseram um novo desafio à saúde pública [55]. O sistema de saúde pública tornou-se saturada, por exemplo, há um baixo número de leitos hospitalares disponíveis; no mesmo tempo, as pessoas de idade avançada geralmente sofrem a longo prazo de doenças. AAL poderia se encaixar bem nesse contexto, pretendendo fornecer opções de cuidados de saúde alternativos em casa. Por exemplo, um sistema AAL de telemonitorização que controla remotamente sinais vitais (por exemplo, a frequência cardíaca e pressão arterial) poderia ser disponibilizados em as casas de pessoas idosas, que teriam o relatório sobre a sua saúde geral (status), e capacitá-los a ficar em casa em vez de em um hospital ou casa de repouso.
- A pesquisa de engenharia de software: No Brasil existe um considerável número de grupos que pesquisam engenharia de software, que apresentaram contribuições efetivas para a comunidade internacional. Diversas áreas de investigação têm sido desenvolvidos, como na engenharia de requisitos, arquitetura de software, linhas de produtos de software e testes de software. O conhecimento acumulado por esses grupos pode ser usado como uma base de uma nova linha de pesquisa, tais como em AAL. No entanto, observou-se que existe uma falta de pesquisa em AAL realizado por esses grupos de pesquisa. Para exemplo, nas últimas dez edições do SBES (Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software), não há uma única publicação relacionada com AAL. A análise destas dez edições parece ser suficiente, uma vez que o campo AAL tem surgido durante este período.

Em suma, o serviço de saúde brasileiro apresenta várias deficiências, incluindo a falta de disponibilidade, confiabilidade e eficiência, como também discutido no [55]. Além disso, foi possível perceber a falta de pesquisas na área de AAL no país. Os AALs podem prover vários benefícios à população que está ficando cada vez mais velha.

Cada um destes motivos poderia ser amplamente descrito, com justificativas e uma análise detalhada do seu impacto sobre o campo AAL. No entanto, a idéia aqui é apresentar uma breve visão, suficiente para mostrar o cenário brasileiro, onde poderia propagar a pesquisa em AAL.

### **2.3.2 Desafios no Brasil**

A fim de permitir que se torne um campo de pesquisa viável no Brasil, foi identificado por [1] os principais desafios e / ou requisitos que devem ser cumpridos:

- A multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade: AAL pode ser considerado como um campo multidisciplinar e vem tornando-se cada vez mais interdisciplinar. Como declarado antes, tem diversos envolvimento, diferentes áreas do conhecimento de biológicas, humanas e ciências exatas. Portanto, a realização de investigação neste domínio exigirá consideração e adaptação a esta multidisciplinaridade e interdisciplinaridade. No entanto, sabe-se que a realização de projetos com tais características não é trivial. As diferentes terminologias de cada disciplina e até mesmo diferentes métodos de pesquisa são algumas das causas que podem levar a esta dificuldade.
- A participação da indústria: No cenário brasileiro, similar à maioria dos países emergentes, há uma necessidade real obter atenção do setor privado (isto é, a indústria) para estabelecer uma colaboração mais intensa e parcerias mais concretas com universidades e centros de pesquisa, incluindo o fornecimento de financiamento da pesquisa. Nesta perspectiva, importantes resultados de pesquisas em universidades poderiam ser introduzidos para a indústria. Esta parceria também pode facilitar a identificação de necessidades específicas da indústria, visando melhorar o desenvolvimento de produtos e serviços comerciais AAL. A ideia é, portanto, combinar forças para criar uma indústria competitiva no campo AAL, resultando em soluções AAL com um elevado nível de inovação, valores agregados, e as novas tecnologias.

## **2.4 Desafios gerais da AAL**

### **Desafio 1 - Dinâmica de disponibilidade de serviço**

Embora utilizar AAL pode ajudar a reduzir o trabalho e fornecer um ambiente melhor controlado, eles também são muito difíceis de serem utilizados. É necessário possuir uma dinâmica e disponibilidade ao usuário (as disponibilidades destes serviços estão em constante mudança). Como gerir essa dinamicidade torna-se um grande desafio. A figura 3 apresenta de forma humorada como um uso excessivo de aparelhos de monitoramento podem afetar negativamente o usuário.

Figura 3 - Efeito colateral do excesso de uso de dispositivos assistidos



Fonte: [9].

## Desafio 2 - Mapear o serviço

Como deixar o computador mapear automaticamente a disponibilidade ou as requisições de serviços é um grande desafio.

A base para o mapeamento de um serviço é a descrição do serviço. A base de dados de conhecimento semântico é necessária para descrever com precisão os serviços anunciados: determinadas bibliotecas de ontologias que descrevem o conhecimento de domínio do ambiente de assistência domiciliar devem ser desenvolvidos com a colaboração dos investigadores neste domínio. Com tal conhecimento de domínio, um modelo conceitual para o serviço vai possuir a sua correspondente semântica [9].

## Desafio 3 - Disposição popular

Ainda segundo [9], a disposição das pessoas para participar em sistemas de AAL precisa ser investigada e estimulada, como incentivar pessoas que se juntam, por exemplo, a assistência mútua dentro de uma comunidade é um grande desafio.

Nós consideramos que qualquer sistema AAL verdadeiramente eficaz não pode deixar de lado as contribuições provenientes da própria sociedade, em todas as formas, com a participação de cuidadores informais, profissionais e até os idosos. A fim de incentivar mais pessoas para fazer a contribuição para o sistema AAL, precisamos compreender as suas unidades para fornecer ajuda para os outros, e permanecer ativo na comunidade. A principal unidade para as pessoas a ajudar outras pessoas não é apenas dinheiro, mas também inclui dever moral e sua imagem social.

## **2.5 Considerações do capítulo**

Este capítulo teve como objetivo mostrar como a computação ubíqua em conjunto com as perspectivas de AALs se encontram atualmente, evidenciando alguns aspectos no Brasil.

O envelhecimento da população é um processo inevitável em todos os países e regiões do mundo, incluindo o Brasil. Medidas para lidar adequadamente com esta situação devem ser tomadas, se queremos garantir um envelhecimento digno para nós mesmos, nossos pais e nossos parentes. Com isso, AAL tem propostas nesse sentido e, em particular, engenharia de software tem prestado um apoio importante para o desenvolvimento desses sistemas.

Com este compilado de informações fica evidente que o estudo/pesquisa nessa área se torna um desafio interessante, já que isso implica em algumas barreiras que devem ser ultrapassadas para que ambientes assistidos, computação ubíqua, pervasiva se tornem uma área consolidada.

### 3. QUALIDADE DE CONTEXTO

Neste capítulo será apresentado uma revisão bibliográfica acerca de qualidade de contexto, analisando o estado da arte, listando parâmetros de avaliação de contexto, bem como as definições do que cada parâmetro significa segundo alguns autores. Aqui também será apresentado um modelo para a quantificação e avaliação de QoC para um determinado ambiente monitorado.

#### 3.1 Contexto

As primeiras definições de contexto consistiam basicamente de enumerações de exemplos e de sinônimos para o termo [25]. Um exemplo é o trabalho de Schilit e Theimer [15], considerado o primeiro a usar o termo “computação sensível ao contexto” (*context-aware computing*), onde contexto é definido como localização, identidades de pessoas e objetos próximos e as alterações nestes objetos. A determinação de que um tipo de informação é ou não uma informação de contexto, a partir destas definições, baseadas em exemplos e sinônimos, pode ser difícil em muitos casos. Além disso, enumerar todos os possíveis tipos de informações de contexto seria inviável, na prática.

Mais tarde, uma definição de contexto bastante utilizada pelos pesquisadores, é a proposta por [25], 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 utiliza o 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.

No trabalho [26], o contexto apresenta quatro dimensões composta por: contexto computacional, contexto físico, contexto de tempo e contexto do usuário.

- 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, situação 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.

Diversas são as classificações de contexto encontradas na literatura como em [26], [16], [27], [28].

Elas são encontradas na literatura como a classificação de [16] que apresenta cinco dimensões para as informações de contexto: computacional, espacial, temporal e social. Já em [27] classifica 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 [28].

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 [29], [30], [31], [32].

Portanto, desenvolvedores de aplicações orientadas ao contexto, podem se apoiar nas definições e aprimorar suas aplicações. Mas ainda falta algo, existem dados de contextos que podem ser úteis. Sendo assim é necessário um tratamento desse contexto, para que apenas as informações úteis e necessárias sejam tratadas, obtendo-se uma melhor otimização da aplicação.

### **3.2 Qualidade de Contexto**

No trabalho [10] a Qualidade de contexto (QoC) descreve a qualidade da informação que é usada como 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 [33] 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.

O estudo realizado em [10] aponta 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 [34] é feita uma relação entre as dimensões de QI e parâmetros de QoC.

Os autores de [35] afirmam que QoC difere de QoS, pois as informações de contexto têm métricas de qualidade, mesmo quando não é fornecido como um serviço para todos os clientes. De uma forma mais genérica pode-se encontrar o conceito de Qualidade da Informação (QI) utilizado para qualquer

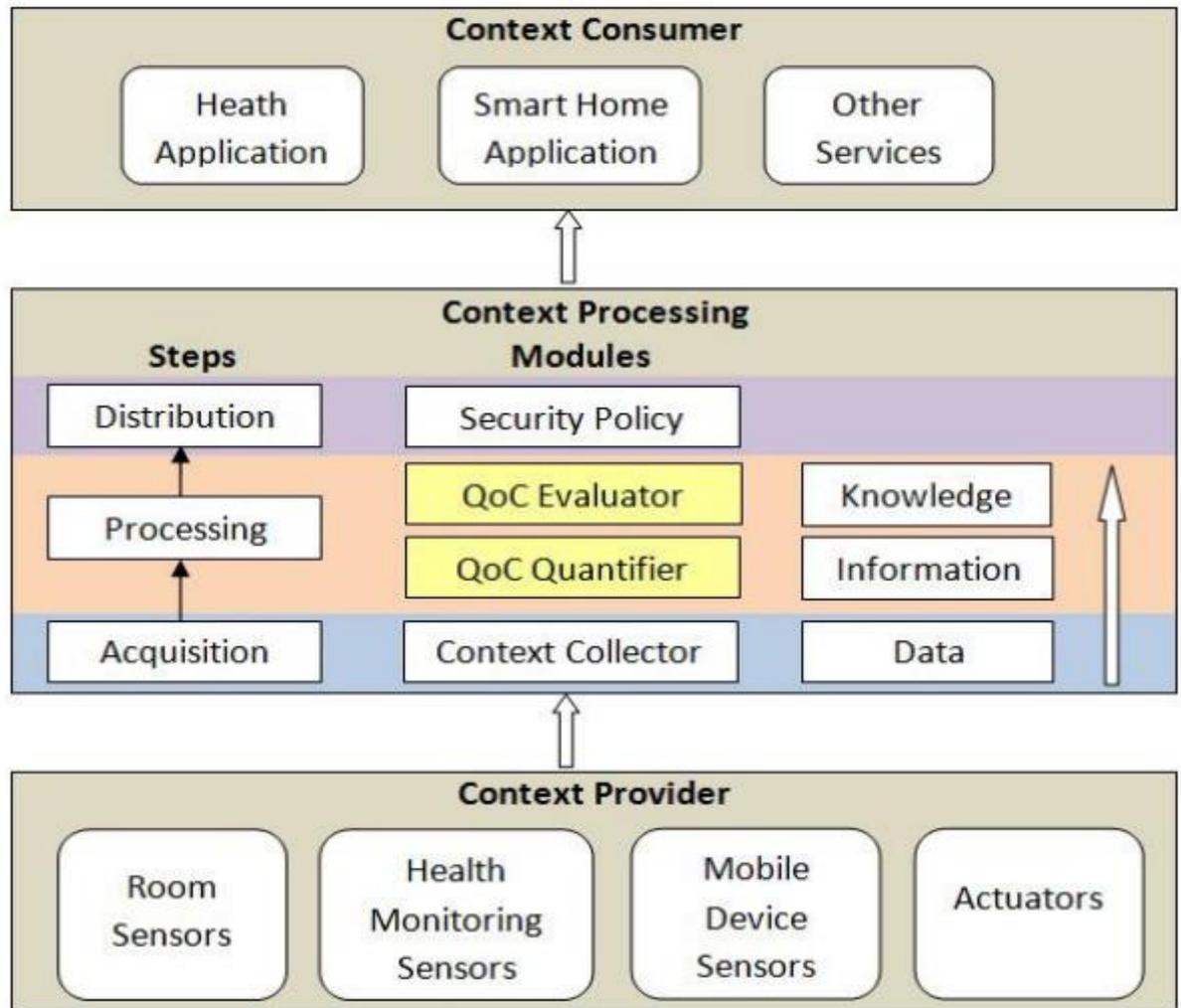
tipo de informação. O estudo feito em [36] realiza a avaliação da qualidade da informação de um portal web baseada nos critérios do framework de QI de [37].

Ainda relacionado à qualidade da informação, no trabalho de [10] é feita uma relação entre as dimensões de QI e parâmetros de QoC; os autores apresentam algumas justificativas para a necessidade de QoC:

- Informações de contexto são usadas para adaptar automaticamente o conteúdo ou serviços fornecidos. Portanto, a imperfeição de informações de contexto tem um impacto significativo sobre as experiências dos usuários com serviços sensíveis ao contexto (CAS – context-aware service);
- QoC ajuda o usuário a reconstruir, interpretar e estimar o comportamento de um CAS, ou seja, a entrega de um determinado conteúdo, a ativação ou finalização de um CAS, ou o workflow do processo CAS. QoC deve ser disponibilizada a pedido dos usuários ou se a QoC for imperfeita;
- QoC é um indicador valioso para selecionar um provedor de contexto apropriado. O Provedor de CAS pode selecionar um provedor de contexto adequado com base na QoC oferecida e no preço da informação de contexto;
- QoC permite especificar as políticas de acesso de uma forma mais refinada. Sem QoC o proprietário do contexto só poderia determinar quem tem permissão para acessar parte de seu contexto. Com QoC, por exemplo, um proprietário de contexto pode conceder a permissão de que um determinado grupo pode acessar sua localização atual, mas apenas com uma precisão de 10 quilômetros e com um atraso de algumas horas. Assim, QoC permite políticas de privacidade mais sofisticadas.

Tendo em vista essas caracterizações de QoC e suas diferenciações com QoD, bem como ele é inserido no âmbito de QI, podemos exemplificar conforme a Figura 4 como a qualidade de contexto pode ser usada na prática.

Figura 4 - Arquitetura proposta por Debora Nazário



Fonte: [7].

Nessa figura, é apresentado um provedor de contexto, que são sensores de monitoramento, AALs, atuadores e etc. Esses provedores vão fornecer o contexto para o processador de contexto, que por sua vez vai coletar esse contexto, quantificar e avaliar esse QoC. A partir dessa avaliação e das políticas de segurança, então irá distribuir as informações para seus consumidores.

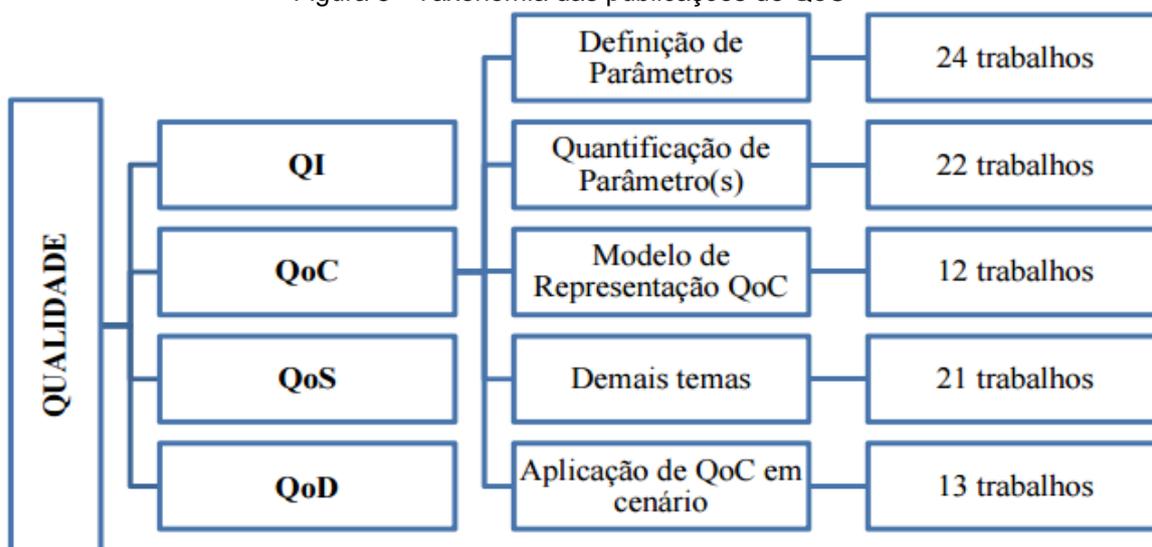
### 3.3 Taxonomias de QoC

O trabalho [7] fez um levantamento das taxonomias utilizadas para QoC. Esse levantamento foi realizado em julho de 2012, e em fevereiro de 2013 foi feita uma atualização sobre o mesmo.

Nele foi elaborado 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 5.

Os trabalhos selecionados tratam especificamente de QoC e os temas que se destacaram no conjunto estudado foram: definição de parâmetros de QoC, alternativas de quantificação de parâmetros de QoC, modelos de representação de QoC, demais temas abordados e aplicação de QoC em determinados cenários. Cada um destes temas é apresentado a seguir.

Figura 5 - Taxonomia das publicações de QoC



Fonte: [7].

### 3.3.1 Parâmetros de QoC

Nessa seção será abordado diversos parâmetros de QoC, proposto por diferentes autores, bem como as definições destes parâmetros.

A tese [38] desenvolveu um framework para aplicações sensíveis ao contexto. Como extensão ao seu trabalho, são citadas algumas métricas de QoS que começaram a ser 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; para [39] é a probabilidade de acerto nas informações fornecidas dada a fonte de detecção de restrições. Este parâmetro diz respeito à confiabilidade da fonte de fornecer dados livres de erro ao executar de acordo com a sua especificação;

**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; para os autores de [40] é o menor elemento perceptível;

**Frequency:** define quantas vezes a informação precisa ser atualizada; é a taxa de amostragem, o equivalente temporal de resolução [40];

**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; para [40] é a faixa de erro em termos de tempo de alguns fenômenos; para [39] está relacionado com a idade das informações recebidas, onde informações mais recentes geralmente são mais relevantes em relação às mais velhas.

O trabalho [10] considera que os parâmetros de QoC mais importantes são Trust-worthiness, Resolution, Up-to-dateness, Precision e Probability of correctness, para estes autores:

**Trustworthiness:** descreve a probabilidade da informação fornecida ser correta. É utilizado pelo provedor de contexto para avaliar a qualidade do agente a partir do qual o prestador de contexto originalmente recebe informação de contexto;

**Up-to-dateness:** descreve a idade da informação de contexto. Em geral, será especificado pela adição de um carimbo de tempo à informação de contexto. Assim, uma sincronização de relógio entre a fonte de contexto e o “dissipador” de contexto é necessária;

**Precision:** descreve exatamente como as informações de contexto fornecidas espelham a realidade; para [39] é definida como a granularidade de informação correspondente a sensibilidade de medição do provedor de contexto;

**Probability of correctness:** este parâmetro indica a probabilidade de uma parte da informação de contexto ser correta ou corresponder à situação real.

O trabalho [35] além de alguns citados acima também utilizam Refresh rate. A pesquisa feita em [41] define outros dois novos parâmetros, Freshness e Certainty onde:

**Refresh rate:** está relacionado com Up-to-dateness e descreve a frequência com que é possível ou desejado receber uma nova medição; equivale a Frequency de outras abordagens.

**Freshness:** o tempo de produção e tempo de vida médio de uma medição; para [42] indica o grau de up-to-dateness (idade) dos dados de contexto; para [43] é o tempo que decorre entre a determinação da informação de contexto e a sua entrega ao requerente; para [44] é um valor lógico que expressa se a infraestrutura deve garantir a recuperação da versão mais recente dos dados;

**Certainty:** a probabilidade para descrever o estado de maneira correta.

O trabalho realizado [34] relaciona dimensões de QI e parâmetros de QoC, selecionando cinco dimensões para medir a qualidade de informações de contexto, Up-to-dateness, Accuracy, Completeness, Representation consistency, Access security:

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

**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; para [45] é a probabilidade de que as informações de contexto sejam entregues em segurança para os consumidores de contexto.

### 3.3.2 Quantificação de QoC

Segundo a pesquisa feita por [7] foi possível observar as diversas quantificações de Qualidade de Contexto, onde vinte e dois trabalhos foram enquadrados nesta categoria de alternativas para a quantificação de um ou mais parâmetros de QoC. Por meio deste, foi possível identificar as quantificações no Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Quantificação de parâmetros QoC

Forma de Quantificação	Autores
Estimativa estatística; informações disponíveis;	(KIM; LEE, 2006)
Álgebra min-plus, max-plus, min-maxplus;	(WIDYA; BEIJNUM; SALDEN, 2006)
Genética biológica e algoritmos genéticos;	(ZIMMER, 2006a); (ZIMMER, 2006b)
Lógica fuzzy;	(GIAFFREDA; BARRIA, 2007b) (GIAFFREDA; BARRIA, 2007a) (MANZOOR et al., 2010)
Descrição de alternativas para quantificação de parâmetros de forma textual;	(SHEIKH; WEGDAM; SINDEREN, 2007)
QoC (fontes e parâmetros): os valores de fontes são usados para determinar os parâmetros de QoC;	(MANZOOR; TRUONG; DUSTDAR, 2008) (MANZOOR; TRUONG; DUSTDAR, 2010)
Lógica subjetiva (composição de crença, descrença e incerteza);	(NEISSE; WEGDAM; SINDEREN, 2008)
Mede indicador de QoC através do componente: MQoC =< CI, QoCI, Alg >	(BRINGEL FILHO; MARTIN, 2008a)
QoC (indicadores e parâmetros): os parâmetros são usados para medição dos indicadores de QoC;	(BRINGEL FILHO 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 probability of correctness;	(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 sensor múltiplo;	(HOSSAIN et al., 2012)
Fórmulas para o cálculo de diversos parâmetros baseado na literatura.	(ZHENG; WANG; KERONG, 2012)

Fonte: apud de [7]

Dois destes trabalhos, com uma abordagem semelhante, despertando maior interesse e serão brevemente descritos a seguir.

O trabalho de [46] 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 de fontes de QoC que mais influenciam a quantificação dos parâmetros estão representados na Tabela 2. Os autores definem fórmulas para os cálculos e um algoritmo para avaliação destes parâmetros: Up-to-dateness, Trustworthiness, Completeness e Significance.

Tabela 2 - Fontes que influenciam QoC

Parâmetros de QoC	Fontes de QoC
Up-to-dateness	MeasurementTime, CurrentTime
Trust-worthiness	SourceLocation, InformationEntityLocation, SensorDataAccuracy

Completeness	Relação entre o número de atributos preenchidos com o número de atributos
Significance	CriticalValue

Fonte: Adaptado de [46]

Não existe apenas uma maneira de quantificar valores de parâmetros de qualidade de contexto. Esta seção mostra assim, que é importante uma boa definição de qual método de quantificação escolher, dependendo dos parâmetros que serão posteriormente avaliados.

### 3.4 Modelos de representação de QoC

Os modelos de representação 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 [29], [30], [31], [32].

O trabalho realizado por Débora [7] fez um levantamento sobre QoC, doze trabalhos foram identificados onde os autores tratam a QoC e suas abordagens de representação de contexto. Neste conjunto estudado os modelos utilizam notação gráfica, marcação XML (Extensible Markup Language), UML (Unified Modelling Language), ontologias e OWL (Ontology Web Language). Na Tabela 3 são listados estes trabalhos e, na sequência, para ilustrar, é apresentado um trabalho de cada abordagem de representação.

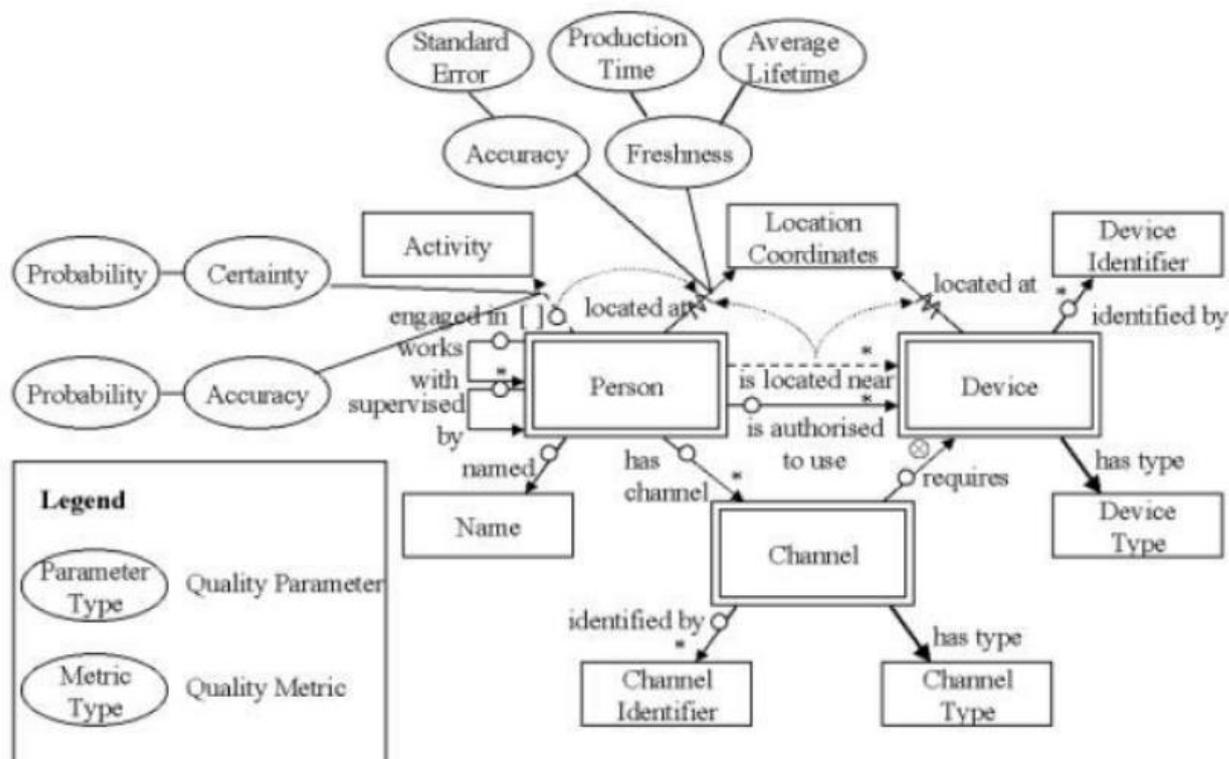
Tabela 3: Tipo de Representação de QoC

Tipo de Representação	Autores (que tratam QoC)
Notação gráfica	(HENRICKSEN; INDULSKA; RAKOTONIRAINY, 2002); (BRINGEL FILHO; MARTIN, 2008a);
Ontologia (OWL)	(GU et al., 2004); (PREUVENEERS; BERBERS, 2006); (BU et al., 2006); (TANG; YANG; WU, 2007); (PAWAR; VAN HALTEREN; SHEIKH, 2007); (TONINELLI; CORRADI, 2009); (BRINGEL FILHO et al., 2010); (BRINGEL FILHO; AGOULMINE, 2011);
Marcação (XML)	(MANZOOR; TRUONG; DUSTDAR, 2008);
UML	(NEISSE; WEGDAM; SINDEREN, 2008);

Fonte: apud de [7]

O primeiro trabalho que trata de QoC em um modelo de representação de contexto, identificado neste conjunto, foi o de [47], ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Modelo de representação de QoC

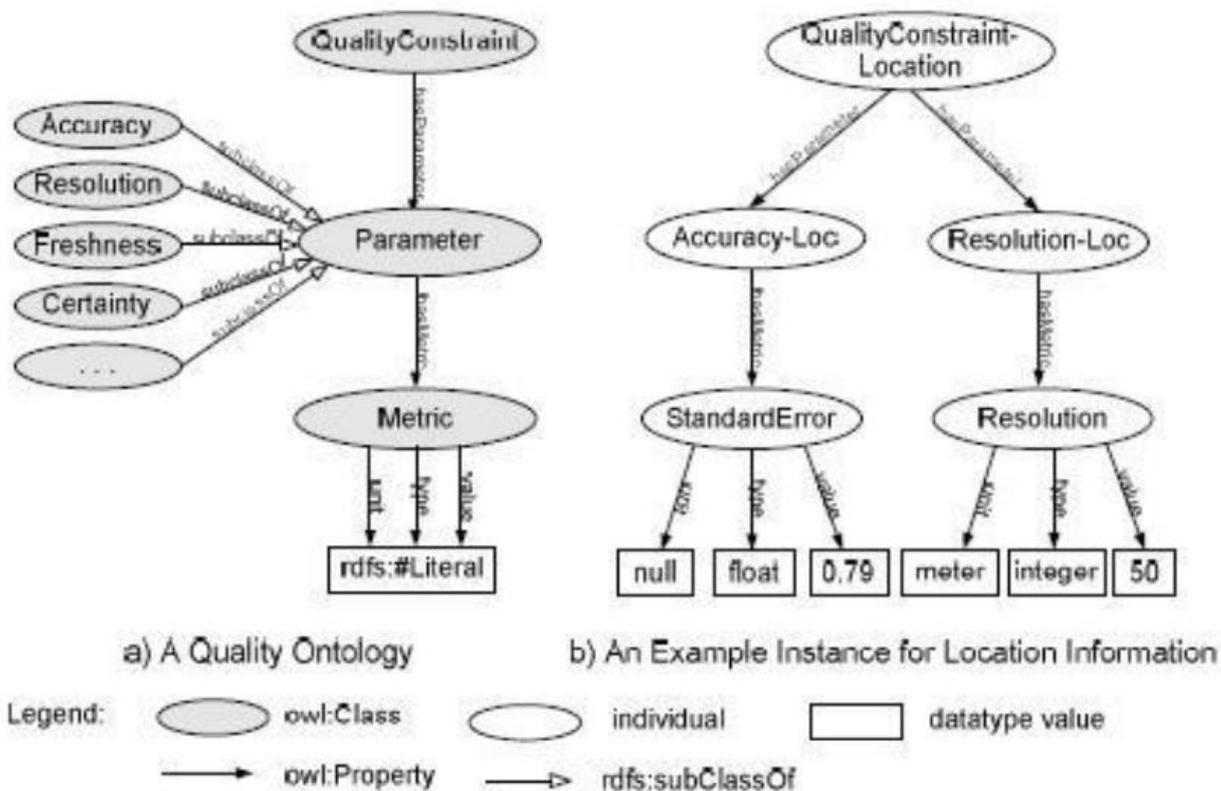


Fonte: [47]

Além disso, [7] também 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.

A pesquisa feita em [41] apresenta 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 7. 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 7- Contexto baseado em ontologia



Fonte: [41]

Os autores de [46] representam na linguagem de marcação XML os Parâmetros de QoC e as Fontes de QoC que serão ligados a cada objeto de contexto, como ilustrado na Figura 8.

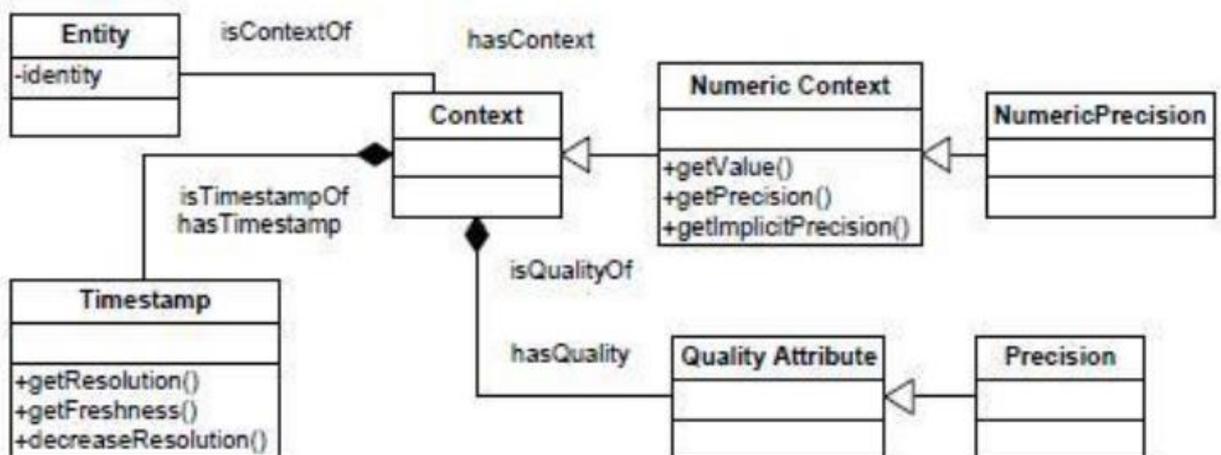
Os autores de [48] definem um Modelo de QoC para gestão de confiabilidade, utilizando a linguagem orientada a objeto UML. Nesse modelo o atributo de qualidade explicitamente definido é precisão, que segundo os autores abrange todas as definições da literatura de precisão, probabilidade e resolução espacial. A Figura 9 ilustra o modelo em UML.

Figura 8 - Modelo de QoC representado em XML

```
<xs:complexType name="QoCParametersType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Up-to-dateness" type="ci:QoC-Decimal"/>
    <xs:element name="Trust-worthiness" type="ci:QoC-Decimal"/>
    <xs:element name="Completeness" type="ci:QoC-Decimal"/>
    <xs:element name="Significance" type="ci:QoC-Decimal"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="QoC-Decimal">
  <xs:restriction base="xs:decimal">
    <xs:minInclusive value="0.0"/>
    <xs:maxExclusive value="1.0"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

Fonte: [46]

Figura 9 - Modelo de QoC em UML



Fonte: [48]

### 3.5 CUIDA: Contexto Ubíquo Interno em Domicílios Assistidos

CUIDA é um modelo de quantificação e avaliação de contexto proposto por [7]. E se baseia na Figura 4, possuindo coletor de contexto, quantificador de QoC, avaliador de QoC e política de segurança:

1. Coletor de contexto: Coleta os dados de contexto do sensor.
2. Quantificador de QoC: Efetua o cálculo dos parâmetros de QoC. Obtendo um valor geral de QoC.
3. Avaliador de QoC: Faz a verificação da QoC associado às informações de contexto.
4. Política de segurança: Verifica as políticas de segurança adotadas para a distribuição do conhecimento de contexto e QoC.

O objetivo dessa arquitetura é demonstrar o uso da avaliação de QoC aplicado em um cenário AAL, avaliando alguns parâmetros de QoC. Nesse modelo, Debora Nazario quantificou e avaliou cinco parâmetros de QoC: Up-to-Datness, Coverage, Precision, Completeness, Significance; valorando-os entre 0 e 1.

A prestação de cuidados apoiada pelas tecnologias está crescendo por causa da demanda e também devido ao amadurecimento de muitas das tecnologias que tornam a vida assistida possível, segundo [11].

Sendo assim, o Cenário AAL considerado na prova de conceito e no estudo experimental é uma moradia composta por cozinha, lavanderia, sala de TV, banheiro, quarto e ateliê/escritório, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Ambiente simulado por



Fonte: [7]

### 3.6 Considerações do capítulo

Qualidade de contexto é um tema relativamente novo, por isso que diferentes trabalhos utilizam nomes diferentes para o mesmo parâmetro. Foi feito neste capítulo uma revisão da literatura, com foco no trabalho [7], para encontrar as definições de QoC bem como de seus parâmetros.

Seguindo a mesma linha, o capítulo apontou trabalho correlatos que propõe cálculos/quantificação de parâmetros de QoC.

Por fim, estudou-se um modelo de AAL (CUIDA) onde pode ser feita a aplicação dos conceitos de qualidade de contexto da informação.

## 4. PROPOSTA

Este capítulo é dedicado ao detalhamento desta proposta. A proposta deste trabalho conforme visto anteriormente é obter uma melhor configuração de um cenário experimental dos sensores biomédicos para dar suporte a aplicações móveis. Tendo em vista isso, foi feita uma pesquisa na base de dados do trabalho [7], sobre aplicações reais de AAL bem como o QoC se insere nelas. Este trabalho propõe um cenário diferente do usual (cenários de saúde de idosos) e uma quantificação e avaliação de parâmetros de QoC.

### 4.1 Cenário atual

Segundo [18], 60% das mortes no mundo são causadas por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e essa porcentagem pode aumentar, é estimado que aumente para 73% até 2020. DCNT incluem, doenças cardiovasculares, diabetes, osteoporose e alguns tipos de câncer. A inatividade física é um grande fator de risco para estas mortes, estima-se que 2 milhões de mortes poderiam ser evitadas apenas com uma boa prática de exercícios.

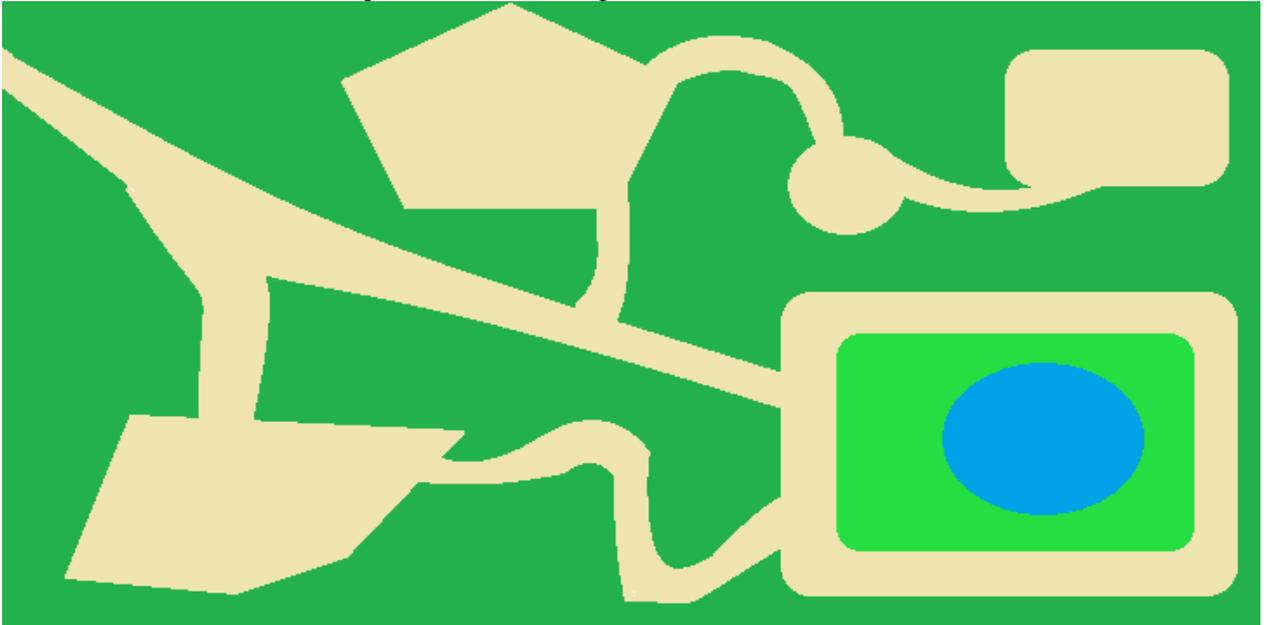
Tendo em vista isso, o cenário proposto será um parque, onde pessoas praticam esportes e atividades físicas em seu dia-a-dia. E serão monitoradas, pois praticar exercício não basta, temos que verificar se o corpo não está reagindo de maneira fora do esperado, se os músculos não estão sendo muito exigidos a ponto de fazer mal ao indivíduo, se a pressão está dentro do normal.

### 4.2 Cenário proposto

Conforme visto no trabalho de Débora, fazer uma avaliação desse tipo de pesquisa envolve pessoas, equipamentos e muito tempo, portanto este trabalho propõe a utilização do Siafu [49] para simular um AAL e realizar uma avaliação da qualidade de contexto. Esse simulador foi escolhido por ser uma ferramenta open source.

E dado o cenário especificado em 4.1 o ambiente escolhido foi do parque Ibirapuera, onde uma pessoa ficou praticando esporte, correndo ou caminhando (Figura 11):

Figura 11 - Ambiente gráfico simulado no Siafu.



#### 4.2.1 Siafu

O simulador Siafu foi desenvolvido no NEC European Research Lab, na linguagem Java [49]. O objetivo deste simulador é gerar as informações de contexto em determinado cenário. Alguns cenários já desenvolvidos são disponibilizados para simulações como: algumas cidades, uma universidade e um escritório. Além da visualização gráfica da simulação e das informações de contexto, a saída de dados se dá através de listener ou arquivo CSV.

Com o Siafu já é possível simular aplicações cientes de contexto, inclusive considerando múltiplos usuários. O Siafu oferece grande liberdade aos usuários na determinação de diversas características da aplicação, tais como ambiente físico, número e perfil dos usuários, tipos de contextos pessoais e ambientais, padrão de movimentação, dentre outros aspectos. Os autores da ferramenta disponibilizaram uma página Web por meio da qual é possível obter o simulador e seu código, bem como as instruções completas para sua utilização e modificação [52].

A ferramenta possibilita o desenvolvimento de novos cenários, envolvendo três passos. O primeiro passo é a definição do ambiente, que envolve a criação do mapa do cenário (gráfico), a definição das áreas de circulação dos agentes (na cor preta, em branco são os obstáculos), a criação de variáveis de contexto e a identificação de localizações no mapa, gerando assim, múltiplas camadas com diferentes informações.

O segundo passo é a programação do comportamento que é feita programando-se três classes: BaseWorldModel – comportamento do ambiente, BaseContextModel – dados de contexto e BaseAgentModel – comportamento de cada agente.

O terceiro passo e último é o empacotamento dos dados [50]. Após estes passos a simulação pode ser executada no aplicativo Siafu,

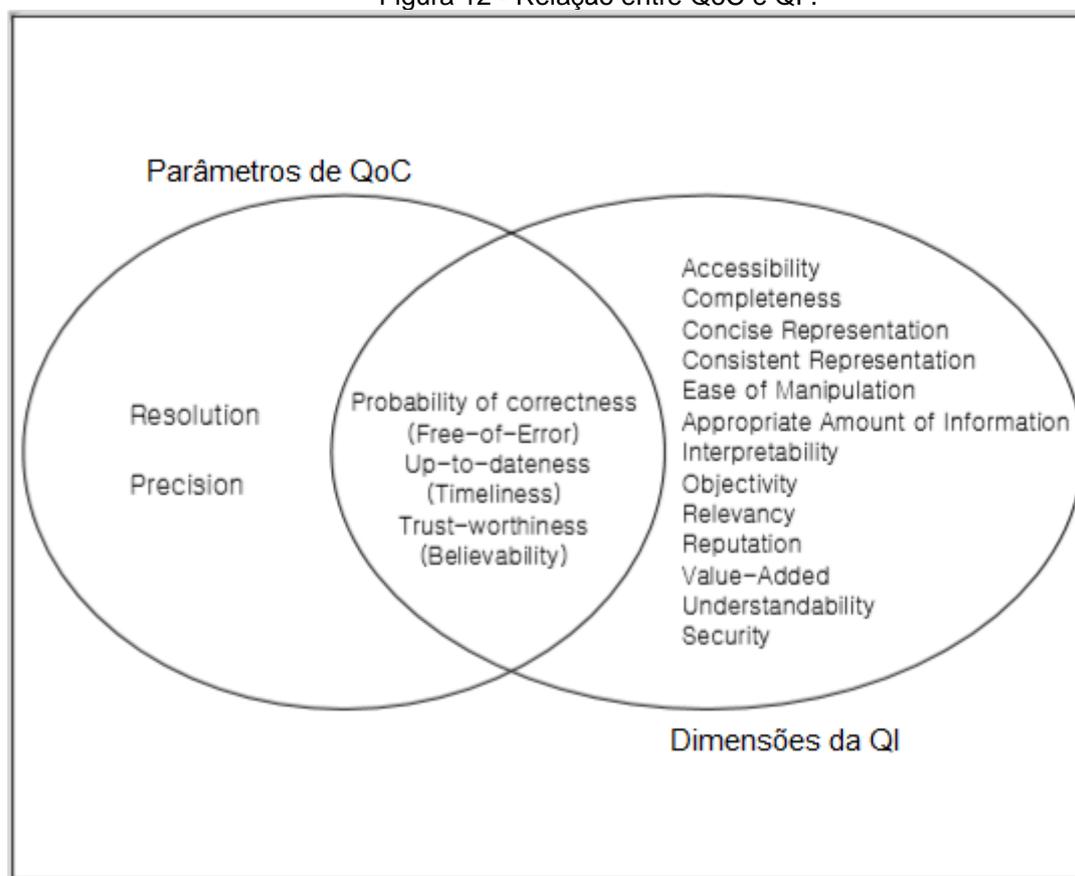
possibilitando a visualização em tempo real dos agentes, é possível alterar o comportamento dos agentes em tempo de execução e alterar o tempo de execução.

### 4.3 Parâmetros propostos

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 [34].

O trabalho [34] também mostram uma relação entre parâmetros de contexto e dimensões de qualidade de informação.

Figura 12 - Relação entre QoC e QI .



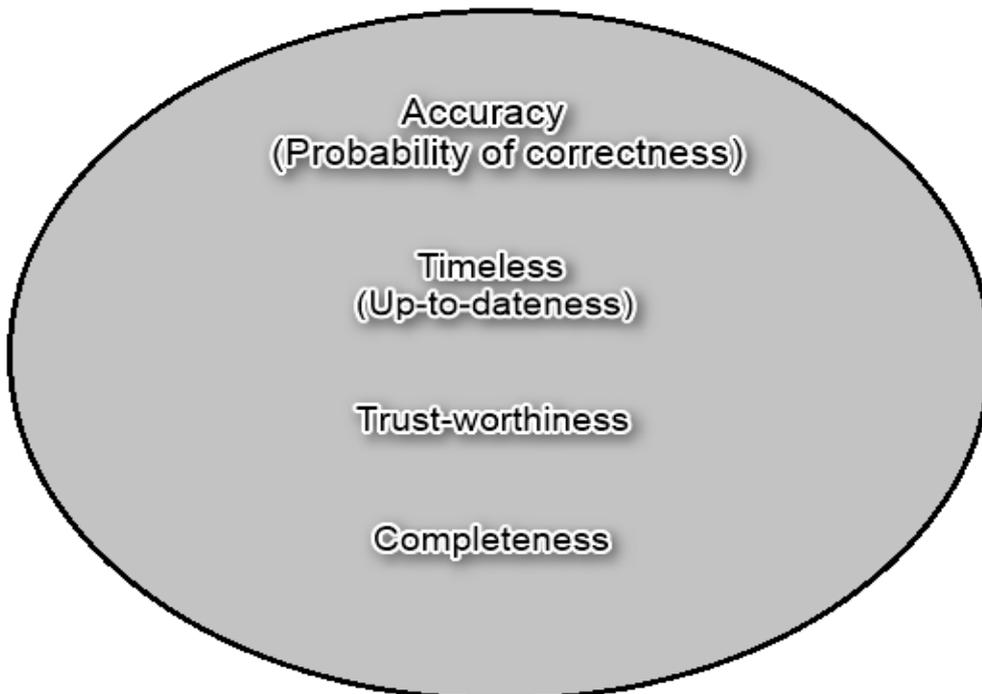
Fonte: Adaptado de [34]

Com isso, foi percebido que esses 3 parâmetros da Figura 12 são de extrema importância. Então, com base nisso e em definições de outros autores foi proposto os seguintes parâmetros (mostrados na figura 13) para o cenário deste trabalho:

1. **Accuracy:** uma medida dos dados serem corretos e confiáveis; probabilidade de uma parte da informação de contexto estar correta [34] (outros autores utilizam Probability of correctness com este significado);
2. **Timeliness:** é a faixa de erro em termos de tempo de alguns fenômenos [40]; para os autores de [39] está relacionado com a idade das informações recebidas, onde informações mais recentes geralmente são mais relevantes em relação às mais velhas;
3. **Trustworthiness:**descreve a probabilidade da informação fornecida ser correta. É utilizado pelo provedor de contexto para avaliar a qualidade do agente a partir do qual o prestador de contexto originalmente recebe informação de contexto [10];
4. **Completeness:** é o grau em que as informações de contexto estão disponíveis, suficientes e não ausentes[34].

Figura 13 - Parâmetros propostos

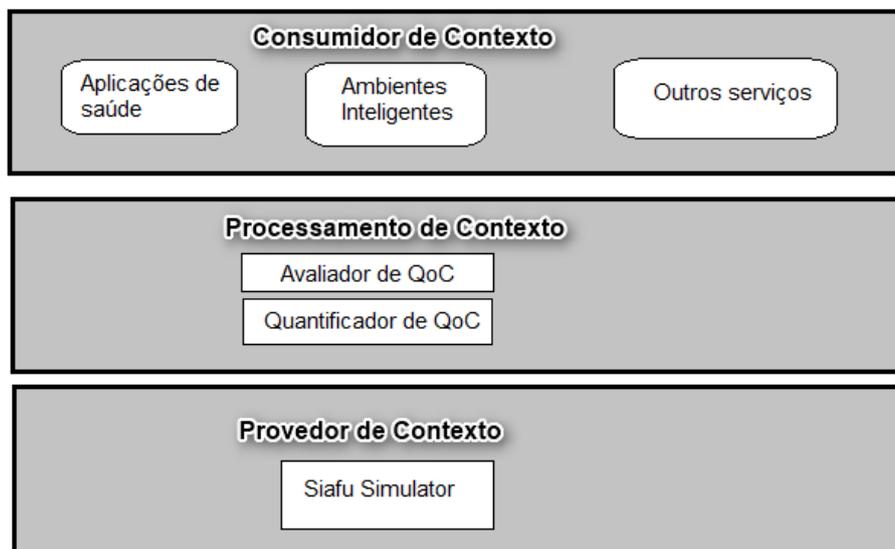
### Parâmetros escolhidos



Completeness foi escolhido também, pois, seguindo a definição feita por [34] e analisando o contexto da simulação, é provável que, dependendo do praticante de esporte que esteja sendo monitorado, o sensor caia devido aos movimentos bruscos ou até mesmo ao suor excessivo.

O esquema do trabalho proposto pode ser visualizado de maneira mais clara com a Figura 14:

Figura 14 - Método proposto



Fonte: Adaptado de [7]

Onde o Siafu irá prover o contexto, isto é, o ambiente, os sensores e seus valores lidos. Em seguida, com esses valores fornecidos será feita uma quantificação dos parâmetros escolhidos e a partir dessa quantificação, será possível efetuar uma análise da qualidade dos dados, essa etapa é a avaliação do QoC. Estas etapas serão especificadas a seguir.

#### 4.3.1 Quantificação dos parâmetros

Accuracy:

O trabalho de [51] demonstra como pode ser quantificado esse parâmetro, seguindo a fórmula:

$$Ac(O) = \frac{PorcentagemDoAcerto}{MinPorcentagemDoAcerto}$$

Onde, *PorcentagemDoAcerto* representa a porcentagem de acerto do provedor contexto (sensor) e *MinPorcentagemDoAcerto* representa a porcentagem mínima de acerto definida pelo usuário. Se a razão é maior do que 1, a accurácia pode ser boa. De acordo com diferença da demanda do usuário, podemos usar diferentes  $A(O)$  para selecionar o sensor. Aplicações diferentes requerem informações de contexto em diferentes níveis de porcentagem de exatidão, por exemplo, um serviço de segurança, que abre os portões de construção quando um funcionário está do lado de fora da porta, seria necessário a localização do funcionário com porcentagem muito alta de acerto.

Up-to-Dateness (Timeliness):

Segundo [46] esse parâmetro pode ser quantificado segundo a fórmula:

$$idade = |tempo da informacao - tempo atual|$$

$$U(O) = 1 - \frac{idade}{tempo de vida} \quad \text{Se } idade < tempo de vida$$

Senão

$$U(O) = 0$$

A variável *tempo de vida* é definida com um valor em que a informação se torna “velha”, obsoleta, por exemplo:

tempo\_de\_vida = 10;

Exemplos, aplicando a fórmula:

idade = 0 → U = 1;

idade = 5 → U = 0.5;

idade = 10 → U = 0;

Trust-worthiness

O [46] define também como calcular o trust-worthiness de um objeto de contexto, dado como T(O).

$$T(O) = \left(1 - \frac{d(S, \varepsilon)}{dmax}\right) * \delta \quad \text{Se } d(S, \varepsilon) < dmax$$

Senão

$$T(O) = 0$$

Onde  $d(S, \varepsilon)$  é a distância entre o sensor e a entidade para onde o sensor envia os dados. E  $dmax$  é a distância máxima em que se pode confiar nos dados do sensor. O  $\delta$  é a acurácia do sensor. Dessa forma, dependendo da distância do sensor os dados serão mais ou menos confiáveis.

Completeness:

De acordo com [46], esta medida de qualidade indica a quantidade de informação provida por um objeto de contexto. É a relação entre o número de atributos disponíveis e o total de atributos de um objeto de contexto, neste caso um sensor. O cálculo leva em consideração os atributos disponíveis e o peso de cada um dos atributos e está representado a seguir

$$CM(O) = \frac{\sum(\text{Todos atributos disponiveis})}{\sum(\text{Peso de todos atributos})}$$

Considerando que os atributos de contexto (informações de um sensor), podem ter pesos diferentes, o parâmetro completeness é a soma dos pesos dos atributos disponíveis dividido pela soma dos pesos de todos os atributos do sensor.

Neste estudo de caso, os sensores de temperatura tem apenas um atributo, logo:

- Se o valor temperatura está disponível →  $Cm(\text{temperatura}) = 1$ ;
- Senão →  $Cm(\text{temperatura}) = 0$ ;

Já o sensor que mede a pressão, tem dois atributos: valor da pressão diastólica e sistólica, que neste estudo terão o mesmo peso, logo:

$Cm(\text{pressão})$ :

- Se (diastólica E sistólica disponíveis) →  $Cm(\text{pressão}) = 1$ ;
- Se (diastólica OU sistólica disponíveis) →  $Cm(\text{pressão}) = 0.5$ ;
- Se (diastólica E sistólica indisponíveis) →  $Cm(\text{pressão}) = 0$ ;

Na literatura não está bem claro o que é um atributo disponível. Neste estudo considerou-se que um atributo está disponível se existe um valor medido dentro do tempo de vida estipulado no cálculo do parâmetro Timeless.

QoC geral:

Neste trabalho o cálculo do QoC geral vai ser baseado no trabalho [7], tirando a média dos valores calculados citados acima:

$$QoC = \frac{Ac + U + T + Cm}{4}$$

O estudo de [53] propõe o cálculo com pesos diferentes para cada parâmetro, mas isso deve ser estudado e avaliado dependendo do ambiente a ser monitorado.

#### 4.3.2 Avaliação do QoC

Após realizar a quantificação de cada parâmetro e a quantificação geral do QoC, é possível iniciar a análise dos valores obtidos.

O valor geral de QoC quantificado deve indicar se a qualidade das informações obtidas é adequada, neste caso o contexto é utilizado provendo uma adaptação mais precisa [7].

Quando um problema de qualidade é detectado, ou seja, o valor de QoC geral não está adequado, espera-se que o conjunto de parâmetros utilizado possibilite uma análise para a identificação do problema ocorrido. Por exemplo:

- Se os valores não estiverem dentro de uma faixa esperada é possível que a acurácia (parâmetro Accuracy) esteja com um valor baixo. Então possivelmente existe algum problema no sensor e/ou o sensor pode estar tão longe que a informação recebida pode não ser confiável (Trust-worthiness).
- Informações não disponíveis (Completeness) podem indicar que um determinado sensor caiu da pessoa ou até mesmo parou de funcionar.
- Informações desatualizadas (Timeless) podem indicar uma falha na comunicação do sensor.

## 5. AMBIENTES E RESULTADOS EXPERIMENTAIS

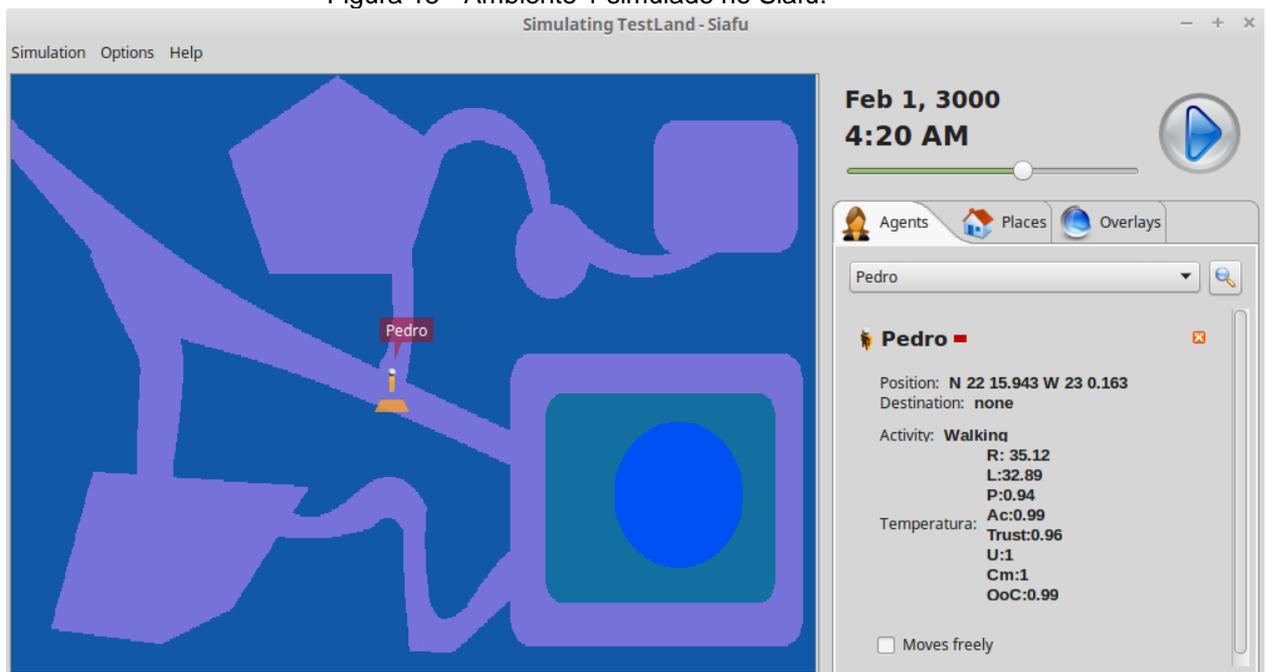
Este capítulo mostra quais foram os resultados da simulação do ambiente proposto no Siafu, bem como a saída dos dados e diferentes variáveis na simulação. Foi desenvolvido dois ambientes (simulações), um com um agente contendo um sensor de temperatura e outro com um agente com um sensor de pressão.

### 5.1 Ambiente 1 - sensor temperatura

No primeiro ambiente de simulação, o agente vai estar andando pelo parque, com um sensor medindo sua temperatura. A pessoa pode ter temperatura entre 35 e 40 graus Celsius. A temperatura do agente em questão varia de 10 em 10 segundos, ou seja, a cada 10 segundos o agente possui uma nova temperatura corporal.

Da mesma maneira, a cada 10 segundos simulados, é calculado os valores dos parâmetros propostos do capítulo anterior, bem como o valor geral do QoC. A simulação no Siafu fica conforme a Figura 15.

Figura 15 - Ambiente 1 simulado no Siafu.



Onde R é o valor real (temperatura corporal do agente), L é o valor lido pelo sensor de temperatura, P é a precisão que o sensor teve. Os parâmetros de QoC são:

- Ac: Accuracy
- Trust: Trust-worthiness
- U: Up-to-dateness (Timeless)
- Cm: Completeness
- QoC: QoC geral

Além de poder ver a simulação de maneira gráfica o Siafu permite gerar um arquivo CSV contendo as variáveis de contexto, onde cada linha é gerada a cada 10 segundos simulados, como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Saída CSV do provedor de contexto

Tempo	Temperatura
10	R: 37.54 L: 32.66 P: 0.87 Ac: 0 Trust: 0.67 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.17
20	R: 37.29 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.68 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.42
30	R: 37.24 L: 26.63 P: 0.71 Ac: 0.75 Trust: 0.68 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.86
40	R: 36.5 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.62 U: 0.99 Cm: 0 QoC: 0.4
50	R: 36.23 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.64 U: 1 Cm: 0 QoC: 0.41
60	R: 35.87 L: 26.74 P: 0.75 Ac: 0.78 Trust: 0.93 U: 0.99 Cm: 1 QoC: 0.93
70	R: 35.7 L: 24.69 P: 0.69 Ac: 0.59 Trust: 0.28 U: 0.99 Cm: 1 QoC: 0.72
80	R: 35.42 L: 29.48 P: 0.83 Ac: 0.88 Trust: 0.19 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.77
90	R: 35.98 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.65 U: 0.99 Cm: 0 QoC: 0.41
100	R: 37.09 L: 25.37 P: 0.68 Ac: 0 Trust: 0.77 U: 0.99 Cm: 0 QoC: 0.44
110	R: 36.47 L: 35.65 P: 0.98 Ac: 1.03 Trust: 0.16 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.8
120	R: 35.77 L: 31.84 P: 0.89 Ac: 0.94 Trust: 0.48 U: 0.99 Cm: 1 QoC: 0.85
130	R: 36.62 L: 27.32 P: 0.75 Ac: 0.74 Trust: 0.84 U: 0.99 Cm: 1 QoC: 0.89
140	R: 37.85 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 1 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.5

Observando um pouco esse arquivo CSV é possível tirar algumas conclusões, até nos instantes 20 e 40, por exemplo, o valor do QoC é muito baixo, pois os parâmetros *Accuracy* e *Completeness* são zeros. Nos instantes 120 e 130 quando esses dois parâmetros possuem valor o QoC passa a ser mais aceitável.

A seguir será apresentado três cenários, cada um com uma configuração de sensor aplicado à essa simulação e será mostrado como as variáveis de contexto se comportam diante dessas configurações.

Para isso foi definido algumas configurações de sensores, com base em ambientes e contexto reais. Além disso, está sendo considerado que o usuário exige uma *MinProbabilidade de acerto* (capítulo 4.2) como 0.95 (95%).

→ Configurações do sensor:

- Precisão média: É a precisão média que o sensor possui ao ler um dado real, podendo variar, em outras palavras, o sensor não lê um dado real sempre com a mesma precisão, este valor é apenas uma média, o sensor pode acabar lendo abaixo da média (lê um valor muito diferente do valor real) ou pode ler exatamente o valor real.
- Alcance: É a distância máxima que o sensor pode chegar para que os dados continuem confiáveis, é utilizado no cálculo do *Trust-worthiness*.
- Probabilidade de ler um novo valor: Num mundo ideal um sensor iria o tempo inteiro ler e atualizar os dados, porém no mundo real existem fatores que causam interferência

nessas leituras, por esse motivo essa configuração foi adicionada na simulação. Exemplo: se esta configuração for de 10%, então em 10% dos casos o sensor não vai ler um novo dado.

- Probabilidade de ler zero: Seguindo a mesma lógica anterior e considerando a possibilidade do sensor sair do agente em questão, existe a chance do sensor ler um valor nulo.

### 5.1.1 Cenário 1

Neste cenário foi feita a seguinte configuração do sensor:

- Precisão média = 75%
- Alcance (distância máxima) = 10
- Probabilidade de ler um novo valor = 40%
- Probabilidade de não ler nada (de ler zero) = 30%

Dada essa configuração, espera-se que a qualidade de contexto dos dados não seja tão elevada. Primeiro, analisando a precisão média do sensor (75%) é abaixo dos 95% de precisão exigidos pelo usuário, com isso o valor de *Accuracy* não deve ser tão alto.

Em segunda questão, como a probabilidade do sensor ler zero é relativamente alta, então provavelmente a QoC será baixa devido ao parâmetro *Completeness*, que é igual a zero quando o sensor não lê nada.

Tabela 5 - Saída simulação cenário 1 temperatura

Tempo	Temperatura
10	R: 38.96 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.42 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.1
20	R: 38.96 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.42 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.11
30	R: 39.15 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.42 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.11
40	R: 39.09 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.42 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.11
50	R: 39.09 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.44 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.11
60	R: 38.92 L: 31.3 P: 0.8 Ac: 0.85 Trust: 0.43 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.82
70	R: 38.64 L: 0 P: 0 Ac: 0.85 Trust: 0.42 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.81
80	R: 38.64 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.42 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.35
90	R: 38.43 L: 34.02 P: 0.89 Ac: 0.93 Trust: 0.42 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.84
100	R: 38.46 L: 0 P: 0 Ac: 0.93 Trust: 0.4 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.83
110	R: 38.46 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.39 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.34
120	R: 38.67 L: 25.72 P: 0.67 Ac: 0.7 Trust: 0.37 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.77
130	R: 38.62 L: 25.72 P: 0.67 Ac: 0.7 Trust: 0.34 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.76
140	R: 38.62 L: 25.72 P: 0.67 Ac: 0.7 Trust: 0.33 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.75
150	R: 38.47 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.33 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.33
160	R: 38.29 L: 28.66 P: 0.75 Ac: 0 Trust: 0.36 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.33
170	R: 38.29 L: 28.66 P: 0.75 Ac: 0.79 Trust: 0.39 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.79
180	R: 38.38 L: 35.78 P: 0.93 Ac: 0.98 Trust: 0.41 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.85
190	R: 38.53 L: 0 P: 0 Ac: 0.98 Trust: 0.42 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.85
200	R: 38.53 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.41 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.35
210	R: 38.42 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.39 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.34
220	R: 38.25 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.37 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.33
230	R: 38.25 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.37 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.34

Sem contar as linhas iniciais onde o sensor ainda não havia começado a ler a temperatura, o maior QoC observado neste intervalo de tempo foi 0.85 e o menor foi de 0.33. E este cenário obteve uma QoC média de 0,598.

Conforme dito anteriormente, muitas vezes é lido o valor zero pelo sensor, fazendo com que *Accuracy* e *Completeness* fiquem iguais a zero, gerando QoCs ruins. A seguir serão apresentados outros dois cenários e logo depois será feita uma comparação entre os três, essa comparação é uma proposta de avaliação do contexto conforma dito no capítulo 4.

A tabela 6, foi feita a partir de mudanças no arquivo CSV para melhor visualizar os dados, bem como mostrar os valores médios de cada parâmetro a partir do instante 60:

Tabela 6 - Média cenário 1 temperatura

Ac:	0,85	Trust:	0,43	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,82	
Ac:	0,85	Trust:	0,42	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,81	
Ac:	0	Trust:	0,42	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,35	
Ac:	0,93	Trust:	0,42	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,84	
Ac:	0,93	Trust:	0,4	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,83	
Ac:	0	Trust:	0,39	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,34	
Ac:	0,7	Trust:	0,37	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,77	
Ac:	0,7	Trust:	0,34	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,76	
Ac:	0,7	Trust:	0,33	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,75	
Ac:	0	Trust:	0,33	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,33	
Ac:	0	Trust:	0,36	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,33	
Ac:	0,79	Trust:	0,39	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,79	
Ac:	0,98	Trust:	0,41	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,85	
Ac:	0,98	Trust:	0,42	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,85	
Ac:	0	Trust:	0,41	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,35	
Ac:	0	Trust:	0,39	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,34	
Ac:	0	Trust:	0,37	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,33	
Ac:	0	Trust:	0,37	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,34	
Média	Ac:	0,467222	Trust:	0,387222	U:	0,983889	Cm:	0,555556	QoC:	0,598889

### 5.1.2 Cenário 2

Neste cenário foi feita a seguinte configuração do sensor:

- Precisão média = 90%
- Alcance (distância máxima) = 30
- Probabilidade de ler um novo valor = 70%
- Probabilidade de não ler nada (ler zero) = 5%

Agora se espera uma QoC maior, visto que a precisão do sensor é maior, então *Accuracy* deve ser maior, a probabilidade do sensor atualizar é maior, bem como a probabilidade dele não ler nada é menor, indicando que *Completeness* deverá ser maior que o cenário anterior.

Agora também foi alterando o alcance de 10 para 30, então espera-se um *Trust-worthiness* mais elevado também.

Tabela 7 - Saída simulação cenário 2 temperatura

Tempo	Temperatura
10	R: 37.92 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.2
20	R: 37.92 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.2
30	R: 38.07 L: 37.77 P: 0.99 Ac: 1.04 Trust: 0.81 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.96
40	R: 37.95 L: 0 P: 0 Ac: 1.04 Trust: 0.81 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.96
50	R: 37.95 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.81 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.45
60	R: 38.13 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.45
70	R: 38.25 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.44
80	R: 38.25 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.44
90	R: 38.4 L: 37.13 P: 0.97 Ac: 1.02 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.95
100	R: 38.44 L: 38.35 P: 1 Ac: 1.02 Trust: 0.81 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.95
110	R: 38.44 L: 38.35 P: 1 Ac: 1.05 Trust: 0.81 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.97
120	R: 38.24 L: 34.47 P: 0.9 Ac: 0.95 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.94
130	R: 37.96 L: 0 P: 0 Ac: 0.95 Trust: 0.79 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.93
140	R: 37.96 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.45
150	R: 37.72 L: 34.27 P: 0.91 Ac: 0.96 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.94
160	R: 37.82 L: 0 P: 0 Ac: 0.96 Trust: 0.8 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.94
170	R: 37.82 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.45
180	R: 37.6 L: 30.35 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.91
190	R: 37.58 L: 0 P: 0 Ac: 0.85 Trust: 0.79 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.91
200	R: 37.58 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.98 Cm: 0 QoC: 0.45
210	R: 37.53 L: 30.77 P: 0.82 Ac: 0.86 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.92
220	R: 37.35 L: 33.66 P: 0.9 Ac: 0.86 Trust: 0.81 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.91
230	R: 37.35 L: 33.66 P: 0.9 Ac: 0.95 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.94

Aqui o maior QoC obtido foi 0.97 e o menor 0.2 neste intervalo de tempo. O QoC geral foi em média maior que o anterior. Além disso, a *Accuracy* foi no geral maior, do instante 90 ao 110 ela ultrapassa o valor 1, pois o sensor atinge uma precisão maior do que a exigida pelo usuário.

A partir do instante 30 tem-se os seguintes resultados:

Tabela 8 - Média cenário 2 temperatura

Ac:	1,04	Trust:	0,81	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,96	
Ac:	1,04	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96	
Ac:	0	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,45	
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,45	
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,44	
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,44	
Ac:	1,02	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,95	
Ac:	1,02	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,95	
Ac:	1,05	Trust:	0,81	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,97	
Ac:	0,95	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,94	
Ac:	0,95	Trust:	0,79	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,93	
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,45	
Ac:	0,96	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,94	
Ac:	0,96	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,94	
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,45	
Ac:	0,85	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,91	
Ac:	0,85	Trust:	0,79	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,91	
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0	QoC:	0,45	
Ac:	0,86	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,92	
Ac:	0,86	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,91	
Ac:	0,95	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,94	
Média	Ac:	0,63619	Trust:	0,801905	U:	0,986667	Cm:	0,666667	QoC:	0,774286

### 5.1.3 Cenário 3

Neste cenário, em relação ao anterior, mudou-se apenas a probabilidade de ler um novo valor e a probabilidade de não ler nada, para 15% e 80% respectivamente. Gerando os seguintes valores:

Tabela 9 - Saída simulação cenário 3 temperatura

Tempo	Temperatura
440	R: 36.39 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.81 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.2
450	R: 36.48 L: 30.65 P: 0.84 Ac: 0.88 Trust: 0.8 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.92
460	R: 36.01 L: 30.65 P: 0.84 Ac: 0.88 Trust: 0.8 U: 0.99 Cm: 1 QoC: 0.92
470	R: 36.01 L: 30.65 P: 0.84 Ac: 0.88 Trust: 0.8 U: 0.99 Cm: 1 QoC: 0.92
480	R: 35.65 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.99 Cm: 0 QoC: 0.45
490	R: 35.26 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.44
500	R: 35.26 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.44
510	R: 35.02 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.79 U: 0.97 Cm: 0 QoC: 0.44
520	R: 35 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.79 U: 0.96 Cm: 0 QoC: 0.44
530	R: 35 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.79 U: 0.96 Cm: 0 QoC: 0.44
540	R: 35.21 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.96 Cm: 0 QoC: 0.44
550	R: 35.14 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.95 Cm: 0 QoC: 0.44
560	R: 35.14 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.79 U: 0.95 Cm: 0 QoC: 0.43
570	R: 35.22 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.95 Cm: 0 QoC: 0.44
580	R: 35.18 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.93 Cm: 0 QoC: 0.43
590	R: 35.18 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.81 U: 0.93 Cm: 0 QoC: 0.44
600	R: 35.05 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.93 Cm: 0 QoC: 0.43
610	R: 35 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.79 U: 0.92 Cm: 0 QoC: 0.43
620	R: 35 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.92 Cm: 0 QoC: 0.43
630	R: 35 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.92 Cm: 0 QoC: 0.43
640	R: 35.04 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.91 Cm: 0 QoC: 0.43
650	R: 35.04 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.8 U: 0.91 Cm: 0 QoC: 0.43
660	R: 35.21 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.81 U: 0.91 Cm: 0 QoC: 0.43

O intervalo se iniciou em 440 pois antes disso, nada no sensor foi lido, o que deixaria o QoC geral médio muito inferior nos instantes anteriores.

Seguindo o mesmo processo dos cenários anteriores:

Tabela 10 - Média cenário 3 temperatura

Ac:	0	Trust:	0,81	U:	0	Cm:	0	QoC:	0,2
Ac:	0,88	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,92
Ac:	0,88	Trust:	0,8	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,92
Ac:	0,88	Trust:	0,8	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,92
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,99	Cm:	0	QoC:	0,45
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,97	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,96	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,96	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,96	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,95	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,95	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,95	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,93	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,81	U:	0,93	Cm:	0	QoC:	0,44
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,93	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,92	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,92	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,92	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,91	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,91	Cm:	0	QoC:	0,43
Ac:	0	Trust:	0,81	U:	0,91	Cm:	0	QoC:	0,43
Média	0,114783		0,79913		0,908261		0,130435		0,488696

Porém com o passar do tempo nessa simulação a probabilidade do sensor atualizar é pequena, fazendo com que um dado fique muito antigo. Na figura abaixo é mostrado o resultado da média da mesma simulação no intervalo 680 ao 910.

Tabela 11 - Média no intervalo 680 a 910, cenário 3 temperatura

Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0,89	Cm:	0	QoC:	0,42
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,89	Cm:	0	QoC:	0,42
Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0,88	Cm:	0	QoC:	0,42
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,88	Cm:	0	QoC:	0,42
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,88	Cm:	0	QoC:	0,42
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,87	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,87	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,87	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,85	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,85	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,85	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,84	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,84	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,84	Cm:	0	QoC:	0,41
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,83	Cm:	0	QoC:	0,4
Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0,83	Cm:	0	QoC:	0,4
Ac:	0	Trust:	0,77	U:	0,83	Cm:	0	QoC:	0,4
Ac:	0	Trust:	0,77	U:	0,81	Cm:	0	QoC:	0,39
Ac:	0	Trust:	0,76	U:	0,81	Cm:	0	QoC:	0,39
Ac:	0	Trust:	0,75	U:	0,81	Cm:	0	QoC:	0,39
Ac:	0	Trust:	0,75	U:	0,8	Cm:	0	QoC:	0,39
Ac:	0	Trust:	0,74	U:	0,8	Cm:	0	QoC:	0,38
Ac:	0	Trust:	0,74	U:	0,8	Cm:	0	QoC:	0,39
Ac:	0	Trust:	0,75	U:	0,79	Cm:	0	QoC:	0,38
Média	0		0,772917		0,842083		0		0,404167

Conforme o sensor não atualiza, o *Up-to-dateness* vai ficando mais baixo, pois a informação está ficando velha, deteriorando cada vez mais o QoC.

#### 5.1.4 Avaliação de QoC

O cenário dois claramente possuem uma melhor qualidade nos dados informados pelo sensor. Até porque sua configuração é melhor. No entanto, essa discrepância entre os cenários foi proposital para demonstrar uma avaliação parâmetros de QoC escolhidos neste trabalho.

No cenário 1 por exemplo, observa-se na Tabela 6, que *Accuracy*, *Trustworthiness* e *Completeness* possuem médias baixas, então:

- O parâmetro *Accuracy* baixo indica que a precisão do sensor é baixo naquele contexto, podendo haver um problema com o sensor;

- *Trust* baixo indica que o sensor está além do alcance limite do sensor, portanto os dados recebidos dele não são confiáveis;
- *Completeness* igual a zero indica que o dado não está completo, podendo haver uma falha na comunicação, ou até mesmo o sensor ter caído do agente.

Segundo a avaliação dos parâmetros acima foi possível perceber que a precisão do sensor não é suficiente ( sensor possui 75% e usuário espera pelo menos 95%), o alcance de 10 não foi bom o suficiente, e há muita probabilidade de falha de comunicação.

No cenário 2, o *Trust-worthiness* médio é 0,8 superando o do cenário 1, isso indica que o alcance do sensor está melhor. A média de *Accuracy* e *Completeness* ainda não é tão grande, mas ao analisar caso a caso, quando esses valores estão baixos o QoC também está baixo. Então neste cenário, o QoC só fica baixo quando há algum problema de comunicação, falha do sensor, ou até mesmo se o sensor caiu do agente.

No cenário 3 (segunda Tabela 11), observa-se apenas uma amostragem da simulação. O parâmetro *Up-to-dateness* sempre diminui por muito tempo, diminuído muito sua média. Então temos aqui claramente um problema na comunicação do sensor, já que os dados estão ficando sempre desatualizados.

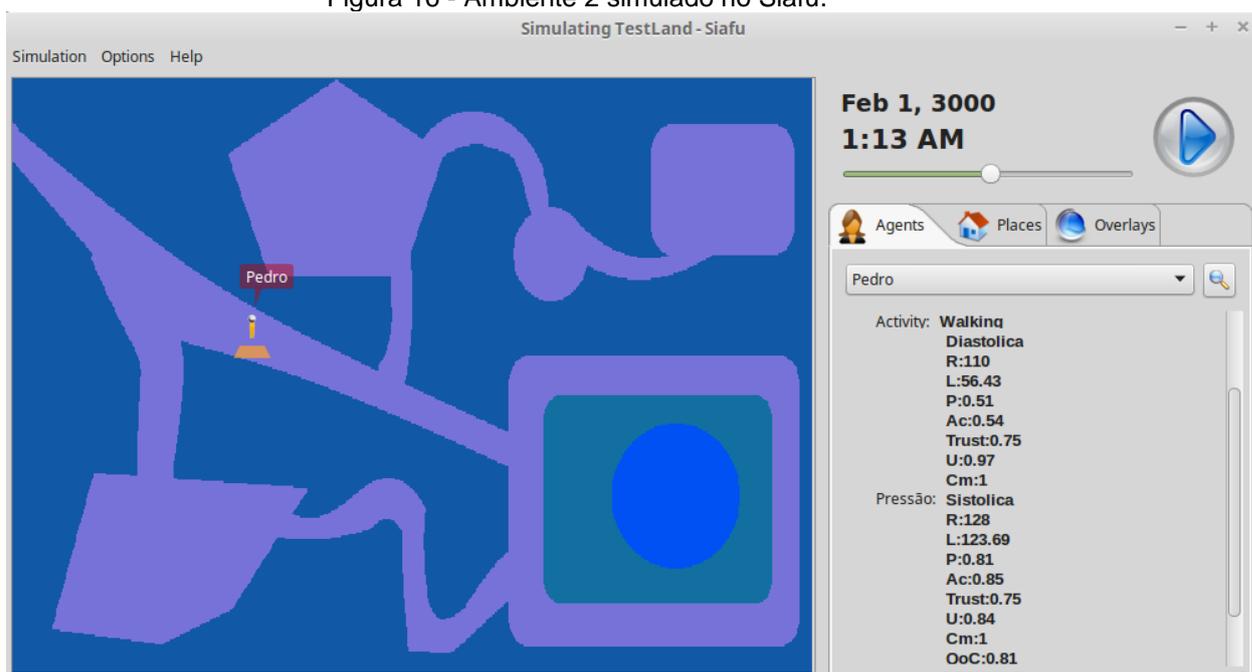
Nos três cenários avaliados o parâmetro *Completeness* sempre é igual zero quando *Accuracy* também é zero. Isso porque o primeiro é zero quando não há informação vinda do sensor, e o segundo, quando não há informação vinda do sensor possui precisão igual a zero, e no cálculo proposto nesse trabalho acaba por *Accuracy* sendo zero também. Por isso, foi simulado o mesmo ambiente, com um sensor de pressão.

## **5.2 Ambiente 2 – sensor de pressão**

O segundo ambiente de simulação é igual ao do 5.1, porém agora ao invés de utilizar um sensor de temperatura é um sensor de pressão. O sensor de pressão mede pressão Sistólica e Diastólica. Dessa forma o parâmetro *Completeness* terá seu cálculo diferente, de acordo com o capítulo 4.1.

Da mesma maneira, a cada 10 segundos simulados, é calculado os valores dos parâmetros propostos do capítulo anterior, bem como o valor geral do QoC. A simulação no Siflu fica conforme a Figura 16.

Figura 16 - Ambiente 2 simulado no Siafu.



Similarmente o arquivo CSV gerado pelo Siafu é mostrado na Tabela 12:

Tabela 12 - Saída CSV do provedor de contexto (Ambiente 2)

Tempo	Pressão
10	Diastolica-> R: 110 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.41 U: 0 Cm: 0 Sistolica-> R: 115 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.41 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.12
20	Diastolica-> R: 110 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.43 U: 0 Cm: 0 Sistolica-> R: 115 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.43 U: 0 Cm: 0 QoC: 0.12
30	Diastolica-> R: 106 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.43 U: 1 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 110 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.43 U: 0 Cm: 0.5 QoC: 0.46
40	Diastolica-> R: 110 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.43 U: 0.98 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 122 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.43 U: 0 Cm: 0.5 QoC: 0.46
50	Diastolica-> R: 110 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.43 U: 0.98 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 122 L: 0 P: 0 Ac: 0 Trust: 0.43 U: 0 Cm: 0.5 QoC: 0.46
60	Diastolica-> R: 93 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.41 U: 0.98 Cm: 1 Sistolica-> R: 113 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.41 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.79
70	Diastolica-> R: 81 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.4 U: 0.97 Cm: 1 Sistolica-> R: 146 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.4 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.78
80	Diastolica-> R: 81 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.39 U: 0.97 Cm: 1 Sistolica-> R: 146 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.39 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.78
90	Diastolica-> R: 92 L: 89.17 P: 0.84 Ac: 0.89 Trust: 0.37 U: 0.97 Cm: 1 Sistolica-> R: 138 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.37 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.78
100	Diastolica-> R: 110 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.89 Trust: 0.36 U: 0.95 Cm: 1 Sistolica-> R: 137 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.36 U: 0.97 Cm: 1 QoC: 0.77
110	Diastolica-> R: 110 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.35 U: 1 Cm: 1 Sistolica-> R: 137 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.35 U: 0.97 Cm: 1 QoC: 0.73
120	Diastolica-> R: 110 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.33 U: 1 Cm: 1 Sistolica-> R: 125 L: 91.57 P: 0.81 Ac: 0.85 Trust: 0.33 U: 0.97 Cm: 1 QoC: 0.73
130	Diastolica-> R: 97 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.3 U: 0.98 Cm: 1 Sistolica-> R: 136 L: 121.69 P: 0.89 Ac: 0.85 Trust: 0.3 U: 0.95 Cm: 1 QoC: 0.71
140	Diastolica-> R: 97 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.3 U: 0.98 Cm: 1 Sistolica-> R: 136 L: 121.69 P: 0.89 Ac: 0.94 Trust: 0.3 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.73
150	Diastolica-> R: 84 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.31 U: 0.98 Cm: 1 Sistolica-> R: 167 L: 121.69 P: 0.89 Ac: 0.94 Trust: 0.31 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.74
160	Diastolica-> R: 80 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.33 U: 0.97 Cm: 1 Sistolica-> R: 180 L: 139.85 P: 0.78 Ac: 0.94 Trust: 0.33 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.74
170	Diastolica-> R: 80 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.31 U: 0.97 Cm: 1 Sistolica-> R: 180 L: 139.85 P: 0.78 Ac: 0.82 Trust: 0.31 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.72
180	Diastolica-> R: 95 L: 64.2 P: 0.58 Ac: 0.61 Trust: 0.3 U: 0.97 Cm: 1 Sistolica-> R: 170 L: 139.85 P: 0.78 Ac: 0.82 Trust: 0.3 U: 1 Cm: 1 QoC: 0.71
190	Diastolica-> R: 94 L: 0 P: 0.97 Ac: 0.61 Trust: 0.29 U: 0.95 Cm: 1 Sistolica-> R: 166 L: 139.85 P: 0.78 Ac: 0.82 Trust: 0.29 U: 0.98 Cm: 1 QoC: 0.71
200	Diastolica-> R: 94 L: 0 P: 0.97 Ac: 0 Trust: 0.31 U: 1 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 166 L: 139.85 P: 0.78 Ac: 0.82 Trust: 0.31 U: 0.98 Cm: 0.5 QoC: 0.56
210	Diastolica-> R: 80 L: 0 P: 0.97 Ac: 0 Trust: 0.32 U: 1 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 172 L: 121.7 P: 0.71 Ac: 0.74 Trust: 0.32 U: 1 Cm: 0.5 QoC: 0.55
220	Diastolica-> R: 93 L: 0 P: 0.97 Ac: 0 Trust: 0.34 U: 0.99 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 180 L: 121.7 P: 0.71 Ac: 0.74 Trust: 0.34 U: 0.99 Cm: 0.5 QoC: 0.56
230	Diastolica-> R: 93 L: 0 P: 0.97 Ac: 0 Trust: 0.36 U: 0.99 Cm: 0.5 Sistolica-> R: 180 L: 121.7 P: 0.71 Ac: 0.74 Trust: 0.36 U: 0.99 Cm: 0.5 QoC: 0.56

## 5.2.1 Comparando e avaliando os cenários

- Cenário 1:

Tabela 13 - Média pressão diastólica cenário 1

Diastolica-> Ac:	0	Trust:	0,41	U:	0	Cm:	0	
Diastolica-> Ac:	0	Trust:	0,43	U:	0	Cm:	0	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,43	U:	1	Cm:	0,5	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,43	U:	0,98	Cm:	0,5	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,43	U:	0,98	Cm:	0,5	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,41	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,4	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,39	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,37	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,36	U:	0,95	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,35	U:	1	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,33	U:	1	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,3	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,3	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,31	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,33	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,31	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,3	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0,61	Trust:	0,29	U:	0,95	Cm:	1	
Diastolica-> Ac:	0	Trust:	0,31	U:	1	Cm:	0,5	
Diastolica-> Ac:	0	Trust:	0,32	U:	1	Cm:	0,5	
Diastolica-> Ac:	0	Trust:	0,34	U:	0,99	Cm:	0,5	
Diastolica-> Ac:	0	Trust:	0,36	U:	0,99	Cm:	0,5	
<b>Média</b>	<b>Diastolica-&gt; Ac:</b>	<b>0,548261</b>	<b>Trust:</b>	<b>0,356957</b>	<b>U:</b>	<b>0,894783</b>	<b>Cm:</b>	<b>0,76087</b>

Tabela 14 - Média pressão sistólica cenário 1

Sistolica-> Ac:	0	Trust:	0,41	U:	0	Cm:	0	QoC:	0,12
Sistolica-> Ac:	0	Trust:	0,43	U:	0	Cm:	0	QoC:	0,12
Sistolica-> Ac:	0	Trust:	0,43	U:	0	Cm:	0,5	QoC:	0,46
Sistolica-> Ac:	0	Trust:	0,43	U:	0	Cm:	0,5	QoC:	0,46
Sistolica-> Ac:	0	Trust:	0,43	U:	0	Cm:	0,5	QoC:	0,46
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,41	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,79
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,4	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,78
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,39	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,78
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,37	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,78
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,36	U:	0,97	Cm:	1	QoC:	0,77
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,35	U:	0,97	Cm:	1	QoC:	0,73
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,33	U:	0,97	Cm:	1	QoC:	0,73
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,3	U:	0,95	Cm:	1	QoC:	0,71
Sistolica-> Ac:	0,94	Trust:	0,3	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,73
Sistolica-> Ac:	0,94	Trust:	0,31	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,74
Sistolica-> Ac:	0,94	Trust:	0,33	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,74
Sistolica-> Ac:	0,82	Trust:	0,31	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,72
Sistolica-> Ac:	0,82	Trust:	0,3	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,71
Sistolica-> Ac:	0,82	Trust:	0,29	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,71
Sistolica-> Ac:	0,82	Trust:	0,31	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	0,74	Trust:	0,32	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,55
Sistolica-> Ac:	0,74	Trust:	0,34	U:	0,99	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	0,74	Trust:	0,36	U:	0,99	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	0,657391	Trust:	0,356957	U:	0,7704348	Cm:	0,76087	QoC:	0,620435

Observando as duas, é notável a diferença entre esse ambiente e o anterior. Cada pressão possui sua própria *Accuracy* e *Up-to-dateness*, porém *Completeness* e *Trust-worthiness* são a mesma para as duas, pois o primeiro leva em consideração a presença da leitura de ambas as pressões, e o segundo considera o alcance do sensor em si.

- Cenário 2:

Tabela 15 - Média pressão diastólica cenário 2

Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0	Cm:	0	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,81	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,8	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,79	U:	0	Cm:	0,5	
Diastolica->	Ac:	1,05	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	1	
Diastolica->	Ac:	1,05	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica->	Ac:	1,05	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica->	Ac:	1,05	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	1	
Diastolica->	Ac:	1,05	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	1	
Diastolica->	Ac:	1,05	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	1	
Média	Diastolica->	Ac:	0,273913	Trust:	0,796522	U:	0,255652	Cm:	0,608696

Tabela 16 - Média pressão sistólica cenário 2

Sistolica-> Ac:	0	Trust:	0,78	U:	0	Cm:	0	QoC:	0,22
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,79	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,58
Sistolica-> Ac:	0,98	Trust:	0,79	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,58
Sistolica-> Ac:	0,98	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,58
Sistolica-> Ac:	0,91	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,57
Sistolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,57
Sistolica-> Ac:	0,89	Trust:	0,79	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	1,03	Trust:	0,79	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,59
Sistolica-> Ac:	0,9	Trust:	0,79	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,57
Sistolica-> Ac:	0,9	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,57
Sistolica-> Ac:	0,9	Trust:	0,81	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,57
Sistolica-> Ac:	0,98	Trust:	0,8	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,58
Sistolica-> Ac:	0,98	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,58
Sistolica-> Ac:	1,04	Trust:	0,79	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,59
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,79	U:	1	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,79	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,79	U:	0,98	Cm:	0,5	QoC:	0,56
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,8	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,93
Sistolica-> Ac:	0,85	Trust:	0,8	U:	0,97	Cm:	1	QoC:	0,92
Sistolica-> Ac:	0,93	Trust:	0,81	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,94
Sistolica-> Ac:	1	Trust:	0,81	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,95
Sistolica-> Ac:	1	Trust:	0,8	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,94
Sistolica-> Ac:	1	Trust:	0,8	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,94
Sistolica-> Ac:	0,891739	Trust:	0,796522	U:	0,947391	Cm:	0,608696	QoC:	0,652609

Com esse tipo de sensor, o parâmetro *Completeness* possui um significado diferente de *Accuracy*. Pois agora verifica se todos os atributos medidos estão presentes. A simulação deste cenário mostrou muito bem isso nos valores iniciais, por mais que a pressão diastólica não estava sendo medida, a sistólica estava fazendo com que o *Cm* ficasse em 0.5 e não 0, comprometendo ainda mais a qualidade. Com o sensor de temperatura quando a *Accuracy* estava em zero, já indicava que o valor não estava presente, então ficavam dois parâmetros que diziam a mesma coisa. No final das contas era como se fosse peso 2 no cálculo final do QoC. Portanto, a escolha dos parâmetros também influencia na qualidade de contexto, isso será mostrado mais claramente no capítulo 5.4.

### 5.3 Outras questões

Foi testado também para os mesmos cenários de 5.2, um QoC geral diferente, com pesos. Onde *Completeness* peso 4; *Accuracy* e *Trust-worthiness* peso 2; *Up-to-dateness* peso 1. Foi simulado de duas horas e não observou-se uma grande diferença no valor geral do QoC.

- Cenário 2 pressão

Tabela 17 - Média pressão diastólica cenário 2 QoC geral com pesos

7340	Diastolica->	Ac:	0,91	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1
7350	Diastolica->	Ac:	0,91	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1
7360	Diastolica->	Ac:	0,91	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1
7370	Diastolica->	Ac:	0,89	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7380	Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	0,5
7390	Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	0,5
7400	Diastolica->	Ac:	0	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	0,5
7410	Diastolica->	Ac:	0,91	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7420	Diastolica->	Ac:	0,91	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7430	Diastolica->	Ac:	0,9	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7440	Diastolica->	Ac:	0,9	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7450	Diastolica->	Ac:	0,9	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7460	Diastolica->	Ac:	0,94	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7470	Diastolica->	Ac:	0,93	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7480	Diastolica->	Ac:	0,93	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7490	Diastolica->	Ac:	0,93	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7500	Diastolica->	Ac:	0,88	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7510	Diastolica->	Ac:	0,88	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7520	Diastolica->	Ac:	0,88	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7530	Diastolica->	Ac:	0,92	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7540	Diastolica->	Ac:	0,92	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
7550	Diastolica->	Ac:	0,97	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1
Média	Diastolica->	Ac:	0,853033	Trust:	0,685801	U:	0,970768	Cm:	0,921854

Tabela 18 - Média pressão sistólica cenário 2 QoC geral com pesos

Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	1	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	0,5	QoC:	0,76
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	0,5	QoC:	0,76
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	0,5	QoC:	0,76
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,99	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,97
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,97
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,98	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,97	Cm:	1	QoC:	0,96
Sistolica-> Ac:	0,95	Trust:	0,95	U:	0,97	Cm:	1	QoC:	0,97
Sistolica-> Ac:	0,898212	Trust:	0,685801	U:	0,989603	Cm:	0,921854	QoC:	0,857682

Outra questão a ser pensada é em cenários reais. Em um ambiente simulado, é possível realizar o cálculo do parâmetro *Accuracy* da maneira que foi proposta pois temos o valor real do indivíduo monitorado, mas isso não se aplica no mundo real. Justamente porque é inviável, em tempo real, realizar a captura de todos esses dados. Por isso, para cenários reais, seria necessário reavaliar a escolha dos parâmetros, escolhendo aqueles que são plausíveis, ou seja, quantificáveis em tempo real, para assim, poder ser feita uma avaliação dos dados obtidos.

#### 5.4 Considerações do capítulo

Essa seção mostra os resultados dos cenários anteriores aplicados à duas horas de simulação. Em outras palavras, foi simulado um ambiente com um agente andando nele, monitorado pelos sensores de temperatura e pressão, por duas horas:

Tabela 19 – Resultados comparados

	Média Ac	Média T	Média U	Média Cm	QoC geral
Cenário 1 Temperatura	0.273072	0.317739	0.981955	0.345745	0.479654
Cenário 2 Temperatura	0.700664	0.699827	0.994157	0.737052	0.782736

Cenário 3 Temperatura	0.097886	0.668098	0.559468	0.107713	0.358271
Cenário 1 Pressão Sistólica	0.5894407	0.3269374	0.9811185	0.7177097	0.6414667
Cenário 1 Pressão Diastólica	0.5580027		0.9865246		
Cenário 2 Pressão Sistólica	0.901662	0.654854	0.987088	0.946144	0.8577926
Cenário 2 Pressão Diastólica	0.89137		0.969641		

Observando as duas primeiras linhas da Tabela 19 e comparando com as 4 últimas linhas, podemos ver que a QoC média é melhor nas 4 últimas linhas, pois agora *Completeness* possui um significado diferente de *Accuracy* melhorando o cálculo final da qualidade de contexto. Isso indica que a escolha dos parâmetros a serem quantificados e avaliados devem ser escolhidos de acordo com o contexto do ambiente em questão. Isso pode ser melhor observado nos gráficos abaixo:

Figura 17 – Gráfico da temperatura cenário 1.

Figura 18 – Gráfico da pressão

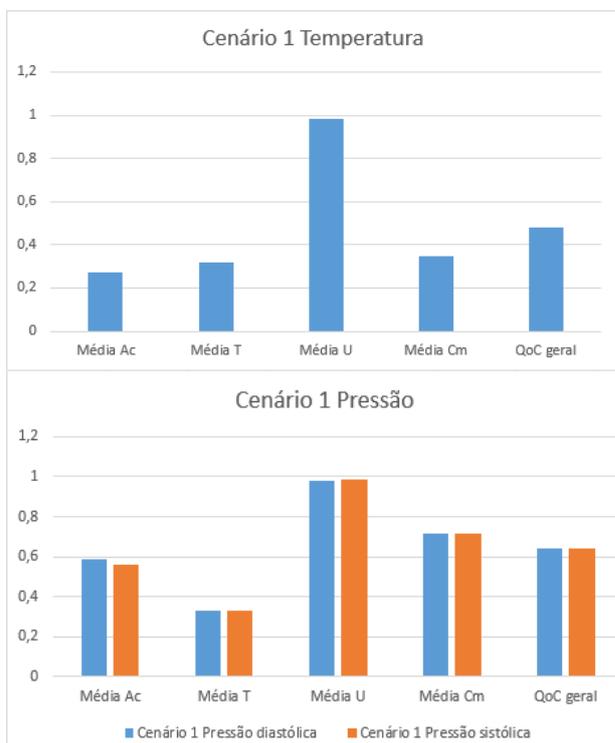
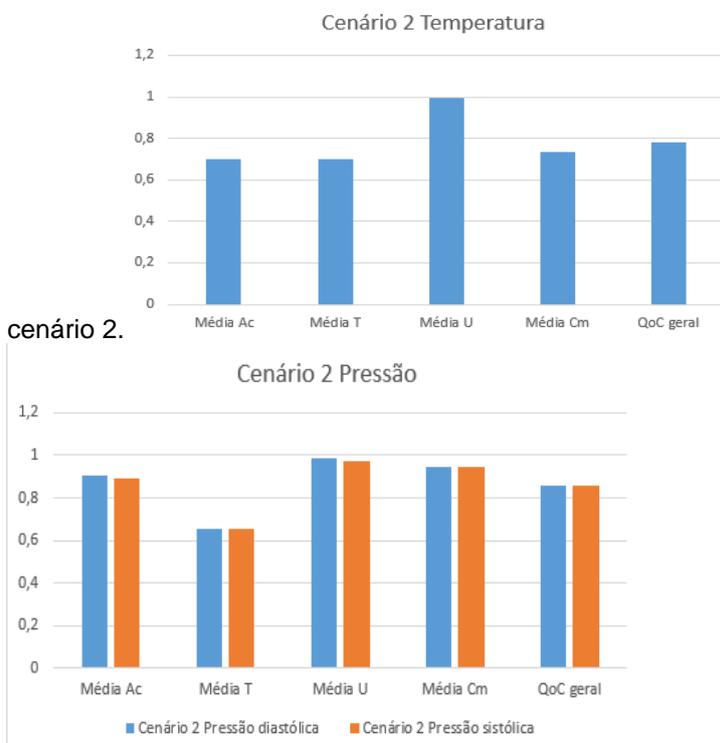


Figura 19 – Gráfico da temperatura cenário 2.

Figura 20 – Gráfico da pressão



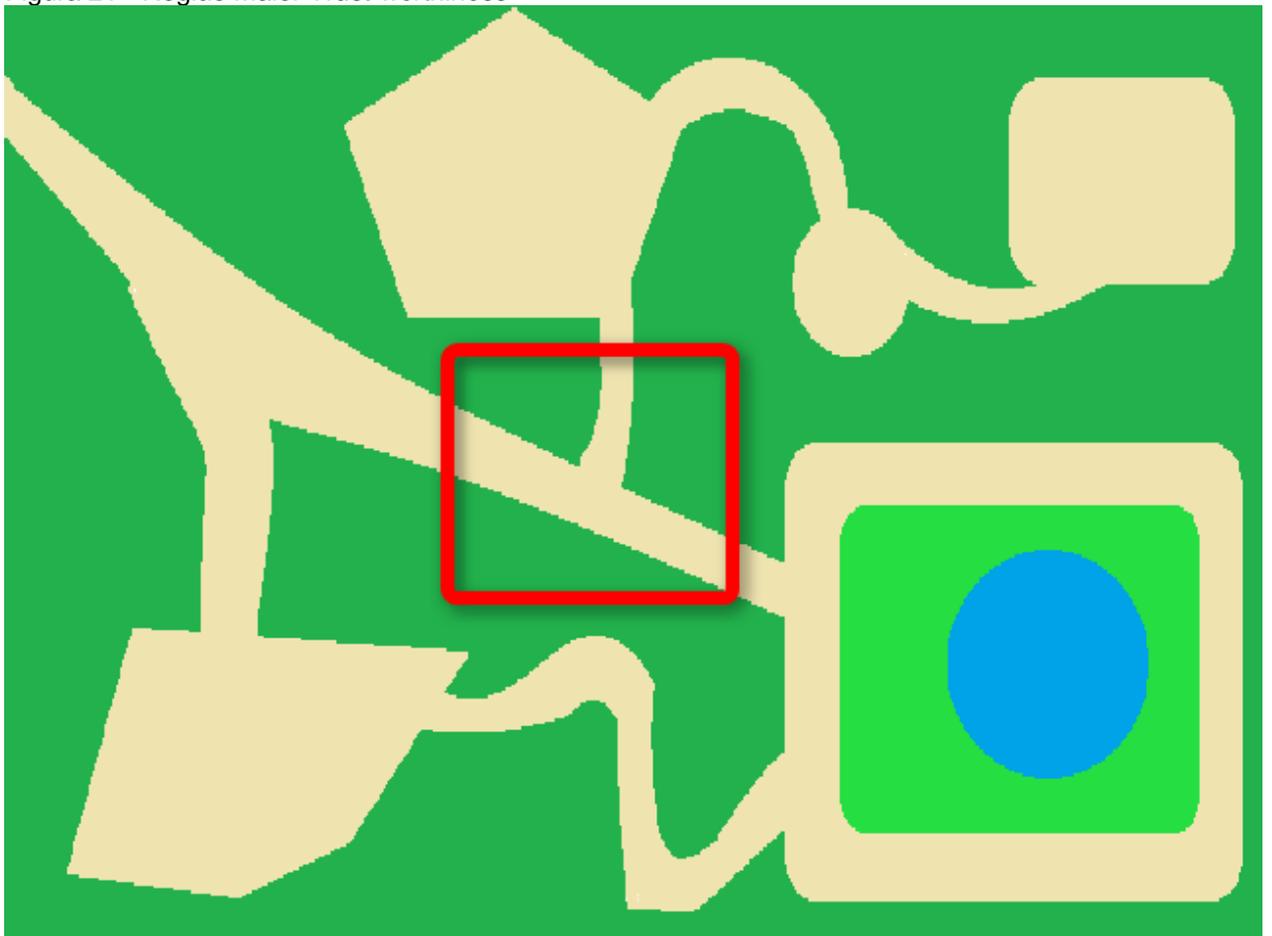
cenário 2.

Observamos que para a temperatura o QoC geral não chegou em 0.6 e 0.8 nos cenários 1 e 2 respectivamente. Já no caso da pressão esses dois valores foram ultrapassados. O mesmo acontece com o parâmetro *Completeness*.

É notável também que a o QoC é maior no cenário 2, onde as configurações do sensor são melhores, em outra palavras, é possível utilizar esse método com o propósito de saber qual é a melhor configuração dos sensores biomédicos em ambientes monitorados nos cenários experimentais.

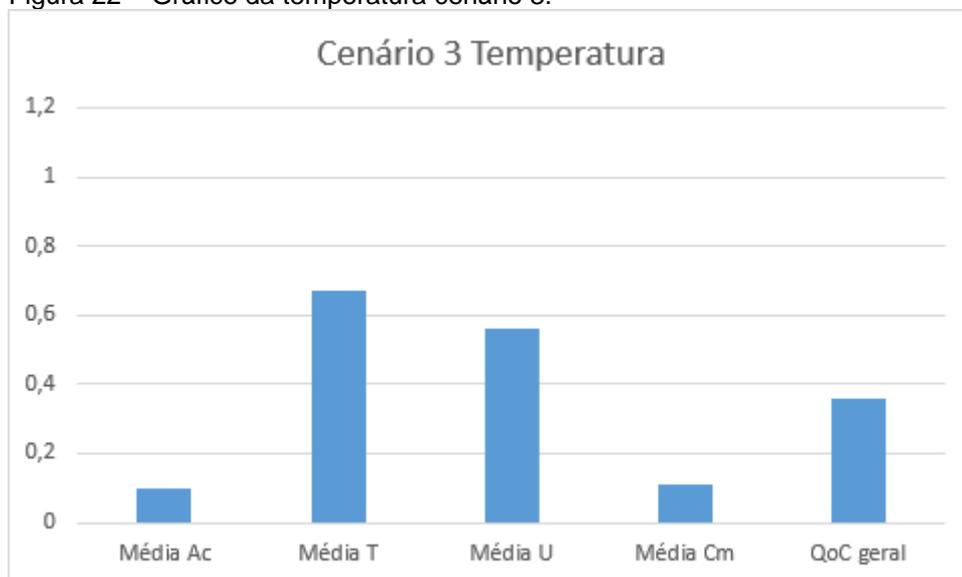
O parâmetro *Trust-worthiness* aumenta conforme o alcance do sensor, além disso, depende muito do ambiente a ser simulado. No ambiente proposto neste trabalho por exemplo quanto mais perto de determinada região (Figura 17), maior a confiabilidade. Sendo assim, pode-se verificar até que distância o sensor pode estar para que a qualidade dos dados não seja comprometida.

Figura 21 - Região maior *Trust-worthiness*



O parâmetro *Up-to-dateness* conforme a figura 21, é mais baixo no cenário 3, onde não chegou nem a 0.6, pois a chance do sensor atualizar neste cenário é de 15%. Em outras palavras, em 75% os dados lidos pelo sensor estavam desatualizados:

Figura 22 – Gráfico da temperatura cenário 3.



## 6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A realização deste trabalho foi motivada pelo desafio de melhorar o cenário experimental de sensores biomédicos em *Ambient Assisted Living*, considerando que os custos de coleta de dados diretamente com sensores e pessoas são altos, pois demanda muito tempo de coleta de dados, bem como a obtenção de sensores. Objetivando esse problema, se propôs um método de quantificar e avaliar parâmetros de contexto em um ambiente por meio de um simulador.

Através do Siafu, foi desenvolvido um cenário de um parque com um agente caminhando no ambiente. O agente possui sensores de temperatura e pressão, lendo a cada 30 segundos um novo valor. Com isso, realizou-se uma pesquisa na base de dados feita pelo trabalho [7] para a escolha dos quatro parâmetros propostos, bem como suas respectivas quantificações e avaliações.

Para realização dos testes, escolheu-se alguns cenários (configurações do sensor) e diante dessa configuração, já era possível imaginar os resultados possíveis. Foi realizado nesses cenários, simulações de duas horas, gerando dados a cada 10 segundos em um arquivo CSV. Trabalhando no arquivo CSV tirou-se os valores médios de cada parâmetro, e em cima desses valores foi feita a avaliação de contexto, consolidando as configurações propostas previamente. Outras considerações feitas em cima desses arquivos CSV foram que a escolha dos parâmetros pode influenciar numa baixa qualidade de contexto.

Para trabalhos futuros pode ser feito uma mineração desses dados CSV, a fim de obter relações entre parâmetros de contextos, ou até mesmo quais parâmetros são mais significantes em determinados ambiente ou em determinados sensores; para efeitos de data mining seriam necessários conjuntos de dados maiores.

Também pode ser direcionado a consolidação do método de quantificação e avaliação de dados utilizando sensores, pessoas e ambientes reais, tendo em vista que o mundo real possui certas limitações que a simulação acaba por ocultar.

Por fim, testar outros parâmetros da literatura, podendo observar outras causas de problemas de QoC.

## REFÊRENCIAS

[1]. PIEPER, Michael; ANTONA, Margherita; CORTÉS, Ulisses. Introduction to the Special theme Ambient Assisted Living. **Ercim News**, Londres, p.18-19, out. 2011. Mensal. Disponível em: <<http://ercim-news.ercim.eu/en87>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

[2]. COSTA, Ricardo et al. Ambient assisted living. In: **3rd Symposium of Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence 2008**. Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 86-94.

- [3]. NAKAGAWA, Elisa Y. et al. Relevance and perspectives of AAL in Brazil. **Journal of Systems and Software**, v. 86, n. 4, p. 985-996, 2013.
- [4]. WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.
- [5]. ACAMPORA, Giovanni et al. A survey on ambient intelligence in healthcare. **Proceedings of the IEEE**, v. 101, n. 12, p. 2470-2494, 2013.
- [6]. APPIAH, Kofi et al. Human behavioural analysis with self-organizing map for ambient assisted living. In: **2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)**. IEEE, 2014. p. 2430-2437.
- [7]. NAZÁRIO, Débora Cabral et al. Cuida: um modelo de conhecimento de qualidade de contexto aplicado aos ambientes ubíquos internos em domicílios assistidos. 2015.
- [8]. NAZÁRIO, Débora Cabral et al. Toward assessing Quality of Context parameters in a ubiquitous assisted environment. In: **2014 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)**. IEEE, 2014. p. 1-6.
- [9]. SUN, Hong et al. Promises and challenges of ambient assisted living systems. In: **Information Technology: New Generations, 2009. ITNG'09. Sixth International Conference on**. Ieee, 2009. p. 1201-1207.
- [10]. BUCHHOLZ, T.; KUPPER, A.; SCHIFFERS, M. Quality of context: what it is and why it need. In: **Proc. of the Workshop of the HP OpenView University Association 2003 (HPOVUA2003)**. 2003.

[11]. MCNAULL, James et al. Data and information quality issues in ambient assisted living systems. **Journal of Data and Information Quality (JDIQ)**, v. 4, n. 1, p. 4, 2012.

[12]. AARTS, Emile. Philips Research. **Ambient Intelligence: A Multimedia Perspective**, 2004.

[13]. CHEN, David; DOUMEINGTS, Guy. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications—basic concepts, framework and roadmap. **Annual Reviews in Control**, v. 27, n. 2, p. 153-162, 2003.

[14]. CHEN, David. Practices, principles and patterns for interoperability. 2005.

[15]. SCHILIT, Bill N.; THEIMER, Marvin M. Disseminating active map information to mobile hosts. **IEEE network**, v. 8, n. 5, p. 22-32, 1994.

[16]. VIANA, Windson et al. A semantic approach and a web tool for contextual annotation of photos using camera phones. In: **International Conference on Web Information Systems Engineering**. Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 225-236.

[17]. AVCI, Akin et al. Activity recognition using inertial sensing for healthcare, wellbeing and sports applications: A survey. In: **Architecture of computing systems (ARCS), 2010 23rd international conference on**. VDE, 2010. p. 1-10.

[18]. ERMES, Miikka et al. Detection of daily activities and sports with wearable sensors in controlled and uncontrolled conditions. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, v. 12, n. 1, p. 20-26, 2008.

[19]. MOREIRA, Jailson. Um Exemplo de Computação Ubíqua em Serviços de Saúde Orientados ao Utente. 2011.

[20]. LOUREIRO, Antonio Alfredo Ferreira et al. Computação ubíqua ciente de contexto: Desafios e tendências. **27o Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. Anais**, p. 99-149, 2009.

[21]. IEEEEXPLORER Digital Library. Disponível em:<  
<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp/>>. Acessado em: 12 de nov. de 2016.

[22]. ACM Portal Digital Library. Disponível em: < <http://dl.acm.org/>>. Acessado em: 12 de nov. de 2016.

[23]. RASHIDI, Parisa; MIHAILIDIS, Alex. A survey on ambient-assisted living tools for older adults. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 17, n. 3, p. 579-590, 2013.

[24]. MAGHERINI, Tommaso et al. Using temporal logic and model checking in automated recognition of human activities for ambient-assisted living. **IEEE Transactions on Human-Machine Systems**, v. 43, n. 6, p. 509-521, 2013.

[25]. ABOARD, Gregory D. et al. Towards a better understanding of context and context-awareness. In: **International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing**. Springer Berlin Heidelberg, 1999. p. 304-307.

[26]. CHEN, Guanling et al. **A survey of context-aware mobile computing research**. Technical Report TR2000-381, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, 2000.

- [27]. EMMANOUILIDIS, Christos; KOUTSIAMANIS, Remous-Aris; TASIDOU, Aimilia. Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 36, n. 1, p. 103-125, 2013.
- [28]. SCHUSTER, Daniel et al. Pervasive social context: Taxonomy and survey. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)**, v. 4, n. 3, p. 46, 2013.
- [29]. BETTINI, Claudio et al. A survey of context modelling and reasoning techniques. **Pervasive and Mobile Computing**, v. 6, n. 2, p. 161-180, 2010.
- [30]. VIEIRA DOS SANTOS, Vaninha. CEManTIKA: a Domain-independent framework for designing context sensitive systems. 2008.
- [31]. STRANG, Thomas; LINNHOFF-POPIEN, Claudia. A context modeling survey. In: **Workshop Proceedings**. 2004.
- [32]. ZHANG, Daqiang et al. Survey on context-awareness in ubiquitous media. **Multimedia tools and applications**, v. 67, n. 1, p. 179-211, 2013.
- [33]. KRAUSE, Michael; HOCHSTATTER, Iris. Challenges in modelling and using quality of context (qoc). In: **International Workshop on Mobile Agents for Telecommunication Applications**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 324-333.
- [34]. KIM, Younghee; LEE, Keumsuk. A quality measurement method of context information in ubiquitous environments. In: **2006 International Conference on Hybrid Information Technology**. IEEE, 2006. p. 576-581.

[35]. HUEBSCHER, Markus C.; MCCANN, Julie A. Adaptive middleware for context-aware applications in smart-homes. In: **Proceedings of the 2nd workshop on Middleware for pervasive and ad-hoc computing**. ACM, 2004. p. 111-116.

[36]. NAZÁRIO, Débora Cabral; DA SILVA, Paulo Fernando; ROVER, Aires José. Avaliação da qualidade da informação disponibilizada no Portal da Transparência do Governo Federal. **Revista Democracia Digital e Governo Eletrônico**, v. 1, n. 6, 2012.

[37]. EPPLER, Martin J. **Managing information quality: increasing the value of information in knowledge-intensive products and processes**. Springer Science & Business Media, 2006

[38]. DEY, Anind K. **Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications**. 2001. 188 f. 2000. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado-Georgia Institute of Technology.

[39]. REN, Lim Luo; SEUNG, Quah Jon Tong. Towards context information refinement for proximity mobile service using quality of context. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application & Systems**. ACM, 2009. p. 39.

[40]. GRAY, Philip; SALBER, Daniel. Modelling and using sensed context information in the design of interactive applications. In: **Engineering for Human-Computer Interaction**. Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 317-335.

[41]. GU, Tao et al. An ontology-based context model in intelligent environments. In: **Proceedings of communication networks and distributed systems modeling and simulation conference**. 2004. p. 270-275.

[42]. SALDEN, Alfons et al. QoC-based optimization of end-to-end M-Health data delivery services. In: **2006 14th IEEE International Workshop on Quality of Service**. IEEE, 2006. p. 252-260.

[43]. SHEIKH, Kamran; WEGDAM, Maarten; VAN SINDEREN, Marten. Middleware support for quality of context in pervasive context-aware systems. In: **Pervasive Computing and Communications Workshops, 2007. PerCom Workshops' 07. Fifth Annual IEEE International Conference on**. IEEE, 2007. p. 461-466.

[44]. CORRADI, Antonio; FANELLI, Mario; FOSCHINI, Luca. Adaptive context data distribution with guaranteed quality for mobile environments. In: **Wireless Pervasive Computing (ISWPC), 2010 5th IEEE International Symposium on**. IEEE, 2010. p. 373-380.

[45]. BRINGEL FILHO, José et al. Modeling and measuring quality of context information in pervasive environments. In: **2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications**. IEEE, 2010. p. 690-697.

[46]. MANZOOR, Atif; TRUONG, Hong-Linh; DUSTDAR, Schahram. On the evaluation of quality of context. In: **European Conference on Smart Sensing and Context**. Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 140-153.

[47]. HENRICKSEN, Karen; INDULSKA, Jadwiga; RAKOTONIRAINY, Andry. Modeling context information in pervasive computing systems. In: **International Conference on Pervasive Computing**. Springer Berlin Heidelberg, 2002. p. 167-180.

[48]. NEISSE, Ricardo; WEGDAM, Maarten; VAN SINDEREN, Marten. Trustworthiness and quality of context information. In: **Young Computer Scientists, 2008. ICYCS 2008. The 9th International Conference for.** IEEE, 2008. p. 1925-1931.

[49]. NEC EUROPEAN RESEARCH LAB, N. Siafu: An Open Source Context Simulator. 2007. Disponível em: <<http://siafusimulator.org/>>. Acesso em: 24 de out. de 2016.

[50]. MARTIN, Miquel; NURMI, Petteri. A generic large scale simulator for ubiquitous computing. In: **2006 Third Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking & Services.** IEEE, 2006. p. 1-3.

[51]. ZHENG, Di; WANG, Jun; KERONG, Ben. Evaluation of Quality Measure factors for the middleware based Context-aware Applications. In: **Computer and Information Science (ICIS), 2012 IEEE/ACIS 11th International Conference on.** IEEE, 2012. p. 403-408.

[52]. Siafu (2010). An Open Source Context Simulator. Disponível em:<<http://siafusimulator.sourceforge.net/>>. Acesso em: 24 de out. de 2016.

[53]. PARIDEL, Koosha et al. When efficiency matters: Towards quality of context-aware peers for adaptive communication in VANETs. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2011 IEEE.** IEEE, 2011. p. 1006-1012.

[54]. Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2008. Brazilian population projection: 1980–2050. Technical Report 24, Brazilian Institute of Geography and Statistics.

[55]. Apud de NAKAGAWA, Elisa Y. et al. Relevance and perspectives of AAL in Brazil. **Journal of Systems and Software**, v. 86, n. 4, p. 985-996, 2013.

## **APÊNDICE A – Artigo**

### **Utilização de QoC para melhorar o cenário experimental de sensores biomédicos para suporte às aplicações móveis distribuídas**

**Pedro José de Campos<sup>1</sup>, Mario Antonio Ribeiro Dantas<sup>2</sup>, Eduardo Camilo Inacio<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis – SC – Brasil

<sup>2</sup>Laboratório de Pesquisa em Sistemas Distribuídos (LaPeSD)  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis – SC - Brasil

pedro.campos@grad.ufsc.br, mario.dantas@ufsc.br,  
eduardo.camilo@posgrad.ufsc.br

**Resumo.** *Este artigo descreve como utilizar Qualidade de Contexto (QoC) em aplicações móveis distribuídas, mais especificamente em Ambient Assisted Living (AAL), e a partir de parâmetros de contexto encontrar problemas em determinadas situações e com isso poder melhorar cenário dos sensores envolvidos com o ambiente. Para a análise, foi utilizado dois ambientes: um com sensor de temperatura e outro com sensor de pressão. Além disso foi utilizado também três cenários, cada um com uma determinada configuração de sensor. Os resultados foram obtidos através da aplicação dos três cenários nos dois ambientes. E depois foi feita uma análise dos resultados.*

## 1. Introdução

Computação ubíqua é um termo usado para descrever a onipresença de um sistema computacional no cotidiano. O termo foi definido pelo cientista Mark Weiser (1991), para se referir a dispositivos conectados em todos os lugares de maneira transparente para o ser humano. Em outras palavras, são dispositivos, portáteis que fazem parte do nosso dia a dia, capturando e processando diversas informações.

Ambient Assisted Living (AAL) compreende conceitos interoperáveis, produtos e serviços, que combinam novas informações de comunicação e com o objetivo de melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas. Tais produtos e serviços podem ser esses dispositivos pequenos, baratos, robustos e sem fio. Dessa forma, é possível, com um baixo custo, fazer um bom monitoramento, dados a capacidade de processamento, recursos de comunicação e o armazenamento de dados, de um determinado ambiente previamente conhecido.

O conceito de interoperabilidade é caracterizado por uma “atuação de pedido”, ou seja, uma entidade manda um pedido ou uma resposta para a entidade que a solicitou [Chen e Doumeings 2003][Cheng 2005].

Qualidade de contexto é o termo referente à qualidade da informação e depende do contexto no qual está inserido. Em outras palavras, significa o quão boa a informação é. Assim, qualidade de contexto refere-se à informação e não ao processo, nem ao componente de hardware que fornece as informações[Nazário 2015].

Devido a tais importâncias dessas aplicações, é necessário um cenário experimental que melhore o desempenho dos sensores, essas configurações podem ser obtidas através de avaliações da qualidade de contexto.

## 2. Computação Ubíqua e AAL

### 2.1 Computação Ubíqua

A ideia de computação ubíqua surgiu recentemente. Há um pouco mais de uma década atrás Mark Weiser, considerado por muitos o pai da computação ubíqua, dissertava sobre o tema, dizendo que a computação sairia do âmbito do trabalho e dos PCs pessoais, e iria migrar para objetos mais comuns no cotidiano, de maneira imperceptível ao usuário como por exemplo, etiquetas de roupas, xícaras de café, interruptores de luz, canetas e etc. Nesse novo mundo proposto por Weiser, devemos aprender a conviver com computadores e não apenas a interagir com eles [Weiser 1991].

Daí pode-se observar o termo utilizado, computação ubíqua ou computação pervasiva. Pervasiva significa infiltrada, espalhada; já ubíqua significa onipresente. Somando-se as duas ideias temos que computação ubíqua é onde os computadores estão distribuídos pelo ambiente de maneira onipresente, ou seja, está em todo lugar, mas de forma imperceptível aos usuários.

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 2009].

## 2.2 AAL

Ambientes monitorados ou Ambient Assisted Living (AAL) se baseia na interoperabilidade de conceitos, produtos e serviços, que combinados geram novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) em ambientes sociais, com o objetivo de melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas em todas as fases do ciclo de vida [Pieper; Antona e Cortés 2011].

AAL então nada mais é do que, um ambiente monitorado por computadores que possuem um sistema capaz de obter dados do ambiente e, a partir desses dados, oferece suporte aos usuários, que no caso usufruem deste ambiente. Com o conceito apresentado de computação ubíqua, imagina-se AAL com utilização de dispositivos pervasivos (sensores) para o usuário.

Com o aumento da idade chegam os novos desafios à população idosa devido ao declínio de suas funções cognitivas, doenças crônicas relacionadas à idade, bem como, limitações nas atividades físicas, visão e audição. As tecnologias de ambientes inteligentes podem ser usadas para monitorar o estado de saúde de idosos com doenças crônicas e fornecer um cuidado com assistência para indivíduos com limitações físicas ou mentais [Acampora 2013].

## 3. Qualidade de Contexto

A definição de QoC para [Krause e 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.

No trabalho [Buchholz; Kupper e Schiffers 2003] a Qualidade de contexto (QoC) descreve a qualidade da informação que é usada como de contexto. Assim, QoC refere-se à informação e não ao processo, nem ao componente de hardware que fornece as informações.

Ainda relacionado à qualidade da informação, no trabalho de [Buchholz; Kupper e Schiffers 2003] é feito uma relação entre as dimensões de QI e parâmetros de QoC; os autores apresentam algumas justificativas para a necessidade de QoC. Uma delas é que QoC é um indicador valioso para selecionar um provedor de contexto apropriado. O Provedor de CAS pode selecionar um provedor de contexto adequado com base na QoC oferecida e no preço da informação de contexto. Outra justificativa é que QoC permite especificar as políticas de acesso de uma forma mais refinada. Sem QoC o proprietário do contexto só poderia determinar quem tem permissão para acessar parte de seu contexto. Com QoC, por exemplo, um proprietário de contexto pode conceder a permissão de que um determinado grupo pode acessar sua localização atual, mas apenas com uma precisão de 10 quilômetros e com um atraso de algumas horas. Assim, QoC permite políticas de privacidade mais sofisticadas.

## 4. Proposta

Utilizar o Sifafu, que é um simulador de contexto open source. E a partir dos ambientes e cenários propostos neste trabalho, dentro desses ambientes realizar uma quantificação e uma avaliação dos parâmetros de QoC, analisando assim cada cenário, conforme a Figura 1.

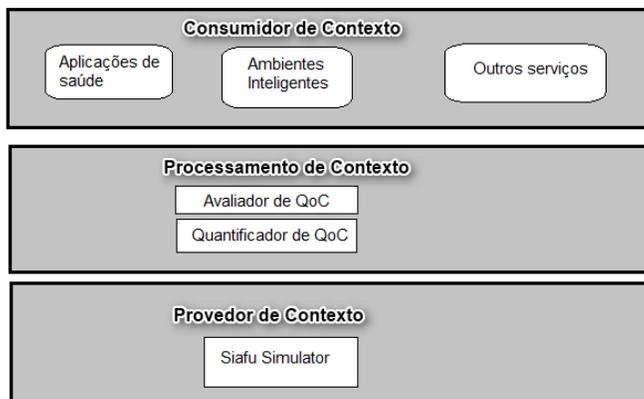


Figura 1. Método proposto. Adaptado de [Acampora 2013].

#### 4.1. Parâmetros propostos

O trabalho [Kim e Lee 2006] mostra uma relação entre parâmetros de contexto e dimensões de qualidade de informação. E obtém os seguintes parâmetros: Trust-worthiness, Up-to-dateness, Accuracy.

Com base nesse trabalho foi proposto a utilização destes parâmetros em conjunto com o Completeness.

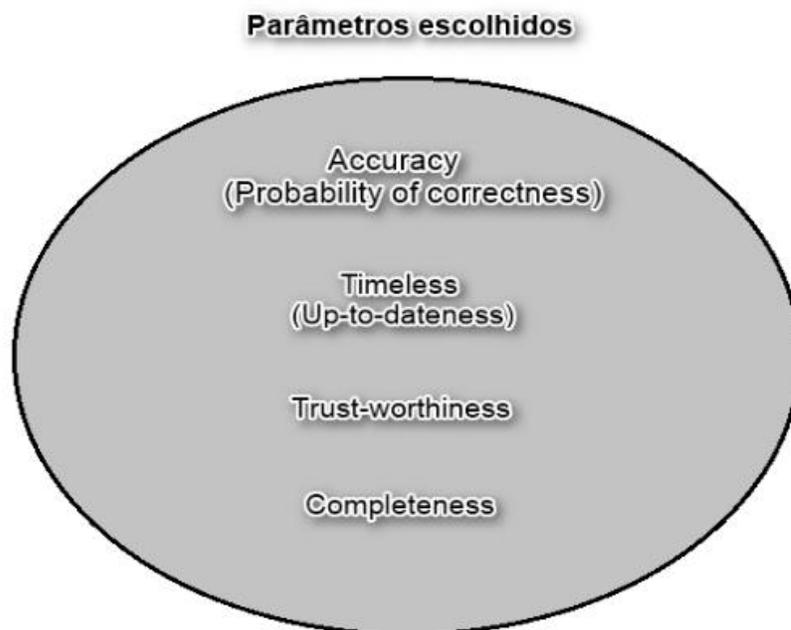


Figura 2. Parâmetros propostos

- Accuracy:** uma medida dos dados serem corretos e confiáveis; probabilidade de uma parte da informação de contexto estar correta [Kim e Lee 2006] (outros autores utilizam Probability of correctness com este significado);
- Timeliness:** é a faixa de erro em termos de tempo de alguns fenômenos [Gray e Salber 2001]; para os autores de [Ren e Seung 2009] está relacionado com a idade das informações recebidas, onde informações mais recentes geralmente são mais relevantes em relação às mais velhas;

7. **Trustworthiness:** descreve a probabilidade da informação fornecida ser correta. É utilizado pelo provedor de contexto para avaliar a qualidade do agente a partir do qual o prestador de contexto originalmente recebe informação de contexto [Buchholz; Kupper e Schiffers 2003];
8. **Completeness:** é o grau em que as informações de contexto estão disponíveis, suficientes e não ausentes [Kim e Lee 2006].

#### 4.2 Quantificação do QoC

Segundo o estudo de trabalho correlatos foi possível designar formulas matemáticas para quantifica cada um dos parâmetros de QoC.

$$Accuracy = PorcentagemDeAcerto \div MinPorcentagemDeAcerto$$

Onde, *PorcentagemDeAcerto* representa a porcentagem de acerto do provedor contexto (sensor) e *MinPorcentagemDeAcerto* representa a porcentagem mínima de acerto definida pelo usuário. Se a razão é maior do que 1, a acurácia pode ser boa [51].

Up-to-Dateness (Timeliness) [Manzoor; Truong e Dustdar 2008]:

$$idade = |tempo da informacao - tempo atual|$$

Se  $idade < tempo de vida$

$$U(O) = 1 - \frac{idade}{tempo de vida}$$

Senão

$$U(O) = 0$$

A variável *tempo de vida* é definida com um valor em que a informação se torna desatualizada, obsoleta, por exemplo:

$tempo\_de\_vida = 10;$

Exemplos, aplicando a fórmula:

$idade = 0 \rightarrow U = 1;$

$idade = 5 \rightarrow U = 0.5;$

$idade = 10 \rightarrow U = 0;$

Trust-worthiness:

O [Manzoor; Truong e Dustdar 2008] define também como calcular o trust-worthiness de um objeto de contexto, dado como  $T(O)$ .

Se  $d(S, \mathcal{E}) < dmax$

$$T(O) = \left(1 - \frac{d(S, \mathcal{E})}{dmax}\right) * \delta$$

Senão

$$T(O) = 0$$

Onde  $d(S, \mathcal{E})$  é a distância entre o sensor e a entidade para onde o sensor envia os dados. E  $dmax$  é a distância máxima em que se pode confiar nos dados do sensor. O  $\delta$  é a acurácia do sensor. Dessa forma, dependendo da distância do sensor os dados serão mais ou menos confiáveis.

Completeness:

De acordo com [Manzoor; Truong e Dustdar 2008], esta medida de qualidade indica a quantidade de informação provida por um objeto de contexto. É a relação entre o número de atributos disponíveis e o total de atributos de um objeto de contexto, neste caso um sensor. O cálculo leva em consideração os atributos disponíveis e o peso de cada um dos atributos e está representado a seguir

$$CM(O) = \frac{\sum(Todos\ atributos\ disponiveis)}{\sum(Peso\ de\ todos\ atributos)}$$

QoC geral:

Neste trabalho o cálculo do QoC geral vai ser baseado no trabalho [Nazário 2015], tirando a média dos valores calculados citados acima:

$$QoC = \frac{Ac + U + T + Cm}{4}$$

### 4.3 Avaliação do QoC

O valor geral de QoC quantificado deve indicar se a qualidade das informações obtidas é adequada, neste caso o contexto é utilizado provendo uma adaptação mais precisa [Nazário 2015].

Quando um problema de qualidade é detectado, ou seja, o valor de QoC geral não está adequado, espera-se que o conjunto de parâmetros utilizado possibilite uma análise para a identificação do problema ocorrido. Por exemplo, se os valores não estiverem dentro de uma faixa esperada é possível que a acurácia (parâmetro Accuracy) esteja com um valor baixo. Então possivelmente existe algum problema no sensor e/ou o sensor pode estar tão longe que a informação recebida pode não ser confiável (Trust-worthiness). Informações não disponíveis (Completeness) podem indicar que um determinado sensor caiu da pessoa ou até mesmo parou de funcionar. desatualizadas (Timeless) podem indicar uma falha na comunicação do sensor.

## 5. Resultados

Previamente foi feito três cenários de possíveis configurações de sensores, como mostra a Tabela 1:

**Tabela 1. Cenários prévios**

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Precisão do sensor	75%	90%	90%
Alcance (unidades)	10	30	30
Prob. de atualizar	40%	70%	15%
Prob. de ler zero	30%	5%	80%

Conforme a tabela acima, o cenário 2 é o que apresenta uma melhor configuração de sensor. Com uma precisão, alcance e chance de atualizar altos, e probabilidade de ler zero (falhar) pequena. Com isso espera-se uma melhor qualidade nos dados do cenário 2.

Foram feitas simulações de 2 horas para cada cenário, onde a cada 30 segundos o sensor de pressão e temperatura liam um novo valor; bem como a cada 30 segundos eram recalculados os valores de cada parâmetro de contexto e o valor geral do QoC.

Fazendo uma média, com arredondamento de três casas decimais, de cada um dos parâmetros e do valor geral do QoC nessas 2 horas simulados obteve-se os seguintes gráficos mostrados na Tabela 2:

**Tabela 2. Resultados obtidos**

	Média Ac	Média T	Média Up	Média Cm	Média QoC
Cenário 1 temperatura	0.273	0.317	0.982	0.346	0.489
Cenário 2 temperatura	0.7	0.699	0.994	0.737	0.783
Cenário 3 temperatura	0.098	0.668	0.559	0.108	0.358
Cenário 1 pressão	0.589	0.327	0.981	0.718	0.641

sistólica					
Cenário 1 pressão diastólica	0.558		0.986		
Cenário 2 pressão sistólica	0.901	0.655	0.987	0.946	0.858
Cenário 2 pressão diastólica	0.891		0.969		

Observando a tabela pode-se afirmar que o cenário 2 possui um QoC geral maior, conforme o esperado. Analisando os parâmetros, podemos perceber que accuracy foi baixa no cenário 1 e 3, detectando assim falhas no sensor, no cenário 1 a precisão do sensor era menor do que os demais cenários. Porém no cenário 3 a precisão era alta, mas a chance de falha era de 80%, ou seja, em 80% das leituras o valor era zero, o que diminui muito a accuracy. Além da accuracy, a alta chance de falha também deteriorou o valor do Completeness, já que em 80% dos casos o valor estava ausente/incompleto.

Trust-worthiness foi alta nos cenários 2 e 3, pois o alcance deles era o triplo do cenário 1. Up-to-Datness foi baixa apenas no cenário 3, pois esta tinha uma chance de 15% de atualizar, então, em 75% dos valores lidos pelo sensor estavam desatualizados.

O parâmetro Completeness agrega mais valor para o sensor de pressão, pois para a pressão ele não verifica somente se existe um valor ou não:

- Se (diastólica E sistólica disponíveis)  $\rightarrow$   $Cm(\text{pressão}) = 1$ ;
- Se (diastólica OU sistólica disponíveis)  $\rightarrow$   $Cm(\text{pressão}) = 0.5$ ;
- Se (diastólica E sistólica indisponíveis)  $\rightarrow$   $Cm(\text{pressão}) = 0$ ;

Pode-se perceber que nos dois cenários o parâmetro Completeness foi bem superior para o sensor de pressão, pois o parâmetro em si faz muito mais sentido, agrega mais valor de informação nesse contexto. Consequentemente o valor geral do QoC foi maior também para os sensores de pressão.

Além disso, é possível perceber também que o parâmetro Accuracy, também sofreu grande alteração entre os cenários. Sendo maior no caso de pressão. No caso do sensor de temperatura, sempre que o Completeness era igual a zero, Accuracy também era zero, pois se a informação não existia, ela estava incompleta e com “zero” de precisão. Portanto, é possível que haja uma certa semelhança entre esses parâmetros.

## 6. Conclusão e trabalhos futuros

Através do Siafu, foi desenvolvido um cenário de um parque com um agente caminhando no ambiente. O agente possui sensores de temperatura e pressão, lendo a cada 30 segundos um novo valor. Com isso, realizou-se uma pesquisa na base de dados feita pelo trabalho [Nazário 2015] para a escolha dos quatro parâmetros propostos, bem como suas respectivas quantificações e avaliações.

Para realização dos testes, escolheu-se alguns cenários (configurações do sensor) e diante dessa configuração, já era possível imaginar os resultados possíveis. Foi realizado nesses cenários, simulações de duas horas, gerando dados a cada 10 segundos em um arquivo CSV. Trabalhando no arquivo CSV tirou-se os valores médios de cada parâmetro, e em cima desses valores foi feita a avaliação de contexto, consolidando as configurações propostas previamente. Outras considerações feitas em cima desses arquivos CSV foram que a escolha dos parâmetros pode influenciar numa baixa qualidade de contexto.

Para trabalhos futuros pode ser feito uma mineração desses dados CSV, a fim de obter relações entre parâmetros de contextos, ou até mesmo quais parâmetros são mais significantes em determinados ambiente ou em determinados sensores; para efeitos de data mining seriam necessários conjuntos de dados maiores.

Também pode ser direcionado a consolidação do método de quantificação e avaliação de dados utilizando sensores, pessoas e ambientes reais, tendo em vista que o mundo real possui certas limitações que a simulação acaba por ocultar.

Por fim, testar outros parâmetros da literatura, podendo observar outras causas de problemas de QoC.

## Referências

WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

CHEN, David; DOUMEINGTS, Guy. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications basic concepts, framework e roadmap. **Annual Reviews in Control**, v. 27, n. 2, p. 153-162, 2003.

CHEN, David. Practices, principles e patterns for interoperability. 2005.

NAZÁRIO, Débora Cabral et al. Cuida: um modelo de conhecimento de qualidade de contexto aplicado aos ambientes ubíquos internos em domicílios assistidos. 2015.

LOUREIRO, Antonio Alfredo Ferreira et al. Computação ubíqua ciente de contexto: Desafios e tendências. **27o Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. Anais**, p. 99-149, 2009.

PIEPER, Michael; ANTONA, Margherita; CORTÉS, Ulisses. Introduction to the Special theme Ambient Assisted Living. **Ercim News**, Londres, p.18-19, out. 2011. Mensal. Disponível em: <<http://ercim-news.ercim.eu/en87>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

ACAMPORA, Giovanni et al. A survey on ambient intelligence in healthcare. **Proceedings of the IEEE**, v. 101, n. 12, p. 2470-2494, 2013.

KRAUSE, Michael; HOCHSTATTER, Iris. Challenges in modelling e using quality of context (qoc). In: **International Workshop on Mobile Agents for Telecommunication Applications**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 324- 333.

BUCHHOLZ, T.; KUPPER, A.; SCHIFFERS, M. Quality of context: what it is e why it need. In: **Proc. of the Workshop of the HP OpenView University Association 2003 (HPOVUA2003)**. 2003.

KIM, Younghee; LEE, Keumsuk. A quality measurement method of context information in ubiquitous environments. In: **2006 International Conference on Hybrid Information Technology**. IEEE, 2006. p. 576-581.

GRAY, Philip; SALBER, Daniel. Modelling e using sensed context information in the design of interactive applications. In: **Engineering for Human-Computer Interaction**. Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 317-335.

REN, Lim Luo; SEUNG, Quah Jon Tong. Towards context information refinement for proximity mobile service using quality of context. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application & Systems**. ACM, 2009. p. 39.

MANZOOR, Atif; TRUONG, Hong-Linh; DUSTDAR, Schahram. On the evaluation of quality of context. In: **European Conference on Smart Sensing e Context**. Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 140-153.