

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Luiz Evandro Garcia da Silva

**PROXY CC – RESERVA DE BANDA DINÂMICA BASEADA EM
CONTEXTO**

Santa Maria, RS
2017

Luiz Evandro Garcia da Silva

PROXY CC – RESERVA DE BANDA DINÂMICA BASEADA EM CONTEXTO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência da Computação**.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Roseclea Duarte Medina

Santa Maria, RS, Brasil
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Garcia da Silva, Luiz Evandro
PROXY CC - Reserva de Banda Dinâmica Baseada em
Contexto / Luiz Evandro Garcia da Silva.- 2017.
98 p.; 30 cm

Orientadora: Roseclea Duarte Medina
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação, RS, 2017

1. Redes Ubíquas 2. Recursos de Redes 3. Consciente ao
Contexto 4. Qualidade do Contexto I. Duarte Medina,
Roseclea II. Título. |

©2017

Todos os direitos autorais reservados a Luiz Evandro Garcia da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.


E-mail: luizevandro.silva@gmail.com.

Luiz Evandro Garcia da Silva

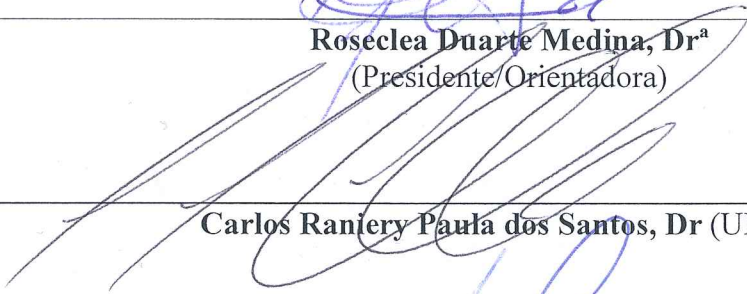
PROXY CC – RESERVA DE BANDA DINÂMICA BASEADA EM CONTEXTO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência da Computação**.

Aprovado em 26 de Janeiro de 2017:



Roseclea Duarte Medina, Dr^a
(Presidente/Orientadora)



Carlos Ranjery Paula dos Santos, Dr (UFSM)



Érico Marcelo Hoff Amaral, Dr (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha família, em especial a minha esposa Fernanda e ao meu filho Eduardo, pelo apoio e palavras de motivação, não me deixando desistir mesmo nos momentos mais difíceis, apesar de tê-los deixado, muitas vezes, em segundo plano. Muito obrigado por estarem ao meu lado nessa caminhada, auxiliando de diversas formas, compreendendo as dificuldades e limitações criadas para a realização de um sonho.

Agradeço a minha orientadora, Prof^a. Dra. Roseclea Duarte Medina, pelos incentivos, pelas orientações que proporcionaram um direcionamento do tema a tratar e pelos ensinamentos. Também agradeço pela amizade, carinho e compreensão que dedica a cada um, tratando como parte da família os integrantes do grupo.

Agradeço aos colegas do GRECA, que, com a interação do grupo, podem auxiliar na troca de informações, permitindo, assim, abrir caminhos para a pesquisa. Em especial, agradeço às colegas e amigas Andressa e Aliane, que me acompanharam nessa trajetória, compartilhando dúvidas, ensinamentos e vitórias.

Agradeço, também, aos amigos e colegas da UNIPAMPA, pelo auxílio nessa caminhada, o qual veio de diversas formas e de várias pessoas, desde o compartilhamento de conhecimento ao auxílio nas atividades do dia a dia, permitindo a flexibilidade dos horários, para que fosse possível compatibilizá-los com as atividades do mestrado.

Agradeço a todos que, de alguma forma, auxiliaram nesse processo (para não repetir nessa caminhada, como no parágrafo acima – apenas sugestão). A todos, muito obrigado.

O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos.
Eleanor Roosevelt

RESUMO

PROXY CC – RESERVA DE BANDA DINÂMICA BASEADA EM CONTEXTO

AUTOR: LUIZ EVANDRO GARCIA DA SILVA

ORIENTADORA: ROSECLEA DUARTE MEDINA

Esta dissertação consiste em apresentar uma proposta de utilização do paradigma de computação sensível ao contexto, para a disponibilização dos recursos de redes de computadores em instituições, tendo em vista a necessidade crescente da eficiência e eficácia neste âmbito. Observa-se que estas redes comumente possuem um fluxo variável, causando tanto sobrecargas quanto subutilização dos recursos. Buscando amenizar esse problema, surge a opção de criação de uma rede consciente ao contexto. Essa pesquisa traz a proposta de um proxy consciente ao contexto, que permita a adaptação do recurso de *link* disponibilizado pela organização, objetivando amenizar os problemas de sobrecarga e subutilização do *link*. Na tentativa de solucionar o problema de sobrecarga, as organizações acabam engessando o controle sobre os *links* através de regras, causando assim outros problemas como a subutilização, que acontece quando apesar de ter o recurso disponível ele não é utilizável, afetando a qualidade dos serviços e, até mesmo, causando sua indisponibilidade. A análise do ambiente é um ponto importante, permitindo identificar parâmetros de avaliação de contexto como, por exemplo, os contextos de serviços VoIP, VConf, Webconf, entre outros. Após a definição dos parâmetros de contexto foi possível chegar à proposta de inserção de um servidor de proxy entre o *firewall* e os *switches*, buscando garantir a captura das informações de contexto atual para comparar com os contextos definidos na aplicação. Foram realizados dois testes, de 30 dias cada, para avaliação de funcionamento e desempenho da ferramenta, utilizando um gerador de tráfego. Os resultados da comparação do primeiro e do segundo teste apresentaram uma redução nas variações de fluxo no teste com o módulo de contexto ativo, tornando, assim, o fluxo do *link* mais uniforme. No teste com o módulo de contexto desativado foi possível notar que, mesmo sem a utilização de todos os serviços que possuem banda reservada, acontecia a reserva, causando uma subutilização de aproximadamente 25% dos recursos. Outro ponto importante é o caso da limitação quando o usuário utiliza 10% da banda, causando a limitação de velocidade de tráfego para esse usuário, criando outro caso de subutilização com impacto ainda maior. Os resultados se mostraram favoráveis à proposta de criação do ProxyCC por alcançar uma melhora significativa, permitindo uma entrega dinâmica do recurso e mantendo o fluxo de forma constante sem grandes variações. A proposta atendeu ao objetivo de reduzir os problemas de sobrecarga e subutilização do *link*, tornando a disponibilização do recurso flexível, permitindo a adaptação ao contexto atual.

Palavras-chave: Redes Ubíquas. Recursos de Redes. Consciente ao Contexto. Qualidade do Contexto.

ABSTRACT

PROXY CC – CONTEXT-BASED DYNAMIC BANDWIDTH RESERVATION

AUTHOR: LUIZ EVANDRO GARCIA DA SILVA

ADVISOR: ROSECLEA DUARTE MEDINA

This dissertation consists of presenting a proposal to the use of the context-aware computing paradigm to availability of computer resources to institutions, in view of the increasing need for efficiency and effectiveness in this area. It is observed that these networks commonly have a variable flow, causing both overloads and underutilization of resources. Seeking to alleviate this problem, the option of creating a context-aware network arises. This research brings the proposal of a context-aware proxy, which allows the adaptation of link resources provided by the organization, aiming to soften the problems of overload and underutilization of the link. In an attempt to solve the overload problem, organizations end up plastering control over links through rules, causing thus other problems such as underutilization, which happens when despite having the resource available, it is not usable, affecting the quality of services and even causing its unavailability. The environment analysis is an important point, allowing to identify contextual evaluation parameters such as the contexts of VoIP, Vconf and Webconf services, among others. After defining the context parameters it was possible to reach the proposal of inserting a proxy server between the firewall and the switches, in order to guarantee the capture of the current context information to compare with the defined in the application. Two tests of 30 days each were performed to evaluate operation and performance of the tool, using a traffic generator. The comparison between the results of the first and the second tests showed a reduction of flow variations in the test with the context module active, thus making the link flux more uniform. In the test with context module disabled it was possible to notice that, even without the use of all services that have reserved band, the reserve happened, causing an underutilization of approximately 25% of the resources. Another important point is the case of limitation when the user reaches 10% of the band, causing the traffic speed limitations for that user, creating another case of underutilization with even greater impact. The results favorable to the creation of ProxyCC's proposal for achieving a significant improvement, allowing a dynamic delivery of the resource and maintaining the flow in a constant way without great variations. The proposal met the objective of reducing the problems of link overloading and underutilization, making the resources availability flexible, allowing the adaptation to the current context.

Keywords: Ubiquitous Networks. Resources Networks. ContextAware. ContextQuality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Paradigmas computacionais considerados no ProxyCC.....	17
Figura 2 - Evolução e Características da Computação Ubíqua.....	18
Figura 3 - Exemplo de dispositivos de uma Rede Ubíqua.....	21
Figura 4 - Exemplo de Cenário de QoC.....	31
Figura 5 - Agrupamento de Parâmetros de QoC.....	32
Figura 6 - Evolução da Computação de Mainframe para a Computação Ubíqua.....	36
Figura 7 - Divisão de Etapas do Método de Pesquisa.....	46
Figura 8 - Visão do funcionamento do Ambiente Proposto.....	53
Figura 9 - Diagrama de classe do ProxyCC.....	54
Figura 10 - Diagrama de sequência de funcionalidade principal do ProxyCC.....	55
Figura 11 - Divisão de Etapas da Proposta do ProxyCC.....	57
Figura 12 - Ambiente Atual de Pesquisa.....	58
Figura 13 - Ambiente Proposto.....	61
Figura 14 - Tráfego do link do Ambiente Atual.....	62
Figura 15 - Tráfego alcançado na primeira versão do ProxyCC.....	63
Figura 16 - Modelagem de contexto do usuário.....	65
Figura 17 - Arquitetura do ProxyCC.....	71
Figura 18 - Diagrama de sequência do ProxyCC.....	72
Figura 19 - Cenário para demonstração do funcionamento do módulo de Proxy.....	73
Figura 20 - Diagrama de sequência do módulo de contexto.....	76
Figura 21 - Cenário para demonstração do funcionamento do módulo de Contexto.....	77
Figura 22 - Amostra do Log gerado pelo sistema.....	78
Figura 23 - Diagrama de Atividades do ProxyCC.....	79
Figura 24 - Baseline do ProxyCC.....	81
Figura 25 - Gráfico do teste no ambiente atual com as regras.....	85
Figura 26 - Gráfico do teste no ambiente atual - limitação por usuário.....	86
Figura 27 - Gráfico do teste no ambiente com a utilização do módulo de contexto.....	88
Figura 28 - Gráfico do teste no ambiente gerando tráfego de um único usuário.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da condução do Mapeamento Sistemático.....	48
Tabela 2 - Tabela de QoS.....	59
Tabela 3 - Tabela de regras.....	60
Tabela 4 - Tabela de Parâmetros.....	64
Tabela 5 - Tabela exemplo de valores de banda sem prioridades de calendário.....	67
Tabela 6 - Tabela exemplo de valores de banda com prioridades de calendário.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	<i>Access Point</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
C-CAST	<i>Context Casting</i>
DIMI	<i>Disseminador Multicast de Informações</i>
EXEHDA	<i>Execution Environment for Highly Distributed Applications</i>
FOCALE	<i>Foundation – Observe – Compare – Act – Learn -rEason</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
HMTP	<i>Host Multicast Tree Protocol</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>
IMAP	<i>Internet Message Access Protocol</i>
IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IRC	<i>Internet Relay Chat</i>
ISAM	<i>Infraestrutura de Suporte às Aplicações Móveis</i>
MAC	<i>Medium Access Control</i>
MS	<i>Mapeamento Sistemático</i>
NGN	<i>Next Generation Networks</i>
NS-2	<i>Network Simulator - 2</i>
PQoS	<i>Perceived Quality of Service</i>
PROPHET	<i>Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity</i>
ProxyCC	<i>Proxy Consciente ao Contexto</i>
QoC	<i>Qualidade do Contexto</i>
QoE	<i>Quality of Experience</i>
QoS	<i>Qualidade do Serviço</i>
SDN	<i>Software Defined Networking</i>
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>
SSH	<i>Secure SHell</i>
SSL/TLS	<i>Secure Sockets Layer / Transport Layer Security</i>
TA	<i>Teoria da Atividade</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
VN	<i>Virtual Network</i>
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
WMN	<i>Wireless Mesh Network</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	PARADIGMAS COMPUTACIONAIS CONSIDERADOS NO PROXYCC.....	17
2.1	COMPUTAÇÃO UBÍQUA.....	17
2.1.1	Redes Ubíquas.....	19
2.1.2	Gerenciamento de Redes Ubíquas.....	22
2.2	Computação consciente ao contexto.....	23
2.2.1	Contexto.....	26
2.2.2	Consciência do Contexto.....	27
2.3	Qualidade do Contexto.....	29
3	TRABALHOS RELACIONADOS.....	36
4	MÉTODO DE PESQUISA.....	45
4.1	Mapeamento Sistemático.....	46
4.1.1	Planejamento de pesquisa.....	46
4.1.2	Condução do mapeamento sistemático.....	47
4.2	Análise do Ambiente.....	48
4.3	Criação de contextos.....	49
4.4	Modelagem e desenvolvimento.....	51
4.4.1	Organização do Desenvolvimento e Modelagem do ProxyCC.....	52
4.5	Avaliação do Proxy CONSCIENTE de contexto.....	55
5	PROPOSTA DO PROXYCC (PROXY CONSCIENTE DE CONTEXTO).....	57
5.1	Ambiente de pesquisa.....	58
5.2	Parâmetros de contexto.....	63
5.3	Desenvolvimento da Aplicação.....	69
6	AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	82
6.1	Teste do Ambiente sem a Utilização do Contexto.....	84
6.2	Teste do Ambiente com a Utilização do Contexto.....	87
7	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	92

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, há a necessidade de obterem-se informações consistentes de funcionamento das redes de computadores, como, por exemplo, no caso dos dados referentes ao meio de ligação, saber o quanto de banda está sendo consumido, assim possibilitando o gerenciamento, facilitando o controle e a disponibilização dos recursos de redes. No âmbito deste trabalho, a palavra *link* trata-se do meio de comunicação que possibilita aos usuários acessar a Internet, assim como, segundo o autor Tanenbaum (2003), *link* é chamado de enlace, ou seja, ligação entre pontos. Com disseminação de dispositivos conectados às redes, em que a difusão da informação tem sido uma característica marcante, torna-se necessária a busca por melhores formas de comunicação e gerenciamento de redes, permitindo que as informações estejam disponíveis, sem a limitação de qualquer tipo, por exemplo limitações de tempo, local ou forma de comunicação, tornando os recursos computacionais acessíveis a todos.

A necessidade de possibilitar que os serviços estejam disponíveis aos usuários, sem limite de tempo, local e tipo de comunicação, acaba transformando as formas de disponibilização dos serviços. O que antes era feito de forma estática, agora é preciso que seja dinâmico, flexível e adaptativo, levando, muitas vezes, à criação de novos paradigmas, como no caso da computação ubíqua. Segundo Silva *et al.* (2015), a computação ubíqua é um paradigma computacional novo que possui características de pró-atividade, onipresença, imperceptibilidade e naturalidade, que busca mudar a forma de interação com o usuário com a inclusão dessas características. Tanto os *softwares* utilizados pelos usuários quanto as redes necessitam fornecer os serviços de forma a atender as especificidades de cada usuário adaptando-se às novas diretrizes do ambiente envolvido, o que é característica pertinente da computação ubíqua, que busca tornar os serviços disponíveis sem que seja necessária a intervenção dos usuários.

Pode-se notar que, assim como os aplicativos disponíveis aos usuários, as redes também necessitam ser dinâmicas, devido à importância da infraestrutura de comunicação para o ambiente computacional, que, muitas vezes, não é a ideal, como no caso dos recursos de *links* de acesso disponibilizados. Esses recursos sofrem fluxos variáveis, prejudicando os serviços no caso de sobrecarga – em que a demanda é maior que o recurso, sendo necessária a criação de critérios de prioridades para garantir a qualidade dos serviços – ou no caso de subutilização dos recursos, em que, dependendo da forma com que as regras forem criadas, podem tornar a rede rígida e, mesmo com o recurso existente, restringir a sua utilização, como no caso da implementação de uma regra que limita a velocidade do usuário a níveis baixos,

devido a este ter consumido, em um determinado período, o equivalente a 10 por cento da capacidade do *link*, apesar de o usuário ser o único a utilizar o serviço. Vê-se, aqui, a importância do paradigma da computação ubíqua para essa dissertação, pois é uma tecnologia que permite dar dinamismo e flexibilidade.

Segundo Saha e Mukherjee (2003), com a criação das redes, houve uma evolução para a computação distribuída, interligando os computadores, compartilhando os recursos e permitindo acesso contínuo. A disseminação de dispositivos, como *smartphones*, *notebooks* entre outros, inseridos nas redes, diversificou os meios de comunicação, permitindo que os serviços possam ser acessados em qualquer ambiente ou local, a partir de qualquer dispositivo, garantindo aos usuários acesso contínuo a recursos computacionais.

Saha e Mukherjee (2003) ainda citam que, assim como os dispositivos conectados crescem rapidamente, a diversificação dos tipos de sensores segue no mesmo ritmo, como por exemplo, sensores de localização, obstáculos, etc., fazendo com que as tecnologias sejam renovadas de forma a atender as novas demandas, por exemplo, a ampliação da infraestrutura de redes. Nesse sentido, faz-se necessário avaliar a utilização consciente dessas conexões. Um ponto importante para ser avaliado, nessa dissertação, é que, com a difusão dos meios de comunicação, o gerenciamento dos recursos de redes é obrigado a se adaptar a essa nova realidade, sendo necessário um maior controle, contudo deve permitir o dinamismo na disponibilização desses recursos, tendo em vista o contexto atual do ambiente. Contexto, segundo Dey (1999), é qualquer informação útil para descrever a situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser uma pessoa, objeto, etc.

Várias tecnologias são propostas para criar um ambiente que se adapte às necessidades dos usuários, tanto em nível de *software* quanto em redes, buscando solucionar problemas, como por exemplo, a falta de conectividade e de flexibilidade, que ocasionam baixa qualidade das redes. Muitos desses problemas são devidos à grande heterogeneidade das estruturas de redes disponíveis. Diversas vezes, a transição de uma rede para outra é perceptível, causando a indisponibilidade por um determinado tempo até se obter uma nova conexão. Uma das propostas dos pesquisadores para minimizar os problemas de falta de adaptação é a rede ubíqua, que tem como essência a versatilidade e a disponibilidade.

Segundo Abbasi e Hussain (2011), rede ubíqua é uma infraestrutura computacional que surge a partir da necessidade de tornar a comunicação flexível e disponível, permitindo a adaptação a novas situações. Tendo em vista que o objetivo principal desta dissertação é dirigido para redes, o conceito de rede ubíqua adapta-se perfeitamente, pois busca adaptar o ambiente envolvido às necessidades do usuário, o que também é o foco deste trabalho.

Conforme Morikawa (2004), as redes ubíquas apresentam um novo conjunto de desafios, entre eles, a consciência de contexto, que cria a necessidade da obtenção das informações referentes ao cenário, tanto dos usuários quanto das aplicações, tecnologias, infraestruturas de rede. Esse desafio vai ao encontro do âmbito desta dissertação, que é a utilização de todas as informações que formam a conjuntura para auxiliar a tomada de decisão, buscando atender as necessidades específicas de cada usuário.

Segundo Pernas *et al.* (2009), consciência do contexto é a capacidade de sentir o ambiente envolvido, permitindo, assim, a adaptação a nova circunstância. Cada modificação pode exigir que novas medidas sejam tomadas para manter o funcionamento correto. Essa característica citada da consciência de contexto pelo autor é essencial para a proposta desta dissertação, pois tem como objetivo principal permitir a adaptação do recurso de *link* de acordo com as necessidades atuais, tanto do usuário como do ambiente que o envolve.

Nazário *et al.* (2012) afirma que o sistema consciente de contexto deve utilizar informações relevantes para atender as necessidades específicas de cada usuário, ofertando serviços de forma dinâmica. Para a satisfação dos usuários, é necessário que o conjunto de informações seja confiável. Com o controle de qualidade de cada contexto, pode-se solucionar, até mesmo, conflitos de contextos, o que permitiria a seleção do contexto mais adequado.

Segundo Buchholz *et al.* (2003), Qualidade do Contexto (QoC) são as informações que permitem mensurar a qualidade do contexto. Essas informações possibilitam identificar qual contexto se adapta melhor a cada situação, solucionando, assim, os problemas de conflitos. A QoC é um ponto importante para a pesquisa aqui realizada, pois permite a identificação do contexto que melhor se encaixa na situação específica. QoC ainda tem participação na resolução de conflitos, dando, assim, uma resposta mais adequada para cada contexto.

Com isso, tem-se uma visão da importância que as características da consciência de contexto podem trazer para o processo de disponibilização do recurso de *link* de uma forma mais dinâmica. Com a alta variabilidade no fluxo dos *links* de acesso à Internet, que, em alguns momentos, estão em sobrecarga e, logo em seguida, em subutilização, gera-se uma certa dificuldade de gerenciamento, fazendo com que, no intuito de resolver-se o problema de sobrecarga, apareça outro problema, a subutilização. A subutilização significa que, mesmo existindo recurso, este não está disponível devido às limitações impostas pelas regras. Isso acontece pelo fato de não se avaliar o contexto envolvido, sendo apenas implementadas as regras, o que torna as redes rígidas, sem adaptação necessária. Esse relato é um exemplo de

como se precisam buscar novas alternativas para solução dos problemas de sobrecarga e subutilização, entre outros problemas causados pela dificuldade de gerenciamento dos recursos.

A falta de dinamismo na disponibilização de recursos de redes é um ponto importante, causador de várias falhas ou deficiências, o que acarreta o funcionamento inadequado, deixando de responder às necessidades do usuário devido à falta de adaptação. Assim, tem-se o seguinte questionamento relacionado com o problema apresentado por esta dissertação:

Como fazer a disponibilização do recurso de *link* sem causar limitação, permitindo a adaptação ao contexto, tornando a rede versátil e disponível, garantindo a qualidade do *link* disponibilizado?

Diante do problema apresentado, tem-se o objetivo de utilizar a consciência de contexto, para auxiliar a tomada de decisão com relação ao recurso de *link*. A proposta desta dissertação é a criação de um proxy consciente de contexto, buscando melhorar a disponibilização do recurso de *link*, permitindo a adaptação a situação, reduzindo, assim, os problemas de sobrecarga e subutilização. Nessa busca, vê-se a ligação direta de cada conceito descrito aqui nesta dissertação, como no caso do conceito da computação ubíqua, o qual é um conceito geral para a busca de flexibilidade nas aplicações, passando pelas redes ubíquas, tendo em vista que o foco dessa proposta é voltada para a disponibilização de um recurso de rede, englobando a isso a consciência de contexto, que permite as aplicações de rede e a disponibilização com flexibilidade dos recursos de rede, como, no caso deste trabalho, o recurso de *link*, adequando-se ao cenário atual.

Para contemplar este objetivo, algumas etapas se fazem necessárias:

- a) Realizar um estudo sobre consciência de contexto aplicada a redes, através de um Mapeamento Sistemático;
- b) Analisar e criar o contexto para disponibilização do *link* do ambiente pesquisado, voltado para o desenvolvimento de sistema adaptativo de disponibilização de *link*;
- c) Desenvolver o mecanismo de adaptação do *link* disponibilizado com base no contexto;
- d) Analisar a QoC, buscando a validação da consciência de contexto na disponibilização do *link*.

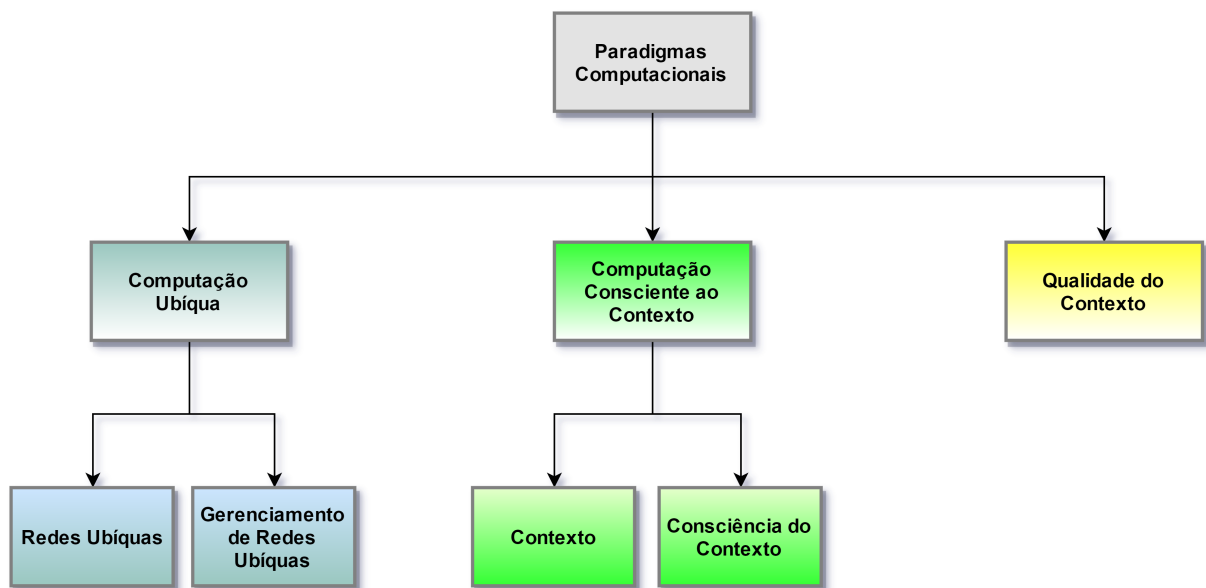
Este trabalho está estruturado da seguinte forma: o capítulo dois descreve os paradigmas computacionais considerados no desenvolvimento do ProxyCC; o capítulo três apresenta os trabalhos correlatos; o capítulo quatro traz a metodologia utilizada para alcançar

os objetivos desejados; o capítulo cinco apresenta a proposta de disponibilização do recurso de *link* utilizando a consciência do contexto; o capítulo seis apresenta os resultados; e o capítulo sete traz a conclusão do trabalho.

2 PARADIGMAS COMPUTACIONAIS CONSIDERADOS NO PROXYCC.

A seguir, serão descritas algumas tecnologias consideradas para o desenvolvimento do Proxy Consciente ao Contexto (ProxyCC). A Figura 1 mostra a disposição das tecnologias a serem apresentadas.

Figura 1 - Paradigmas computacionais considerados no ProxyCC



Fonte: elaborada pelo autor.

As tecnologias foram agrupadas por temas, ficando divididas em três grupos: Computação Ubíqua, Computação Consciente ao Contexto e Qualidade do Contexto. A Computação Ubíqua ainda é subdividida em dois subgrupos: Redes Ubíquas e Gerenciamento de Redes Ubíquas; assim como a Computação Consciente ao Contexto, que está dividida em Contexto e Consciência do Contexto.

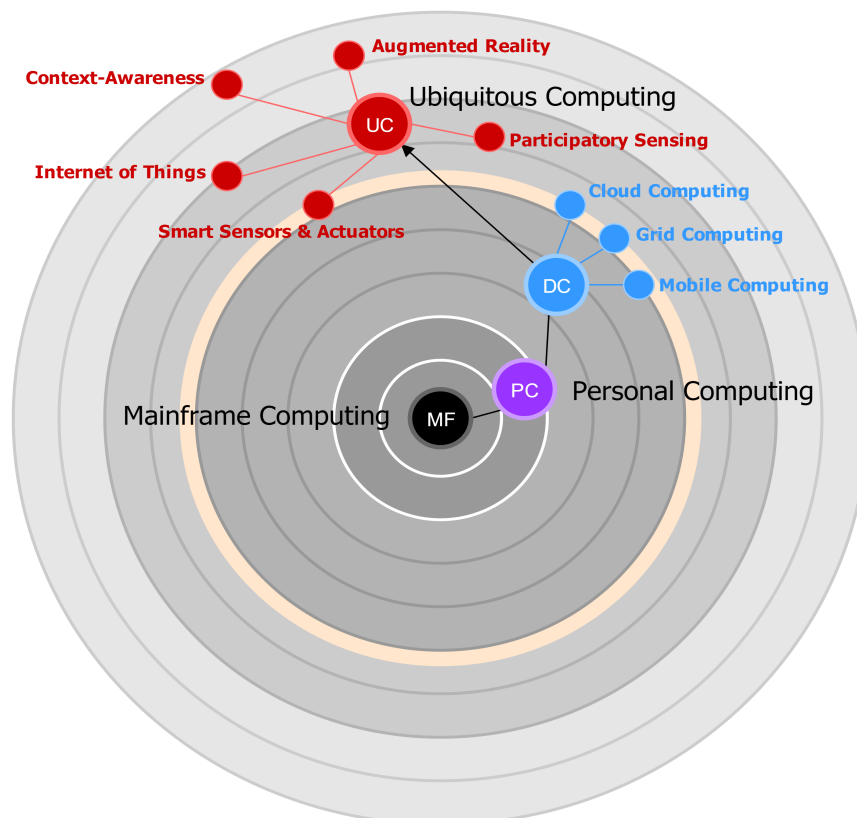
2.1 COMPUTAÇÃO UBÍQUA

Os autores Lee *et al.* (2008) definem a computação ubíqua como um método que busca melhorar a utilização dos recursos computacionais de um ambiente físico, unindo estes recursos em um objetivo comum de forma invisível para os usuários. Eles apresentam três características principais para os cenários da computação ubíqua: a incorporação de

dispositivos computacionais ao cotidiano, desenvolvimento de interfaces inteligentes para os dispositivos computacionais e redes de comunicação disponíveis em qualquer hora e lugar, proporcionando que os recursos computacionais, como redes, sistemas, entre outros, estejam acessíveis sem limitações e de forma invisível para usuário (sem a necessidade da interferência do usuário). Essa ideia é também defendida por outros autores como no caso dos autores Sellami *et al.* (2014), assim dando embasamento para a confirmação dessas definições.

Conforme Knappmeyer *et al.* (2013), computação ubíqua é considerada a próxima etapa na cadeia evolutiva dos paradigmas de computação. A Figura 2 ilustra a evolução da computação, tendo, na primeira geração, os *Mainframes*; passando pela segunda geração; que são os computadores pessoais; indo para a terceira geração, que tem como foco a computação distribuída até a chegada da computação ubíqua. Também são destacadas características pertinentes à computação ubíqua, como consciência do contexto, que tem como objetivo a utilização do contexto para a tomada de decisão, permitindo a adaptação dos recursos, utilizando-se das informações de contexto o que será melhor explicado posteriormente.

Figura 2 - Evolução e Características da Computação Ubíqua



Fonte: KNAPPMeyer *ET AL.*, 2013.

Para Araujo (2003), a computação ubíqua se beneficia dos avanços da computação móvel e pervasiva, que o autor conceitua como sendo a inserção dos computadores no ambiente sem que os usuários percebam. A computação ubíqua surge da necessidade de integração da mobilidade com a funcionalidade da computação pervasiva, vindo para proporcionar a disponibilização dos serviços de forma dinâmica para o ambiente computacional.

Segundo os autores Silva *et al.* (2015), a computação ubíqua, devido ao seu potencial, ainda tem a possibilidade de atender a diversas áreas não exploradas, dependendo apenas da criatividade e necessidade de cada usuário, buscando contribuir para melhorar as atividades do dia a dia. O autor ainda cita alguns exemplos de áreas em que a computação ubíqua já possui aplicações, como no caso da educação, medicina, residências, automóveis, mobilidade e nos negócios.

Como mostrado pelos autores acima, a computação ubíqua traz diversas oportunidades de pesquisa, como a questão do desempenho nessas redes ubíquas bem como o QoC, tendo em vista que tem sido largamente utilizada para a integração e gestão dinâmica do ambiente onde está inserida. Ela também é um paradigma computacional, que busca unir os recursos computacionais para oferecer um ambiente adequado para os usuários em qualquer tempo ou local, sem a necessidade da intervenção do usuário.

Tem-se a necessidade de descrever sobre redes ubíquas e gerenciamento de redes ubíquas, uma vez que estas questões estão diretamente ligadas e inerentes. Os conceitos de redes ubíquas e de seu gerenciamento é essencial para a compreensão, permitindo, com isso, a imersão aos conceitos básicos.

2.1.1 Redes Ubíquas

Os autores Abbasi e Hussain (2012) destacam que o surgimento das redes ubíquas teve um impacto significativo nas aplicações do dia a dia. Definem a rede ubíqua como um grande número de redes com diferentes arquiteturas, com ligações perfeitas sem interrupção, possibilitando a adaptação para solucionar os problemas de forma automática, sem a intervenção dos usuários. Os autores Lee e Kim (2012) também consideram que as redes ubíquas visam a proporcionar comunicação sem interrupção entre os envolvidos sem necessitar de uma interação do usuário.

Segundo Lee *et al.* (2008), redes ubíquas devem englobar as seguintes características: conectividade sempre presente, proporcionar um ambiente cada vez mais próximo do mundo real, mais inteligência para comunicação e permitir comunicação entre objetos, proporcionando um ambiente de computação pervasiva para os usuários. Loureiro *et al.* (2009) complementam que a rede ubíqua tem o objetivo de fornecer acesso permanente aos serviços disponibilizados a qualquer tempo e local, mesmo com a diversidade de tecnologias e interfaces de redes, dando flexibilidade na seleção das redes.

De acordo com os autores Sellami *et al.* (2014), as redes ubíquas são compostas por diversos nós, que podem ser dispositivos, usuários, sensores, o que justifica a dificuldade ou impossibilidade de se obter uma visão global da rede ubíqua, devido a sua diversidade. A diversidade de dispositivos também é um ponto pertinente a ser observado, pois cada dispositivo possui características específicas.

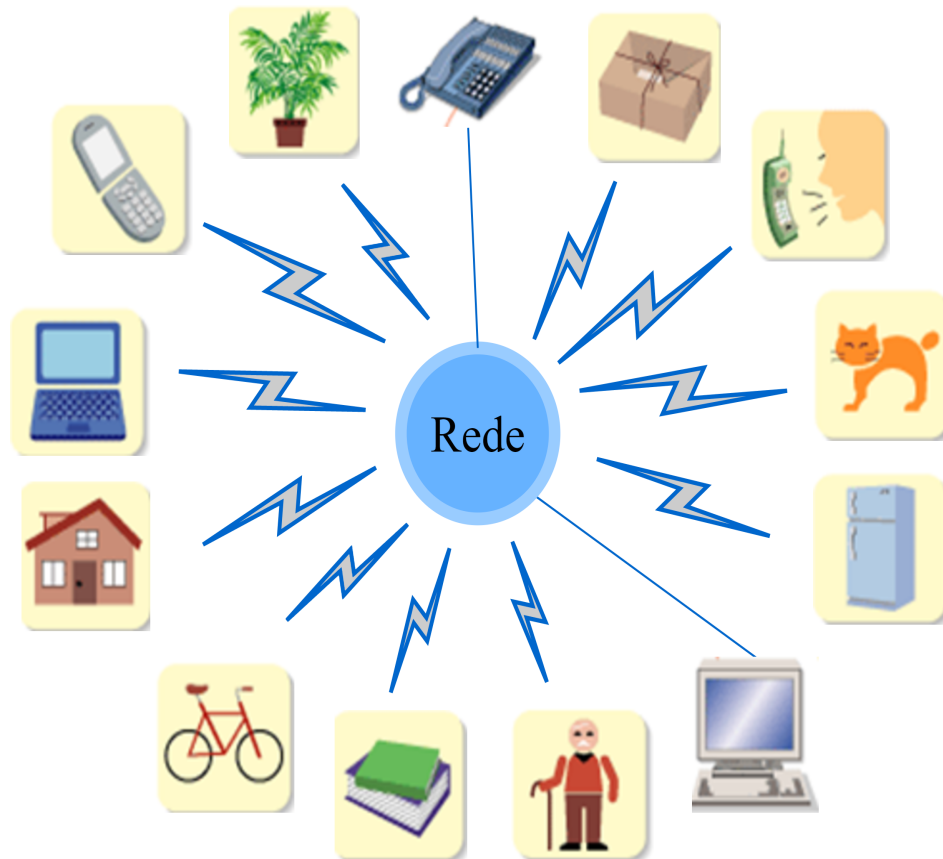
Lee *et al.* (2009) também cita que um dos objetivos principais da rede ubíqua é a conexão perfeita de qualquer objeto, mantendo-se, assim, a conexão permanente e com qualidade entre os objetos. Os autores apontam que a tecnologia de rede ubíqua terá um impacto significativo na indústria de rede, pois traz um novo paradigma focado na conexão contínua sem interrupções, o que se faz necessário em muitas aplicações executadas pelas organizações.

Segundo Beuran *et al.* (2007), as redes ubíquas possuem propriedades diferentes das redes de computadores, como por exemplo, a alta variabilidade de nós, sendo que qualquer dispositivo pode ser um novo nó. É identificado pelos autores que a utilização das redes ubíquas em ambientes domésticos é uma solução promissora para melhorar a qualidade de vida, podendo atender diversas demandas dos usuários em busca de conectividade devido ao grande crescimento de dispositivos conectados, como por exemplo, os *smartphones*, *smart tvs*, *tablets*, *notebooks*, etc., que permitem aos usuários interagirem com os ambientes de diversas formas e tipos diferentes de dispositivos.

Os autores Lee *et al.* (2008) comentam que as redes ubíquas proporcionam um ambiente da computação pervasiva para usuários em movimentação, tendo como objetivo final a Internet das Coisas ou IoT (do inglês, *Internet of Things*), que é descrita por Santos (2016) como sendo a capacidade dos objetos interagirem entre si através de sensores de forma inteligente. Como exemplo de objetos, podem-se citar carros, roupas, eletrodomésticos, etc. A criação das redes ubíquas vai ao encontro da disseminação dos dispositivos, ocasionando a conectividade entre eles, criando ambientes complexos e diversificados, permitindo que os

usuários utilizem diferentes meios de comunicação. Na Figura 3, temos um exemplo dos dispositivos que podem ser utilizados em uma rede ubíqua.

Figura 3 - Exemplo de dispositivos de uma Rede Ubíqua



Fonte: PAZ, 2012.

A Figura 3 mostra que os dispositivos de comunicação ubíquos podem ser qualquer coisa, desde dispositivos móveis a pequenos sensores ligados a uma rede que permita enviar ou acessar as informações como, por exemplo, distância, intensidade, etc., a qualquer momento e de qualquer local. Essas informações formam os contextos do ambiente atual. Através da consciência de contexto, podem-se adaptar os sistemas e recursos de modo que atendam as atividades pertinentes. Segundo Shawky *et al.* (2014), consciência de contexto tornou-se um requisito fundamental para muitas redes, aplicações e serviços, sendo utilizada para dar dinamicidade e flexibilidade aos serviços disponibilizados. Seguindo a mesma linha, El-Mougy e Mouftah (2013) destacam a importância da gestão dos recursos disponíveis para maximizar a eficiência da rede, permitindo o gerenciamento dos recursos envolvidos, fazendo com que seja melhor aproveitado o potencial de cada recurso.

Matos *et al.* (2011a) confirmam, também, que a utilização de consciência do contexto em redes possibilita adaptação ao ambiente, tomando como base as informações do contexto, como, por exemplo, seleção de rede, reserva de recurso, gestão de mobilidade. A flexibilidade e a dinâmica das redes conscientes de contexto fazem com que os recursos possam ser melhores aproveitados, introduzindo novas possibilidades para o gerenciamento das redes, buscando aprimorar a utilização dos recursos disponíveis para atender as demandas.

Com isso, pode-se concluir que a rede ubíqua é a base para tornar a comunicação dinâmica e acessível, de forma que permita adaptar-se às necessidades, possuindo ligações perfeitas e promovendo a solução de problemas automaticamente, sem a necessidade da interação do usuário.

2.1.2 Gerenciamento de Redes Ubíquas

Conforme Kim e Feamster (2013), as redes de computadores são dinâmicas e complexas, o que torna seu gerenciamento um grande desafio. Um desses obstáculos é a configuração, que implica fazer cumprir as políticas definidas. Isso requer especificações de configuração de baixo nível, necessitando de configuração manual não oferecendo mecanismos para responder automaticamente. Na tentativa de minimizar os problemas de gerenciamento, faz-se necessária a implementação de regras cada vez mais sofisticadas, fazendo com que as tarefas fiquem mais complexas. Isso mostra a necessidade de buscar melhores maneiras de executar o gerenciamento de redes, permitindo dar flexibilidade e dinamismo e mantendo o controle sobre os seus recursos de rede disponibilizados sem engessar a estrutura de rede existente.

Meer *et al.* (2010) afirmam que a busca pelo gerenciamento das redes ubíquas tem conseguido avanços, sendo que uma das características que permitiu esse avanço foi a obtenção de informações referentes aos serviços, que, combinada às informações do ambiente de rede envolvido, pode ser utilizada para dar autonomia de gestão. Os autores ainda dizem que as redes ubíquas devem ser robustas e, ao mesmo tempo, não sobrecarregar, mantendo a capacidade de gerenciamento, de forma invisível, mantendo as características da rede. As redes ubíquas, devido a seu baixo nível de acoplamento entre os serviços e usuários, torna ainda mais relevante a necessidade de gerenciar as redes ubíquas.

Conforme Hadjiantonis (2007), o gerenciamento das redes ubíquas busca detectar e solucionar conflitos, evitando inconsistências, além de assegurar a privacidade dos usuários. O autor propõe a adoção do paradigma de gerenciamento múltiplo, permitindo a execução de

tarefas de gestão cooperativa, em que tanto o operador da rede quanto o provedor do serviço têm suas próprias políticas, com um mecanismo de suporte para a detecção e resolução de conflitos.

Strassner *et al.* (2009) citam que, devido à grande diversidade de tecnologias utilizadas para representar e gerenciar as informações, tem-se a necessidade de se obter uma representação comum para conceber a comunicação, trabalhando com dados estáticos, informações de configuração e informação de semântica. A utilização da consciência de contexto aumenta a complexidade, pelo fato de que os mesmos dados podem ter significados diferentes para cada contexto. Os autores trazem a proposta de extensões para a arquitetura *Foundation – Observe – Compare – Act – Learn – rEason* (FOCALE), que possibilita utilizar o contexto para selecionar as políticas de controle das atividades.

A dissertação de Yokoyama (2009) traz a proposta de exploração das informações contextuais do ambiente *Next Generation Networks* (NGN), apresentando dois cenários. O primeiro apresenta um mapa das redes disponíveis do local, através de uma combinação de informações de duas ou mais fontes. O segundo traz uma abordagem centrada no usuário, que pode escolher a rede, mas um gerenciador de conexão faz a verificação periódica das redes disponíveis, buscando conectar automaticamente a rede que corresponde melhor às preferências do usuário. Na mesma linha, a dissertação de Lopes (2012) também trabalha em ambientes NGN, só que acrescentando as informações obtidas nas redes sócias online dos usuários, buscando pelas experiências dos usuários com relação às conexões como, por exemplo, redes disponíveis, dificuldades de conexão, menor número de obstáculos, entre outros aspectos que possam auxiliar na seleção da rede.

O gerenciamento de redes ubíquas busca solucionar os conflitos detectados, visando a impedir que ocorram inconsistências, sendo fundamental para o desenvolvimento de ambientes que buscam dar qualidade aos serviços disponibilizados, permitindo o controle e a melhor distribuição dos recursos. Isso é o que se pretende alcançar com a utilização da técnica de consciência de contexto voltada para disponibilização do recurso de *link*.

2.2 COMPUTAÇÃO CONSCIENTE AO CONTEXTO

Segundo os autores Burceanu *et al.* (2013), a computação consciente ao contexto é um novo paradigma voltado para coleta de dados sobre o contexto a partir de diversas fontes, como *smartphones*, *notebooks*, *smart tvs* e sensores, para tomar decisões automaticamente. Os autores Nimalasena e Getov (2013) observam que a computação consciente ao contexto tem

atraído a atenção nos últimos anos, tendo em vista o potencial alcançado pelos sistemas conscientes ao contexto com o auxílio na tomada de decisões, baseando-se nas mudanças do contexto.

Dey (2001) conceitua a computação consciente ao contexto de forma ampla, como o sistema que utiliza contexto para fornecer serviços ou informações relevantes ao usuário. O autor ainda propõe uma categorização, buscando a generalização, para abranger todas as aplicações conscientes ao contexto. As categorias são as seguintes: apresentação de informações e serviços, como por exemplo, os sistemas de sugestões para os usuários; execução automática de serviços, como no caso da execução do serviço de reconfiguração de rede para manter a conectividade; e marcação de contexto à informação para apoiar a recuperação, como por exemplo, o auxílio na recuperação de dados com a perda de conectividade.

Chang *et al.* (2013) afirmam que a computação consciente ao contexto é conhecida como um tipo de computação adaptativa e dinâmica, relacionada ao contexto. Consciência de contexto é considerado o principal critério de computação ubíqua, no qual os dispositivos computacionais estão disponíveis em todo o ambiente físico, mas não são percebidos pelos usuários. Um sistema consciente ao contexto normalmente é composto por quatro camadas: dados (envolve a coleta de dados brutos), *middleware* (armazenamento e processamento de contexto), aplicações (execução do serviço prestado) e infraestrutura de camada do usuário (interface de interação com o usuário).

Os autores Loureiro *et al.* (2009) confirmam que a computação consciente ao contexto é uma das principais áreas de pesquisa da computação ubíqua, possuindo aplicações em diversos cenários de diversas situações como no caso de disponibilização de conteúdo conforme o interesse do usuário ou, até mesmo, no caso de seleção de melhor rede disponível, ainda tendo desafios de implementação importantes. Assim, tem como proposta a elaboração de uma maneira de coletar informações relevantes do usuário, do ambiente onde se encontra e de dispositivos.

Para Kim e Kim (2014), computação consciente ao contexto é prestar serviços de acordo com a situação específica, utilizando-se do contexto fornecido pelas fontes existentes. É um paradigma emergente que permite o desenvolvimento de serviços inteligentes, ocasionando a autogestão dos sistemas.

Diversos tipos de aplicações são propostos pela comunidade acadêmica, atendendo as mais variadas áreas, como no trabalho dos autores Burceanu *et al.* (2013), o qual cita que, para um sistema ser verdadeiramente consciente ao contexto, deve adaptar-se de forma

autônoma, fornecendo os serviços ou conteúdos adequados sem a interação do usuário, utilizando-se das informações contextuais para o fornecimento de conteúdo pertinente ao usuário. Os autores propõem a utilização da computação consciente ao contexto para a distribuição e armazenamento de dados. Já na pesquisa dos autores Amalarethinam e Nirmal (2014), a proposta é de equipar os dispositivos de rede sem fio para dar capacidade consciente de contexto, visando a reforçar o controle de acesso adaptado ao contexto atual, tendo em vista a posição estratégica desses dispositivos.

Tendo em vista a importância desse tema, Loureiro *et al.* (2009) mostram que, apesar de diversas pesquisas ao longo dos anos sobre o assunto, a computação consciente ao contexto possui muitas questões em aberto, como o sensoriamento, modelagem, qualidade e segurança. Em relação ao sensoriamento, este trata da seleção e inclusão dinâmica do contexto, técnicas de coleta de contexto em todos os níveis (físico, lógico e virtuais), atribuição de semântica ao contexto e identificação e seleção de fontes. A modelagem envolve os modelos de arquitetura do sistema, representação uniforme da sintaxe dos dados, armazenamento de dados e da comunicação adotada. Na questão da qualidade, abrange qualidade de contexto, serviço, das fontes de dados, gerenciamento das aplicações conscientes de contexto, tratamento de falhas, automatização das tarefas. A questão de segurança envolve a segurança para troca de dados, confiabilidade das fontes e segurança da informação de contexto. Loureiro *et al.* (2009) ainda cita diversas áreas que utilizam a computação consciente ao contexto, como a aplicação voltada para o turismo envolvendo as redes móveis, permitindo a identificação das informações pertinentes ao contexto atual de cada usuário.

Pode-se entender que computação consciente ao contexto é um paradigma voltado para a coleta de informações referentes ao contexto, que busca auxiliar na tomada de decisão de forma automática, sendo um tipo de computação adaptativa que utiliza o contexto como base. A computação consciente ao contexto visa a prestar serviços levando em consideração a situação específica, permitindo, assim, o desenvolvimento de serviços inteligentes e possibilitando a autogestão.

Para a melhor compreensão da computação consciente ao contexto, deve-se atentar para alguns conceitos, como o que é contexto e consciência do contexto. A seguir, são apresentados conceitos para cada um desses assuntos, os quais são diretamente ligados à proposta desta dissertação, que visa à utilização da consciência do contexto na tomada de decisão para a disponibilização do recurso de *link*.

2.2.1 Contexto

O contexto é uma das definições que se fazem necessárias para o desenvolvimento das redes conscientes de contexto. Segundo Dey (2001), contexto são as informações que podem ser utilizadas na caracterização da situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser uma pessoa, lugar ou objeto, desde que seja relevante para a interação entre usuário e a aplicação. Loureiro *et al.* (2009) afirma que a definição de Dey (2001) é uma das mais utilizadas e aceitas pelos pesquisadores da área, devido a sua imparcialidade e amplitude, aceitando as diversas necessidades específicas de cada aplicação e também não restringindo as fontes de contextos.

Dando seguimento, Loureiro *et al.* (2009) falam da importância das tarefas de identificação de fontes e coleta dos dados contextuais, sendo que cada tipo de dado contextual bem como sua utilização apresentam desafios, como no caso do processamento, qualidade, sintaxe, entre outros.

Para Pernas *et al.* (2009), o contexto pode ser tudo o que ocorre em torno do usuário, como as atividades de interação com outras entidades que compõem o ambiente. Os autores Knappmeyer *et al.* (2013) complementam que contexto são as informações referentes à localização, equipamento, objetos, pessoas, agentes de *software*, entre outros, e seus atributos, como por exemplo, nível de ruído, intensidade de luz, temperatura, número de obstáculos, distâncias entre os nós e movimento, ainda podendo incluir as características do sistema, serviços e atividades.

O autor Dey (1999) afirma que, com mudança rápida de situações, o contexto pode ser usado para se fornecer a adaptação necessária do ambiente ao contexto atual, como no caso dos usuários móveis que podem buscar por uma melhor conexão ou, até mesmo, com conteúdos voltados àquela situação. Com a movimentação, tem-se outro contexto, com exigências diferentes, necessitando adaptação ao contexto atual. Com um contexto dinâmico, os usuários móveis poderão interagir com novos espaços físicos, conseqüentemente novos objetos e pessoas, adaptando os serviços ao novo contexto e permitindo que o serviço se adapte às necessidades atuais.

Os autores Da *et al.* (2014) apontam que a gerência do contexto é uma das chaves para o desenvolvimento de sistemas conscientes ao contexto, devido ao fato de que as informações contextuais são fornecidas de diversas fontes na forma bruta, necessitando uma avaliação prévia buscando manter a qualidade exigida. Ainda, complementa que, hoje em dia, os sistemas de gestão de contexto possibilitam a construção de modelos semânticos a partir das

informações brutas recolhidas. No mesmo sentido, Donohoe *et al.* (2015) falam que a modelagem do contexto busca copiar o raciocínio humano para a avaliação das situações, sendo geralmente classificados como: baseado no fato, espaço e ontologia.

Pode-se definir que contexto são as informações que podem ser utilizadas para caracterizar uma situação, tendo a possibilidade de ser todas as atividades que compõem um ambiente interativo, envolvendo as atividades do usuário com outras entidades, sendo que as informações podem ser de localização, objetos, pessoas, etc., e seus atributos, por exemplo, temperatura, número de obstáculos, nível de ruído, entre outros.

2.2.2 Consciência do Contexto

Consciência do contexto é definida pelos autores Assunção *et al.* (2012) como a habilidade de entender e reagir às diversidades de situações, adaptando-se para melhor atender as necessidades. Segundo Carlson e Schrader (2014), a consciência do contexto vem ganhando importância nos últimos anos, servindo como base para os sistemas adaptativos móveis, os quais necessitam de dinamismo e flexibilidade devido à alta variabilidade das informações de contexto. Gronli *et al.* (2013) citam que a utilização da técnica de consciência do contexto proporcionou mudanças nas aplicações, permitindo, assim, a adaptação ao contexto do usuário.

Os autores Mohrehkesh *et al.* (2012) complementam que a consciência do contexto traz precisão para aplicações, personalizando-as conforme as necessidades de cada usuário. Os autores ainda mostram que as informações de contexto podem ser variadas, desde as informações do usuário, do ambiente e de rede, e todas são importantes para obter qualidade nos serviços disponíveis. No caso de redes, as informações podem incluir o ruído, obstáculos, distâncias, tipo de conexão, entre outras. São características de contexto de um ambiente que, uma vez conhecidas, podem conduzir à adaptação da rede, melhorando a eficiência. Mesmo a consciência de contexto tendo sido projetada com foco no usuário, a utilização de diversos contextos que abrangem a ação, como, por exemplo, as informações de um contexto sobre o ambiente envolvido, pode auxiliar na qualidade dos serviços.

Segundo Nimalasena e Getov (2013), consciência do contexto é um conceito fundamental para a computação pervasiva. Na mesma linha, Knappmeyer *et al.* (2013) afirmam que consciência do contexto é um dos elementos essenciais para alcançar o suporte proativo, sem a necessidade de uma intervenção por parte do usuário, tendo em vista que os ambientes inteligentes possuem a capacidade de reconhecer a situação atual assim adaptando-

se à nova situação. O objetivo é que os dispositivos computacionais possam sentir e reagir a estímulos. Essas características dão origem à denominação de computação consciente ao contexto.

Para os autores Kayes *et al.* (2014), a consciência do contexto é um aspecto importante para os ambientes com alterações dinâmicas, sendo que as informações de contexto trazem novos benefícios aos sistemas, como no caso da autoadaptação ao contexto atual, que fornece a adaptação necessária para a nova situação. Nimalasena e Getov (2013) também indicam que a consciência de contexto proporciona a autoadaptação e aprendizagem dinâmica aos sistemas, permitindo a adaptação em tempo de execução, levando em consideração as alterações contextuais e, ainda, aprendendo com elas.

Os autores Knappmeyer *et al.* (2013) afirmam que a questão-chave para computação ubíqua é a consciência de contexto, na qual se incluem diversos aspectos do usuário, como as atividades, ambiente físico, localização, tempo, dispositivos de rede, entre outros. A consciência do contexto é considerada um dos elementos fundamentais para pró-atividade dos usuários, permitindo, por exemplo, que dispositivos de redes possam sentir e reagir aos estímulos dos usuários e às alterações no ambiente, buscando atender da melhor forma possível as necessidades.

Ainda segundo Knappmeyer *et al.* (2013), a consciência do contexto é interdisciplinar, envolvendo diversas áreas de pesquisa, como engenharia de comunicação e ciência da computação, processamento de dados de sensores, extração de características, inteligência artificial, entre outras. Além de ser interdisciplinar, a consciência do contexto tem um grande potencial, pois atende diversas áreas de atuação, indo desde a utilização em aplicações voltadas para a medicina, educação, computação, entre outros.

Segundo Silva e Dantas (2013), a consciência do contexto vem permitindo a criação de serviços dinâmicos e adaptativos, podendo, também, impactar na economia de energia no processamento e na quantidade de dados que trafegam pela rede, otimizando os recursos computacionais. Em um ambiente ubíquo, a abordagem da consciência de contexto tem um papel vital na adaptação, permitindo que haja ajustes no ambiente para as necessidades atuais dos usuários.

As características da computação consciente ao contexto proporcionam um grande avanço para as aplicações, permitindo a adaptação tanto em nível de aplicação como de infraestrutura de redes, tornando os sistemas flexíveis e adaptáveis ao contexto. Esse potencial de adaptação ao contexto atual do ambiente é que pretende se aproveitar, buscando qualidade

na disponibilização dos serviços, atendendo de forma autoadaptativa com a qualidade necessária.

Assim como a computação ubíqua, a computação consciente ao contexto vem sendo utilizada para a adaptação dos ambientes envolvidos, utilizando a consciência do contexto para possibilitar a adaptação desses ambientes ao contexto atual, tornando os sistemas flexíveis e dinâmicos sem a necessidade de uma intervenção por parte do usuário, fazendo com que os recursos disponíveis no ambiente atendam da melhor forma possível. Essa característica vem ao encontro da proposta desta dissertação, que visa ao melhor na disponibilização do recurso de *link* através de uma proxy consciente de contexto para as organizações.

A utilização do contexto possibilita a adaptação do *link* disponibilizado de forma que atenda aos requisitos de qualidade de serviços, sem engessar o recurso de rede, tornando-o dinâmico e flexível, com isso, permitindo que o proxy faça a gestão do recurso de *link* de forma adaptativa, sem a intervenção do usuário, de acordo com o contexto atual.

2.3 QUALIDADE DO CONTEXTO

Shargabi e Siewe (2013) trazem duas definições para qualidade do contexto (QoC). A primeira é que QoC seria qualquer informação que descreva a qualidade das informações de contexto. Posteriormente, isto foi modificado pela segunda definição, que apresenta a QoC como o indicador do grau de confiança do contexto.

Badidi (2014) diz que QoC é qualquer informação que descreva o contexto e que pode ser utilizada para determinar valores das informações de uma aplicação. Isso inclui as informações sobre os processos de provisionamento como, por exemplo, história e idade. A QoC impacta diretamente no comportamento dos serviços conscientes do contexto, sendo que, se as informações de contexto não tiverem qualidade, os riscos de tomar uma decisão incorreta aumentam.

Já Perera *et al.* (2014) definem QoC como a utilização de um grupo de parâmetros que expressa a qualidade dos requisitos e as propriedades dos dados de contexto, determinando três parâmetros como base para QoC: validade de contexto, precisão do contexto e contexto atual.

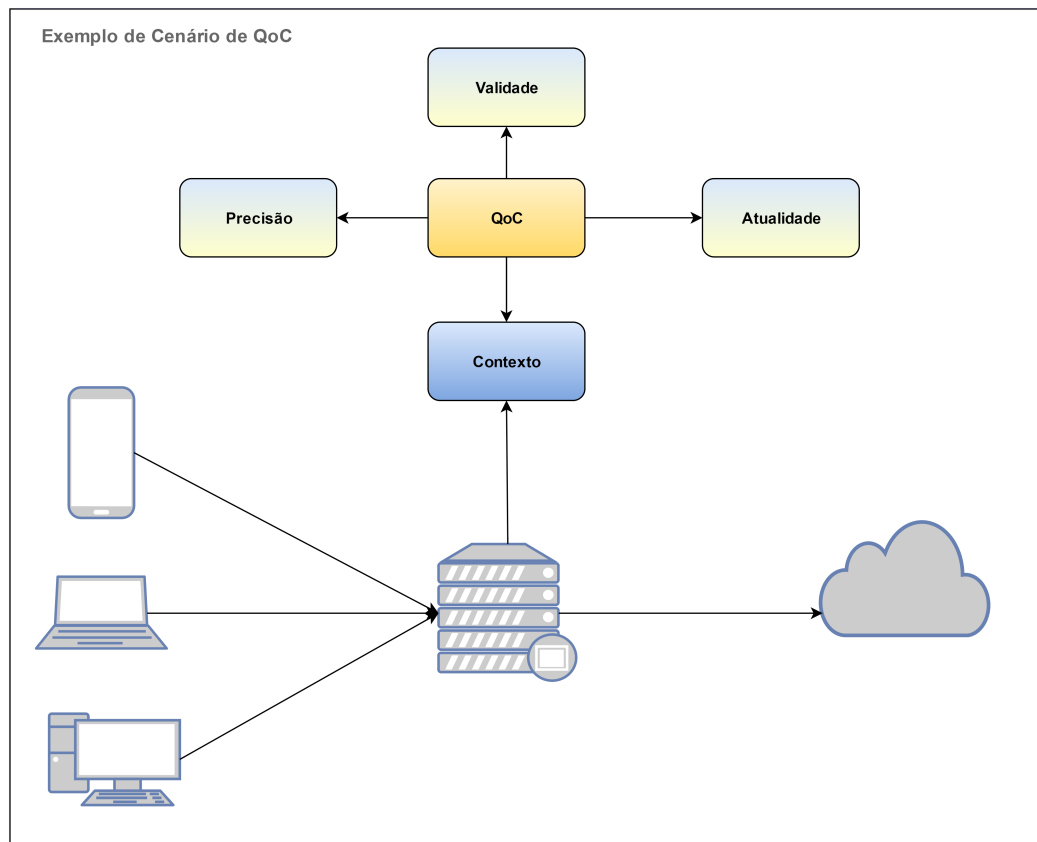
A qualidade do contexto (QoC) tem uma função importante para os sistemas conscientes de contexto, pois sem ela podem ocorrer divergências, tornando, assim, o sistema

falho, perdendo a funcionalidade de identificar o contexto atual. Um exemplo de como a qualidade de contexto pode influenciar diretamente no funcionamento do sistema é a capacidade de identificação da qualidade das informações coletadas, como no caso de ser selecionado um contexto de VoIP como o contexto atual, mas em vez de trafegar voz nesse contexto, têm-se imagens, isso demonstra que a identificação do contexto falhou. Essa falha de identificação de contexto pode acarretar erros na execução das ações, afetando diretamente no funcionamento do sistema, prejudicando o funcionamento com a alocação de recurso para um contexto sem realmente estar ativo.

Seguindo essa linha, Nazário *et al.* (2013) diz que a qualidade das informações de contexto, utilizadas para adaptação dos serviços, causa um impacto significativo nas experiências dos usuários. Assim, QoC pode servir como indicador de contexto mais adequado, auxiliando o usuário na seleção e tratamento de conflitos de contexto, dando qualidade para os serviços.

Na Figura 4, pode-se visualizar um exemplo de cenário que traz algumas variáveis pertinentes à QoC, como por exemplo, a precisão, validade, atualidade, entre outros os parâmetros de QoC. Também pode-se observar a diversidade de equipamentos existentes em um ambiente, o que pode levar à identificação de contextos diferentes para cada um, sendo necessária a verificação da qualidade dos contextos, pois pode, por exemplo, enviar um conteúdo de acordo com o tamanho da tela de cada dispositivo, dando assim a qualidade de visualização necessária.

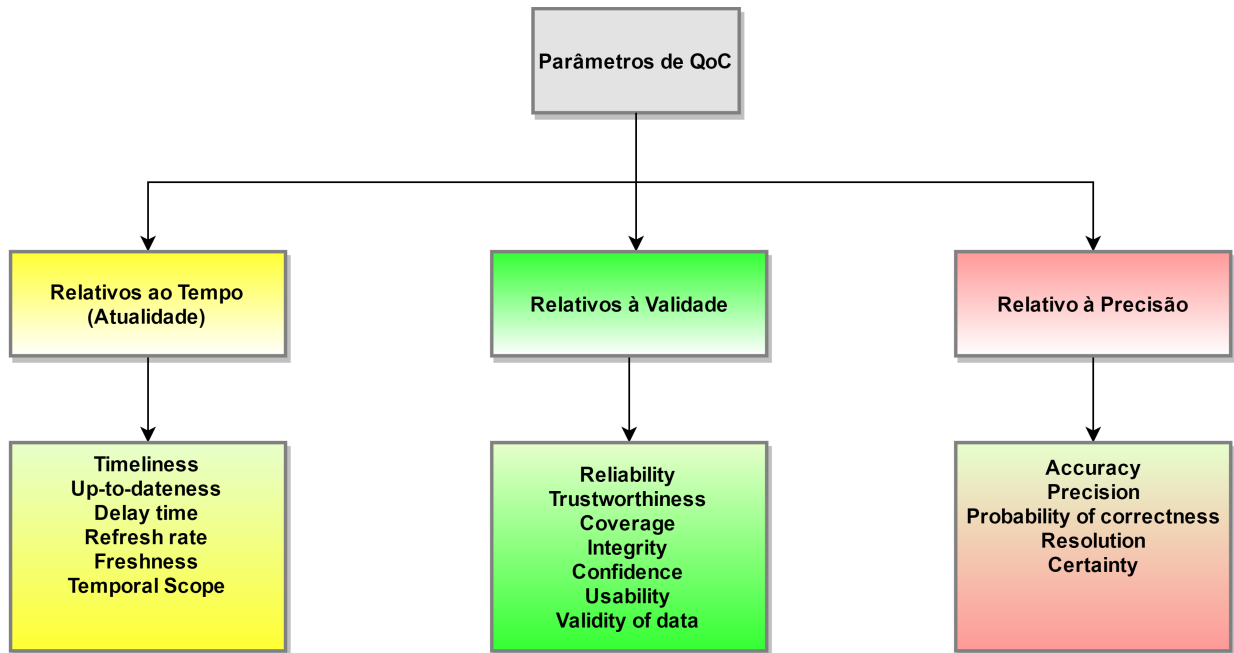
Figura 4 - Exemplo de Cenário de QoC



Fonte: elaborada pelo autor.

O autor Nazário (2015) também traz um agrupamento de parâmetros de QoC, utilizando-se de um levantamento das publicações que tratam de parâmetros de QoC, em que foi identificado pelo autor que não existe uma padronização nas nomenclaturas dos parâmetros, sendo que diversas vezes, apesar de se tratar do mesmo parâmetro, como no caso do tempo, são encontradas nomenclaturas com *Up-to-dateness*, *Temporal Scope*, que apesar de estarem com nomes diferentes possuem o mesmo significado. Tanto os autores Hoffman *et al.* (2013) quanto Neisse *et al.* (2008) apresentam a mesma falta de padrão de nomenclatura, apesar de fornecerem semelhanças nos significados de alguns parâmetros, como mencionado pelo autor Nazário (2015). Na Figura 5, pode-se visualizar o agrupamento de parâmetros de QoC de acordo com nomenclaturas encontradas nos trabalhos dos autores Hoffman *et al.* (2013), Neisse *et al.* (2008) e Nazário (2015).

Figura 5 - Agrupamento de Parâmetros de QoC



Fonte: elaborado pelo autor.

O agrupamento dos parâmetros de QoC deu-se devido à similaridade dos significados, o que permitiu a identificação de três métricas básicas para a QoC, sendo elas referentes ao tempo, validade e precisão. No agrupamento de parâmetros referente ao tempo, foram identificados os seguintes: *Timeliness*, *Up-to-dateness*, *Delay time*, *Refresh rate*, *Freshness* e *Temporal Scope*, os quais são definidos pelos autores Hoffman *et al.* (2013), Neisse *et al.* (2008) e Nazário (2015) da seguinte forma:

- a) *Timeliness*: definição de tempo de execução da ação após a identificação do contexto atual;
- b) *Up-to-dateness*: informa o tempo de vida (idade) da informação do contexto;
- c) *Delay time*: tempo entre a ocorrência do contexto atual e a identificação pela aplicação;
- d) *Refresh rate*: possui relação com *Up-to-dateness*, definindo a frequência para realizar uma nova medição;
- e) *Freshness*: também possui uma relação com o *Up-to-dateness* tendo como definição o tempo de vida da informação;
- f) *Temporal Scope*: definido como sendo o período de tempo da validade da informação.

Os agrupamentos de parâmetros relativos à validade foram identificados da seguinte forma: *Reliability*, *Trustworthiness*, *Coverage*, *Integrity*, *Confidence*, *Usability* e *Validity of data*, que são definidos pelos mesmos autores, Hoffman *et al.* (2013), Neisse *et al.* (2008) e Nazário (2015), a seguir:

- a) *Reliability*: tem como finalidade definir a tolerância a falhas, no caso o grau de acerto das informações recebidas, tratando da confiabilidade da fonte;
- b) *Trustworthiness*: trata da probabilidade das informações recebidas estarem certas, avaliando o grau de qualidade das informações recebidas;
- c) *Coverage*: define os valores aceitáveis para as informações recebidas, definindo valores máximos e mínimos;
- d) *Integrity*: trata da confiabilidade e credibilidade da origem das informações de contexto;
- e) *Confidence*: tem a finalidade de indicar a validade para o uso, o quanto é relevância e livre de erros;
- f) *Usability*: define o quanto é adequado para determinada finalidade uma parte da informação de contexto;
- g) *Validity of data*: descreve um conjunto de restrições para as informações de uma aplicação.

No agrupamento de parâmetros com relação à precisão, os autores apresentam os seguintes: *Accuracy*, *Precision*, *Probability of correctness*, *Resolution* e *Certainty*, ficando definidos pelos autores Hoffman *et al.* (2013), Neisse *et al.* (2008) e Nazário (2015) como:

- a) *Accuracy*: trata do grau de precisão entre os valores de contextos adquiridos com a situação atual;
- b) *Precision*: descreve a conformidade das informações com relação ao contexto atual;
- c) *Probability of correctness*: tem o objetivo de indicar a probabilidade de uma parte da informação estar correta em relação ao contexto atual;
- d) *Resolution*: pode ser tratada como a precisão ou a granularidade das informações selecionadas com relação a variação do mundo real;

e) *Certainty*: indica a probabilidade da descrição do estado estar correta.

Através dessas definições, pode-se ver a semelhança entre as diferentes nomenclaturas, confirmando, assim, a definição de Perera *et al.* (2014) com a seleção de três parâmetros base.

Naqvi *et al.* (2014) afirmam que as variações do contexto podem fazer com que baixe o grau de QoC, podendo afetar o funcionamento global de uma aplicação inteligente. Para os autores Shargabi e Siewe (2013), um dos desafios da QoC são os valores conflitantes vindos de diferentes fontes e por razões diferentes. Esses conflitos podem afetar a QoC, por isso os conflitos podem ser considerados a base para o início dos sistemas conscientes de contexto. Por exemplo, numa rede ubíqua de gerenciamento de conexão sem fio, se o usuário tem a opção de dois ou mais APs a mesma distância, e só este parâmetro for considerado, sem levar em conta outros (como obstáculos e interferências), podem-se gerar conflitos, que prejudicam a seleção automática do AP que melhor se adapta ao usuário no momento.

Os autores Silva e Dantas (2013) confirmam a importância da QoC para os sistemas conscientes de contexto, tendo em vista a necessidade de fornecer informações de contexto corretas, buscando atender aos requisitos específicos do sistema, não podendo ser imprecisas ou não confiáveis, o que reduziria o potencial de serviços. Algumas pesquisas adotam uma abordagem de solucionar conflitos, como a de Manzoor *et al.* (2009), que tem como base as políticas de conflito definidas no modelo de contexto. Filho e Agoulmine (2011) utilizam dois indicadores para resolver conflitos: a probabilidade de correção e a confiabilidade. Já Silva e Dantas (2013) acreditam que se devem utilizar todos os indicadores de QoC disponíveis, como os indicadores de QoC utilizados como base por Filho e Agoulmine (2011), que são exatidão e confiabilidade.

A QoC influencia diretamente no desempenho de uma rede ubíqua. Confirmam isso casos de contextos incorretos de largura de banda, que podem ocasionar decisões incorretas e prejudiciais à rede, causando problemas como a subutilização do *link* de acesso à Internet (quando mesmo havendo recurso, não é disponibilizado, acarretando má qualidade dos serviços) ou a sobrecarga do *link*. Um contexto errôneo também pode causar problemas na permissão de acesso, podendo acarretar a liberação ou bloqueio de acesso às informações ou serviços não condizentes com as permissões de cada usuário.

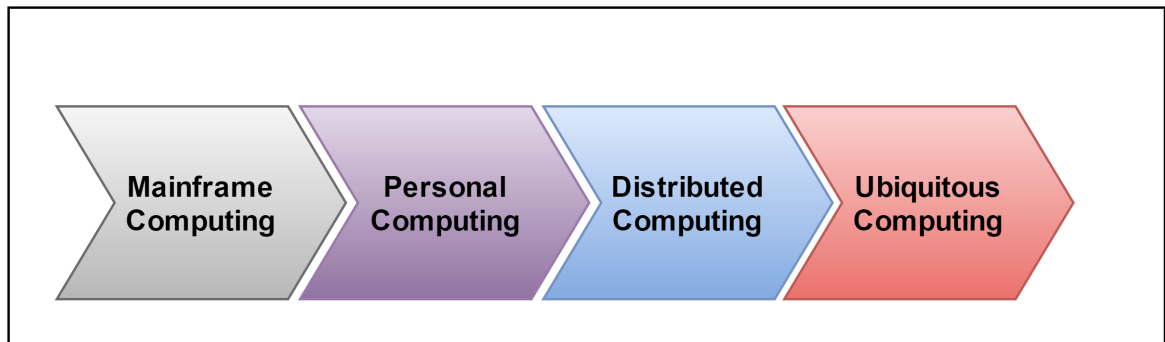
Assim, vê-se que a QoC é um ponto crucial para o sucesso desta pesquisa, tendo em vista que a QoC pode ser definida como sendo qualquer informação que possa descrever o grau de confiança do contexto. Somente a obtenção das informações não garante qualidade

para as aplicações, pelo contrário, acaba causando conflitos e prejudicando a tomada de decisão. A falta de QoC pode ocasionar a indisponibilidade dos serviços, como por exemplo, no caso de videoconferências, que têm a necessidade de uma parcela razoável de banda necessária para sua realização. Se essa informação de contexto não chegar corretamente ou conflitar com outros contextos, pode haver a indisponibilidade do serviço. A utilização de consciência de contexto proposta nesta dissertação pouco adiantaria sem o tratamento de QoC, podendo criar problemas novos ou maximizar os já existentes.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

As redes ubíquas têm chamado atenção dos pesquisadores, pois estas se utilizam das mesmas técnicas da computação ubíqua com um foco em redes. A Figura 6, ilustra a evolução dos paradigmas da computação, onde pode se ver que computação ubíqua é o novo paradigma da computação.

Figura 6 - Evolução da Computação de Mainframe para a Computação Ubíqua



Fonte: elaborada pelo autor.

Na busca por melhorias na infraestrutura para computação ubíqua, o desenvolvimento de novas tecnologias de redes torna-se essencial. A disseminação de pesquisas na área das redes ubíquas é um movimento natural, para atender a demanda por ambientes adaptáveis, levando em consideração as características do contexto envolvido. A seguir, são apresentados alguns trabalhos relacionados à proposta desta dissertação.

No trabalho de Edward e Sumathy (2014), há uma proposta baseada no *Session Initiation Protocol* (SIP) sensível ao contexto. O autor propõe uma solução para o atraso em estabelecer uma nova conexão, quando há uma mudança de uma rede para outra. Para acessar a nova rede, é preciso obter um novo endereço *Internet Protocol* (IP). Nesse processo, a troca de mensagens para estabelecer a nova conexão causa demora. Para reduzir o atraso, é proposta a utilização de consciência de contexto, com o objetivo de fazer um pré-registro da rede alvo, utilizando a identificação dessa rede através da utilização das informações de contexto, iniciando uma comunicação e diminuindo o atraso devido ao cadastramento.

Os resultados das simulações obtidos com utilização da ferramenta NS-2 mostram uma melhora de 44% com a redução do número de mensagens de SIP, durante o *handoff* no atraso de transferência e perda de pacotes *IP Multimedia Subsystem* (IMS), comparando com as abordagens anteriores. A análise da simulação mostra que 90% da taxa de transferência

foram mantidos durante o *handoff*.

Já a dissertação de Andrade (2012) trabalha na proposta de um protocolo de roteamento sensível ao contexto, denominado VeloSent, tendo como objetivo o processamento e obtenção dos dados do ambiente (velocidade, direção e sentido dos nós) em uma rede tolerante a atrasos e desconexões. As informações de contexto são capturadas pelo protocolo, buscando definir o nó destino para o envio de uma determinada mensagem, além de poder estimar a posição do destinatário, identificar os nós vizinhos, sua movimentação e velocidade no trajeto pela rede. O protocolo VeloSent possui três fases que são assim divididas: análise do ambiente, estimativa da nova localização e estimativa de um possível ponto de encontro.

Para simulação, foi utilizada a ferramenta *The ONE*, pelo fato de ser um simulador robusto e flexível, permitindo a configuração e simulação de diferentes modelos de mobilidades de nós. Foram criados três cenários: o primeiro para a movimentação baseada em um mapa; o segundo é de rotas aleatórias; e o terceiro, pessoas caminhando aleatoriamente. No primeiro cenário, baseado no mapa de uma cidade, o protocolo VeloSent teve um desempenho considerado bom quanto à entrega das mensagens, mostrando-se superior a outros protocolos. O segundo cenário obteve resultados semelhantes ao do primeiro cenário. Já o terceiro apresentou uma nova perspectiva: ao contrário dos anteriores, o protocolo foi superado pelo *Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity* (PROPHET).

Yilmaz *et al.* (2014) propõem o gerenciamento de conectividade consciente de contexto, sendo avaliados diversos contextos, como mobilidade, tráfego e preferências do usuário, também levando em consideração a tolerância ao atraso e largura de banda. Para realizar essa avaliação, faz-se necessário a virtualização do dispositivo e serviços. Para isso, utiliza-se a nuvem, devido às diferenças entre os ambientes. O *middleware* é a principal entidade de virtualização, visando à simplificação da comunicação entre camadas. O principal papel do *middleware* é tomada de decisão, levando como base as informações de contexto adquiridas pelas fontes.

Os resultados da simulação mostraram que a descarga do tráfego de células pequenas pode ser otimizada e a rede pode se beneficiar com a capacidade e previsão da taxa de dados, pelo fato de interagir de forma proativa.

A pesquisa de Maaloul *et al.* (2012) tem como objetivo investigar os tipos de

informações que podem formar a consciência do contexto, possibilitando alcançar a *Quality of Experience* (QoE) ou a *Perceived Quality of Service* (PQoS) para tomada de decisão. Segundo os autores, QoE são métricas de avaliação da satisfação dos usuários e PQoS é a percepção da qualidade dos serviços. É proposto um algoritmo de tomada de decisão que leva em consideração as necessidades dos usuários, reduzindo o atraso na seleção da rede. Os parâmetros de QoS, como taxas de latência, transferência e perda de pacotes, são usados para mostrar o impacto na rede. Para assegurar o desempenho dos serviços, utilizaram-se duas abordagens complementares: a QoS e a QoE. Também é utilizada a sensibilidade ao contexto combinada às características das classes de serviços.

Os testes foram realizados em duas fases, sendo que, na primeira fase de testes, foi avaliado o comportamento de cada classe de serviço, baseado nos parâmetros de sensibilidade de contexto. Na segunda fase, foi aplicado o algoritmo proposto e comparados os resultados das duas fases. A comparação mostrou que o algoritmo depende dos parâmetros de sensibilidade de contexto, em que se pode reduzir o número de *handover*, só que com um custo alto, não sendo satisfatório.

Sun *et al.* (2013) propõem um método de otimização de consciência de contexto para reduzir os atrasos no acesso e melhorar o número de clientes no cenário de rede 802.11n., determinando o tempo para mudar o *Medium Access Control* (MAC) e escolhendo a taxa de utilização do canal. O trabalho traz a proposta de mudar o modo de transmissão dinamicamente, utilizando a consciência de contexto através da detecção do estado do canal. Com isso, pode-se medir a utilização do canal, o que proporciona a determinação de quando se altera o modo de transmissão.

Para os testes do experimento, foram realizados dois ensaios: o primeiro voltado a avaliar o rendimento e o tempo de ocupação do canal e o segundo para avaliar o atraso no acesso para novos clientes. Os resultados do experimento mostram que houve uma melhora de aproximadamente 50% com a proposta.

O trabalho dos autores Matos *et al.* (2011a) defende uma abordagem baseada em contexto para realizar a virtualização de rede *Wireless Mesh Networks* (WMNs). A seleção de conexão de rede é através das características de contexto de cada usuário, escolhendo, assim, a rede que melhor se adapta ao seu contexto. Foram levadas em consideração as características de mobilidade e velocidade, impactando diretamente na criação e atribuição da *Virtual Network* (VN), o impacto vai depender do nível requerido de reconfiguração, criando

várias VNs conforme as características de contexto dos usuários, proporcionando o agrupamento dos usuários com mesmo contexto.

Para a avaliação, os autores abordaram quatro casos diferentes descritos a seguir: a VN adequada já pertence ao equipamento que o usuário está conectado; o número de VNs existentes é igual ao número de características de contexto; os recursos físicos distribuídos igualmente entre as VNs; cada VN é suportada em cada um dos nós físicos. Após a definição desses quatro cenários, foram feitas análises de mobilidade e velocidade. Os resultados identificaram que o processo de reconfiguração pode ser significativo por sua complexidade, com isso uma abordagem de previsão pode ser importante para melhorar o desempenho.

A pesquisa de Matos *et al.* (2011b) propõe um modelo analítico de arquitetura baseado em multi-VN consciente de contexto, para avaliar a complexidade dos mecanismos de descoberta de rede, reconfiguração da *Virtual Network* (VN) e o impacto de virtualização. O principal objetivo da proposta é o provisionamento de redes personalizadas conscientes de contexto, buscando atender os usuários com mudanças constantes de locais. Uma vez que o usuário acessa a *Wireless Mesh Networks* (WMN), é direcionado para uma VN de acordo com o seu contexto. A proposta concentra-se na modelagem e avaliação de mecanismos de controle para estabelecer uma conexão do usuário com a VN que melhor se adapta ao seu contexto.

Os resultados mostram que o objetivo foi alcançado com um pequeno impacto nos mecanismos de reconfiguração da VN. A mobilidade dos usuários tem um impacto significativo sobre a comunicação, sendo utilizada a ferramenta de simulação NS-2 para criar um ambiente adaptado à proposta. O experimento permitiu verificar o atraso de comunicação de dados baseado em contexto distinto em WMNs com a variação do número de VNs. Os autores concluíram que a abordagem pode ser usada para uma topologia WMN não virtualizada.

Matos *et al.* (2014) apresentam uma arquitetura de virtualização de redes (VNs) que busca adaptar as VNs às necessidades de cada usuário, utilizando-se do contexto. Essas necessidades do contexto dos usuários podem fazer com que a arquitetura se modifique, criando, removendo ou ampliando as VNs disponíveis. Assim, através da inclusão de um mecanismo de sinalização autônoma, baseado na cooperação entre as entidades, junto às métricas de consciência de contexto, que levam em consideração a disponibilização dos recursos, pode-se mapear e gerenciar as VNs na infraestrutura de rede física, o que permite a

descoberta e seleção da VN que mais se adapta a cada contexto. O objetivo principal é a configuração correta dos nós da rede e, ao mesmo tempo, garantir que diversos serviços sejam disponibilizados conforme o contexto da rede.

Os testes mostraram que em abordagens distribuídas há uma descoberta rápida, permitindo adaptação. O custo disso é maior que a abordagem centralizada, se a dinâmica de contexto for elevada. Também foi observado que o percurso para a descoberta de VN e seleção de caminhos conscientes de contexto superam as soluções de descoberta de VN ou abordagens baseadas na técnica do caminho mais curto. O sistema de seleção de caminho consciente de recursos traz uma melhora significativa quando é necessário criar ou ampliar as VNs na rede.

A pesquisa de Yokoyama (2009) utiliza as informações de contexto em redes *Next Generation Networks* (NGN), tendo como objetivo principal a captura das informações de contexto da conexão *wireless*, como por exemplo, a qualidade do sinal da rede e a localização do usuário, buscando a seleção do melhor ponto de acesso para o contexto atual de cada usuário.

Para a validação, foram utilizados dois cenários: no primeiro, são exibidas, através de um serviço, as redes sem fio disponíveis; no segundo, é utilizado um protótipo de gerenciamento de conexões, avaliando as preferências dos usuários. É identificado que, em ambientes de acesso heterogêneo, faz-se necessária uma solução mais robusta para atender à demanda.

Mohrehkesh *et al.* (2012) apresentam uma proposta para adaptação de consciência de contexto em dispositivos *Access Point* (AP), tendo em vista que os APs têm características que podem tornar as redes *wireless* dinâmicas, como por exemplo, último nó da borda de rede, sem limitação de potência, etc., podendo adaptar o conteúdo disponibilizado conforme as necessidades do usuário através do contexto, com maior precisão e rapidez. São utilizados como informações de contexto o tamanho da tela, luz, ruído, entre outros, devido à grande diversidade de dispositivos.

Como resultados preliminares, foi apresentada uma aplicação de adaptação de imagens, podendo variar a apresentação de acordo com o contexto de cada usuário. O redimensionamento de imagem causou um impacto significativo sobre a largura de banda e também na economia de energia.

Na tese de Yamin (2004), é proposta a criação de um *middleware* chamado de

EXEHDA (*Execution Environment for Highly Distributed Applications*), que tem como objetivo criar e gerenciar um ambiente *pervasivo*. A aplicação utiliza-se da semântica *sigame*, que tem por natureza ser distribuída, móvel e ter a capacidade de se adaptar ao contexto. O *middleware* é baseado em serviços e adaptativo ao contexto, tendo como principais serviços fornecidos a execução distribuída, comunicação, adaptação, acesso *pervasivo*, descoberta, reconhecimento de contexto e gerenciamento de recursos.

O autor conclui que a utilização do *middleware* na computação distribuída não se mostrou adequada, devido a alguns fatores como, por exemplo, a necessidade de manter uma elevada largura de banda com conexão permanente, o que não se adapta às características da computação *pervasiva*. Sendo comentado pelo autor que é inviável antever as mudanças às quais o *middleware* será exposto e buscando-se amenizar esse problema, é utilizada a combinação de dois paradigmas de mobilidade de código: carga de código sob demanda e instanciação remota de código. Dessa forma, é utilizada a separação de serviços em duas instâncias, uma instância local (servidor) e outro na base (equipamento do usuário), visando ao controle de desconexão.

Na dissertação do autor Moraes (2005), é apresentado um serviço de disseminação da informação em uma arquitetura ISAM (Infraestrutura de Suporte às Aplicações Móveis), chamado de DIMI (Disseminador *Multicast* de Informações), que traz uma arquitetura de *multicast* em nível de aplicação. O propósito é proporcionar maior escalabilidade através de um algoritmo que forma uma topologia de disseminação, buscando aliviar a sobrecarga em momentos em que ocorrer uma grande número de novos usuários. O DIMI ainda apresenta suporte à mobilidade do usuário, também trabalha com o suporte à desconexão planejada, a qual permite que dispositivos que possuam limitações de conexão participem da disseminação.

Os resultados alcançados com o DIMI, segundo o autor, atendem o que foi proposto, em comparação com o HMTP (*Host Multicast Tree Protocol*), o DIMI atingiu maior escalabilidade na ocorrência de novos usuários, mas, ao mesmo tempo, mostra-se inferior na questão de disseminação de mensagens. O que se espera ser solucionado com a integração do DIMI com o serviço de descoberta de recurso existente na arquitetura ISAM, permitindo, assim, ao DIMI equiparar-se ao desempenho do HMTP.

Lema *et al.* (2013) propõem a reestruturação da arquitetura *Context Casting* (C-CAST) para suportar o excesso de provisionamento na largura de banda, tendo em vista que a

extensão legada C-CAST é promissora, pelo fato de que melhora o desempenho do sistema. Os autores propõem o avanço dessa tecnologia com o redesenho da arquitetura C-CAST, adotando QoS. Para alcançar o objetivo, foi incorporado um sistema de contexto como componente de apoio. As características desse sistema são a criação do contexto, gerenciamento e distribuição de conteúdo, propondo o avanço na reestruturação da arquitetura *Context Casting* (C-CAST), com o controle centrado em recursos de rede para melhorar o desempenho e confiabilidade. Tendo em vista que a adoção de QoS melhora a escalabilidade do sistema, propõe-se uma nova arquitetura C-CAST denominada de C-CAST Avançado, um redesenho da arquitetura C-CAST Legado implementando QoS e controle de recursos de conectividade.

Uma avaliação preliminar, por meio de simulação, mostrou que C-CAST Avançado é superior no que diz respeito à configuração do C-CAST legado, tanto em termos de utilização de largura de banda quanto no que diz respeito à taxa de atraso no ponto de vista do usuário e de rede.

A dissertação de Cruz (2012) apresenta uma proposta do C-CAST Avançado, utilizando extensões de mecanismos para controlar dinamicamente a largura de banda e alocação de árvores *overlay*, buscando reduzir as taxas de sinalização e alocação de recursos. O estudo tem como objetivos a melhoria do mecanismo de provisionamento e alocação de recursos da arquitetura do C-CAST Legado, especificando um novo mecanismo de controle para provisionamento e alocação de recursos em redes convergentes sensíveis ao contexto. O C-CAST avançado suporta operações de inicialização de sessão, provisionamento, aplicação de recursos e operações de resiliência, assim como operações interativas sensíveis ao contexto de forma personalizada e adequada aos requisitos operacionais de cada sessão.

A avaliação foi realizada por meio de simulação, buscando demonstrar os benefícios em relação à arquitetura C-CAST Legado, utilizado o NS-2, em que o ambiente simulado mostra uma superioridade da arquitetura do C-CAST Avançado em relação com o C-CAST Legado, no sentido de custo de rede e QoS. Os resultados dos testes mostram que a arquitetura do C-CAST Avançado permite a redução em 45,7% na carga de sinalização em comparação com o C-CAST Legado. Também mostram que a latência teve uma redução de 43,16%, possibilitando a conclusão de que o C-CAST Avançado traz uma redução no tempo para estabelecimento de uma sessão, diminui a sobrecarga de processamento e, possivelmente, o consumo de energia.

Os trabalhos citados neste capítulo possuem a utilização do contexto para o gerenciamento de recursos de redes, apesar de trabalharem com outro foco principal, como no caso de alguns autores que buscam solucionar o problema de tolerância ao atraso, entre outras funcionalidades. Cita-se a proposta dos autores Edward e Sumathy (2014), que trata da utilização do contexto para solucionar o atraso no estabelecimento de uma nova conexão, o que também é visto na dissertação do autor Andrade (2012). Já a proposta dos autores Yilmaz *et al.* (2014), além trabalhar com o problema de tolerância ao atraso, também leva em consideração a mobilidade, tráfego e preferências do usuário. Nos trabalhos de Sun *et al.* (2013) e Maaloul *et al.* (2012) buscam-se alternativas para solucionar o problema de tolerância ao atraso por meio da utilização da consciência do contexto para a tomada de decisão, buscando reduzir o tempo de seleção da rede.

Outras propostas têm como objetivo principal a virtualização das redes, como nos trabalhos de Matos *et al.* (2011a), Matos *et al.* (2011b) e Matos *et al.* (2014), que se utilizam das informações de contexto dos usuários para alocação de redes virtuais, conforme as necessidades de cada um.

Já o trabalho de Yokoyama (2009) busca utilizar as informações de contexto para selecionar a melhor rede *wireless* disponível para cada usuário. A proposta dos autores Mohrehkesh *et al.* (2012) utiliza-se das informações de contextos recolhidas pelos APs para adaptar o conteúdo aos usuários.

No caso dos trabalhos dos autores Yamin (2004) e Moraes (2005), estes buscam o gerenciamento de um ambiente pervasivo por meio da utilização da arquitetura ISAM, criando *middleware* ou serviços que atendam as demandas da estrutura. Essas pesquisas têm como objetivo principal o gerenciamento de um ambiente pervasivo, utilizando-se de adaptações ao contexto para gerências dos recursos de conexões.

As propostas dos autores Cruz (2012) e Lema *et al.* (2013) trabalham com uma melhoria da arquitetura C-CAST Legado, para alcançar uma melhora no provisionamento e alocação de recursos com a utilização das informações de contextos, criando, gerenciando e distribuindo os conteúdos, bem como o gerenciamento de banda.

Como diferencial das pesquisas apresentadas, a proposta deste trabalho tem o objetivo de fornecer o melhor dimensionamento dos recursos de redes. Em específico, o trabalho apresenta uma proposta de criação de um Proxy consciente de contexto, que possibilite o dimensionamento dinâmico de banda. Considerando o fluxo irregular dos *links*

disponibilizados, há períodos de sobrecarga e outros de subutilização. O que se propõe, aqui, é a utilização de contexto para analisar e auxiliar na tomada de decisão nos casos de sobrecarga e subutilização dos recursos de rede, em específico o *link*.

4 MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho proposto nesta dissertação aborda a criação de um proxy consciente do contexto tendo como foco a disponibilização dinâmica do recurso de rede (*link* de acesso à Internet), analisando o contexto para auxiliar na tomada de decisão.

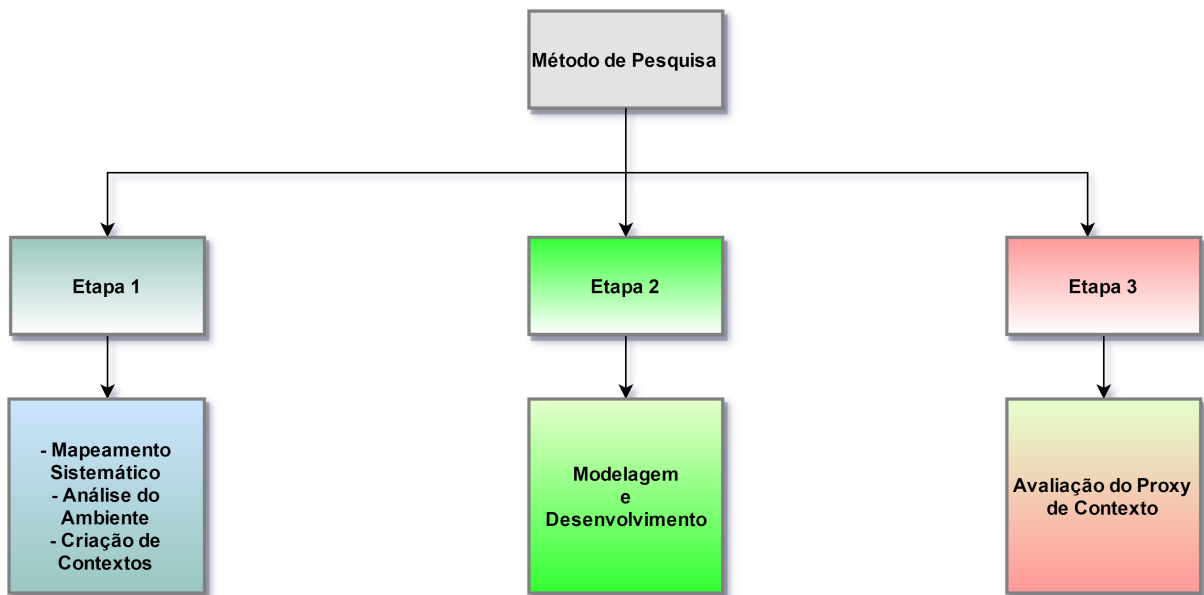
A pesquisa aqui realizada tem como objetivo a aplicação de consciência de contexto para a disponibilização dos recursos de redes, principalmente a disponibilização dos *links*. Com a utilização desta técnica, busca-se melhorar o uso dos recursos disponíveis, dar qualidade aos serviços e reduzir os problemas de subutilização ou sobrecarga dos *links*, tornando a rede dinâmica, adaptável ao contexto atual. A QoC é um ponto importante na busca do objetivo pretendido, garantindo que os dados de contexto mostrem a realidade atual do *link*.

Para alcançar esse objetivo, utilizaram-se os fundamentos conceituais de rede ubíqua e de consciência ao contexto, buscando solucionar possíveis problemas de adequação do *link* levando em consideração as demandas dos usuários.

A metodologia, conforme Silva e Menezes (2005), tem o objetivo de mostrar todas as etapas da pesquisa, ajudando a refletir e buscar novas visões sobre o mundo. As pesquisas podem ser classificadas de diversas maneiras, de acordo com o ponto de vista e da sua natureza. Esta dissertação é classificada como uma pesquisa aplicada, descrita pelos autores Silva e Menezes (2005) e Moresi (2003) como sendo uma pesquisa que se utiliza da aplicação prática para produzir conhecimento, objetivando solucionar problemas específicos.

Com intuito de uma melhor exposição da metodologia utilizada, optou-se pela divisão em etapas, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Divisão de Etapas do Método de Pesquisa



Fonte: elaborada pelo autor.

4.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

O Mapeamento Sistemático (MS) tem como objetivo a identificação das ferramentas, tecnologias e métodos de desenvolvimento de redes conscientes de contexto. Esta seção foi dividida para melhor visualização das etapas, ficando da seguinte forma: 4.1.1. Planejamento de pesquisa; 4.1.2. Condução do Mapeamento Sistemático.

4.1.1 Planejamento de pesquisa

Conforme Kitchenham (2004), a criação da questão da pesquisa é a primeira etapa na fase de planejamento, definindo o que se pretende com a pesquisa e quais os resultados pretendidos com o MS. Seguindo essa orientação, definiu-se a seguinte questão, adaptada de Zem-Lopes *et al.* (2014): existe alguma ferramenta ou pesquisa que possibilite o gerenciamento e monitoramento em redes conscientes ao contexto, permitindo a autogestão dos recursos de rede adaptados ao contexto?

O questionamento serviu como base para a construção da *string* de busca, fornecendo padrões para definição dos critérios de inclusão e exclusão, utilizados no MS. Como próximo

passo, tem-se a necessidade de selecionar as fontes de pesquisa, levando em consideração as bases utilizadas em comum nos trabalhos de Zem-Lopes (2014), Borges (2013), Carvalho (2012) e Almeida Filho (2011). São as bases eletrônicas: ACM Digital Library, IEEE eXplorer, Science Direct (Elsevier) e Springer, que também foram utilizadas para realizar este trabalho.

Posteriormente, ocorre a construção da *string* de busca. Foram realizados vários testes e ajustes para adaptá-la nos motores de busca específicos. A falha na construção de uma *string* de busca pode causar problemas, gerando um grande número de falsos positivos, segundo Kitchenham, Charters (2007). Para este trabalho, a *string* foi adaptada para o sistema de pesquisa avançada *Google Scholar*, sendo composta por palavras-chave do trabalho, conforme o questionamento principal. Abaixo, descreve-se a *string* em questão: Com todas as palavras: *Resources Networks*; Com a frase exata: *Context Aware*; Com no mínimo uma das palavras: *Ubiquitous Network “Context Sensitive”*; em qualquer lugar do artigo; Período: 2012 – 2015; Língua: inglesa.

Foram criados critérios de inclusão e exclusão para pesquisa. Levou-se em consideração os questionamentos que norteiam a pesquisa, tentando alcançar o melhor resultado possível, como por exemplo, no caso da inclusão (apresenta consciência de contexto em redes) e no caso da exclusão (estudos que não apresentam relação com consciência de contexto em redes).

4.1.2 Condução do mapeamento sistemático

O mapeamento sistemático foi realizado no período de março a maio de 2015. Na primeira etapa, aplicou-se a *string* de busca no *Google Scholar*. O resultado obtido com essa *string* é de 6.611 publicações encontradas, sendo que o resultado das buscas nas bases demonstrou-se produtivo, trazendo publicações pertinentes para o trabalho, como apresentado na Tabela 1, o que possibilitou adquirir conhecimento necessário para a execução do trabalho de dissertação.

Na segunda etapa, foi feita a seleção das publicações referentes a cada base. Nesta fase, os artigos foram classificados como aceitos, duplicados ou rejeitados, segundo critério definido no planejamento do MS. Para realizar essa atividade, o título, as palavras-chave e o resumo foram utilizados. Caso ficasse ainda alguma dúvida em relação à classificação do

artigo, era realizada a sua leitura completa.

Após, os artigos classificados como aceitos passam para a terceira etapa, chamada de extração. Nessa fase, os artigos foram lidos integralmente, levando em consideração os mesmos critérios de classificação, realizando uma nova triagem de aceitação ou rejeição. A Tabela 1 traz os resultados obtidos, em que foram aceitos 22 artigos os quais têm relação com a proposta de pesquisa.

Tabela 1 - Resumo da condução do Mapeamento Sistemático

Base Eletrônica	Busca Inicial	Duplicados	Fase Seleção		Fase Extração	
			Incluídos	Excluídos	Incluídos	Excluídos
IEEE eXplorer..	2789	11	88	2690	11	77
ACM Digital Lybrary.	720	1	28	691	3	25
Science Direct	880	0	23	857	7	16
Springer	2222	31	83	2108	1	82
Total	6.611	43	222	6346	22	200

Fonte: elaborada pelo autor.

Também foi realizada uma busca nas bases de teses e dissertações da Capes e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, utilizando as mesmas etapas executadas para a seleção dos artigos. O resultado foi a localização de oito trabalhos, sendo duas teses e seis dissertações. Nas etapas de seleção e extração, foram rejeitados dois, obtendo como resultado final seis trabalhos corretos (quatro dissertações e duas teses), após análise de aderência ao tema. Alguns dos materiais encontrados estão descrito na seção 3 de trabalhos correlatos, juntamente aos 22 artigos aceitos, relacionados na pesquisa de mapeamento, conforme apresentado na Tabela 1, sendo selecionados os mais importantes devido à área de relação com a proposta.

4.2 ANÁLISE DO AMBIENTE

Para o melhor entendimento do problema, foi analisado o ambiente de produção de uma instituição de ensino superior, o qual conta com uma estrutura de dois *links* sendo um de 60Mbps e o outro de 2Mbps. A instituição passa por períodos de tráfego intenso, chegando à

sobrecarga do *link* em determinados momentos; já em outros, acaba reduzindo a níveis baixos de tráfego. Muitas vezes, isso ocorre devido à existência de regras rígidas que, dependendo do modo que forem implementadas, podem causar limitações na utilização do *link*, fazendo com que ocorra a subutilização. Essas variações foram verificadas tanto no *link* de 60Mbps quanto no *link* de 2Mbps, assim, para fins de análise, foi avaliado o *link* de 2Mbps, pelo fato de sua capacidade ser menor, exigindo maior controle de sua utilização e buscando manter a qualidade dos serviços, como por exemplo, VoIP, VideoConf, WebConf, etc.

O estudo visou à descoberta de pontos-chaves para o desenvolvimento do projeto, que traz a proposta de utilização da consciência do contexto nos recursos disponíveis de rede, buscando informações relevantes sobre o funcionamento dos recursos. Como a proposta tem o foco na disponibilização dos recursos de *link*, foram realizadas análises direcionadas para esse recurso, analisando o seu tráfego, por meio de gráficos retirados da ferramenta de monitoramento Zabbix (2015), que já estava implantada no ambiente, buscando identificar padrões que possibilitem a criação de contexto. Os contextos criados a partir dessa análise serão a base para adaptação da rede, permitindo a comparação do contexto atual com os contextos armazenados pelo sistema, aplicando a ação necessária referente ao contexto, permitindo a flexibilidade e disponibilidade dos *links* de acesso à Internet.

Após a análise dos gráficos de tráfego do *link*, a identificação de padrões possibilitou a criação de contextos, como, por exemplo, os contextos de *link* em sobrecarga e de *link* subutilizado, sendo esses dois contextos os problemas tratados como o foco dessa proposta. Após essa etapa, foi realizada a modelagem e desenvolvimento da aplicação. Posteriormente, foram realizados os testes para validar a aplicação.

4.3 CRIAÇÃO DE CONTEXTOS

Após a etapa de análise do ambiente, pôde-se definir as atividades a serem seguidas para a execução do projeto: análise dos cenários, levantamento de requisitos, perfis de usuários, levantamento de ações, classificação de prioridades e validação do projeto. Com essas atividades concluídas, foi possível identificar os parâmetros de contextos para sua criação, utilizando-se das informações fornecidas principalmente pelos gráficos de tráfego dos *links*.

Segundo Nunes (2014), não existe um consenso para a nomenclatura e definições para

os parâmetros de QoS. Diversos autores usam nomes diferentes com significados iguais ou semelhantes para um conjunto de parâmetros. Há, até, casos do mesmo autor, em trabalhos diferentes, utilizar parâmetros semelhantes e nomenclaturas diferenciadas. Assim, a seleção dos parâmetros de qualidade torna-se uma tarefa complexa, devido à quantidade de parâmetros e suas semelhanças. Por isso, optou-se por seguir o método de Nunes (2014), em que são levados em consideração os parâmetros que envolvem o ambiente e os seus usuários. Dessa forma, foram definidos 12 parâmetros, com base na análise das atividades ocorridas no *link*, podendo-se identificar, tanto no ambiente como em nível de usuários, parâmetros de contexto pertinentes ao ProxyCC aqui apresentados: sobrecarga, subutilização, conexão *wireless*, conexão cabeada, grupo de usuários, eventos esporádicos, eventos periódicos, serviço VoIP, serviço Webconf, serviço VConf, sistemas institucionais e tempo.

No caso dos parâmetros que são originados a partir das regras de QoS já existentes, são: VoIP, WebConf, Vconf e Sistemas institucionais. O parâmetro de VoIP tem como reserva 3,4 por cento da banda, WebConf e Vconf com 8,5 por cento e Sistemas institucionais com 6,8 por cento da banda, totalizando 27,02 por cento da banda reservada para os serviços. Os valores de QoS, assim como os serviços foram definidos pela instituição a partir do levantamento dos serviços prioritários, definindo assim quais serviços deveriam ter um tratamento diferenciado bem como os valores de prioridade. Esses dados referentes às regras de QoS serviram como padrão para a definição desses parâmetro e também para a definição do nível de prioridade de cada parâmetro.

Com relação aos parâmetros de Sobrecarga e Subutilização, estes são os problemas apresentados que buscam solução nesse trabalho, com isso são monitorados como parâmetros do ProxyCC. O tipo de conexão foi levado como parâmetro para possibilitar a priorização desses grupos conforme o período. No caso do grupo de usuários, é considerado parâmetro, buscando classificar as prioridades para cada tipo de usuário, como por exemplo, servidores, alunos e visitantes, possibilitando priorizar determinados grupos conforme a necessidade.

Os parâmetros de eventos periódicos e esporádicos surgem dos eventos existentes, como no caso do período de matrícula, que demanda uma atenção maior. O mesmo pode ocorrer com uma semana acadêmica, por demandar maior atenção, para realizar suas atividades de forma que não interfira na organização. Com relação ao parâmetro de tempo, possui relação com muitos dos parâmetros aqui descritos.

A seleção desses parâmetros descritos acima deve-se da análise dos gráficos utilizados

no estudo do ambiente, junto aos serviços de QoS já existentes. Com as informações disponíveis através do levantamento dos dados do ambiente, utilizando-se dos gráficos capturados do sistema de monitoramento do *link* pela ferramenta Zabbix, pode-se ajustar o grau de prioridade de cada serviço utilizado pela organização, criando parâmetros e métodos para executar ajustes na disponibilização dos recursos conforme a demanda e grau de prioridade.

4.4 MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO.

A modelagem foi realizada utilizando-se da análise do ambiente junto a diagramas da UML, sendo construídos diagramas de atividades, classe e sequência. Estas metodologias permitem a visualização das etapas e das características da aplicação, proporcionando avaliação da proposta antes mesmo do desenvolvimento.

Para a modelagem de contexto, utilizou-se a Teoria da Atividade (TA), a qual, segundo o autor Neto (2015), tem o significado de análise as atividades de interação do usuário com o ambiente, permitindo a identificação de cada atividade que ocorre no ambiente de estudo, tendo sua utilização nesse trabalho devido ao fato que a Teoria da atividade ter a capacidade de modelar as características do ambiente envolvido como no caso das atividades, ações e relacionamentos, permitindo, assim, o mapeamento das interações do usuário com o ambiente. O autor ainda acrescenta que a fusão do contexto com a Teoria da Atividade é uma opção para capturar as alterações de contextos que envolvem as ações dos usuários. Tendo em vista que a interação do usuário com o ambiente causa mudança de contexto, o que é um ponto importante da proposta desse trabalho, a utilização do paradigma de Teoria da Atividade aliada ao contexto se encaixa perfeitamente. Ela pode modelar as interações do usuário com o ambiente, através das atividades e ações. Por exemplo: o usuário acessa o serviço de Webconf; essa ação é considerada uma atividade do usuário de utilizar o contexto de Webconf.

Para o desenvolvimento, definiu-se pela utilização da linguagem de programação Python, junto a API (*Application Programming Interface*) Twisted, visando a selecionar a melhor solução, que permita a integração entre as ferramentas de desenvolvimento e o sistema operacional do servidor (*Linux Ubuntu 14.04 (64-bit)*), pelo fato de essas ferramentas serem compatíveis e estarem disponível no sistema operacional *Linux Ubuntu*. Com isso, pretende-

se obter o melhor desempenho no desenvolvimento da aplicação, com o menor impacto possível ao ambiente, para que não se torne um empecilho para a utilização da aplicação proposta nessa dissertação.

Com relação ao Twisted, os autores McKellar e Fetting (2013) afirmam que é uma biblioteca voltada para o desenvolvimento de aplicações de redes, utilizando a técnica de orientação a objetos escrita em Python. Baseada em eventos possibilitando o desenvolvimento de aplicações responsivas de múltiplo processamento e de múltiplas conexões de rede. A biblioteca Twisted possui características importantes como a flexibilidade e o fato de ser extensível, permitindo que o usuário personalize o funcionamento dos protocolos de acordo com a sua necessidade, obtendo o controle de cada *byte* trafegado.

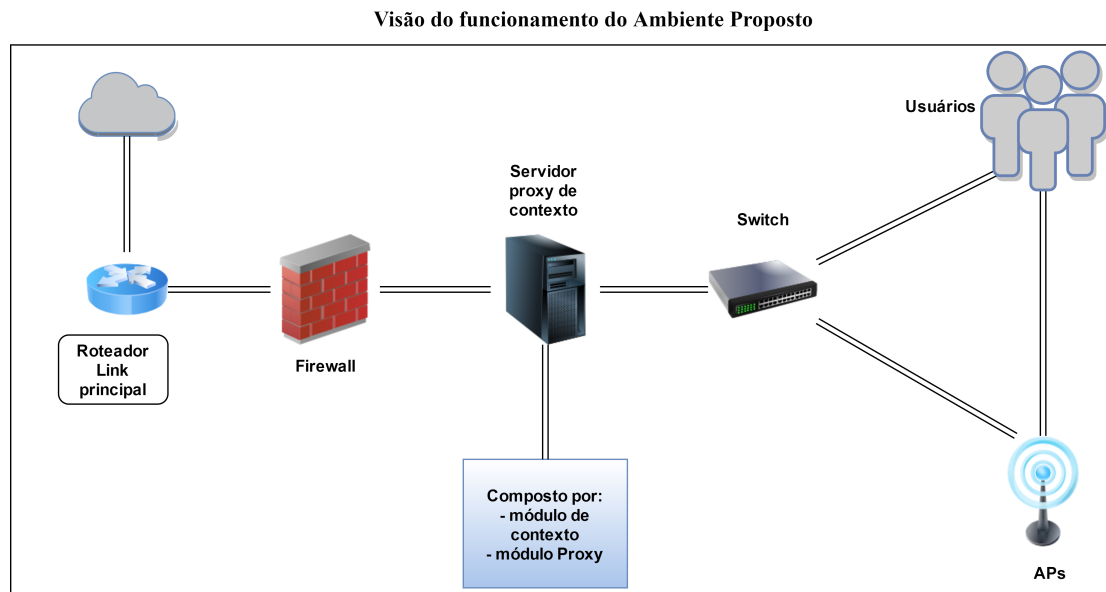
A seleção desse conjunto de ferramentas, deve-se a sua integração e grande potencial de desenvolvimento de aplicações voltadas para área de rede de computadores, junto ao fato da compatibilidade com os diversos sistemas operacionais (multiplataforma), principalmente com o sistema *Linux Ubuntu* o qual foi utilizado como servidor, possuindo ainda a capacidade de suportar diversos protocolos comuns das camadas de transporte e aplicação. Entre eles, estão TCP, UDP, SSL/TLS, HTTP, IMAP, SSH, IRC e FTP.

A aplicação proposta foi testada em um equipamento com sistema operacional *Linux Ubuntu 14.04* (64-bit), com endereçamento de IP local, processador Intel(R) Core i3 e memória RAM de 8 GB. Referente ao *link*, foi utilizado, nesse ambiente, como padrão a capacidade de 2Mbps, devido ao fato de ser o *link* de menor capacidade, exigindo, assim, maior controle de seu gerenciamento.

4.4.1 Organização do Desenvolvimento e Modelagem do ProxyCC

O Proxy consciente de contexto (ProxyCC) foi desenvolvido para ser utilizado como intermediário entre o recurso de rede de *link* e os seus usuários, possibilitando o controle e ajustes necessários para a disponibilização dinâmica do recurso de *link*, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Visão do funcionamento do Ambiente Proposto

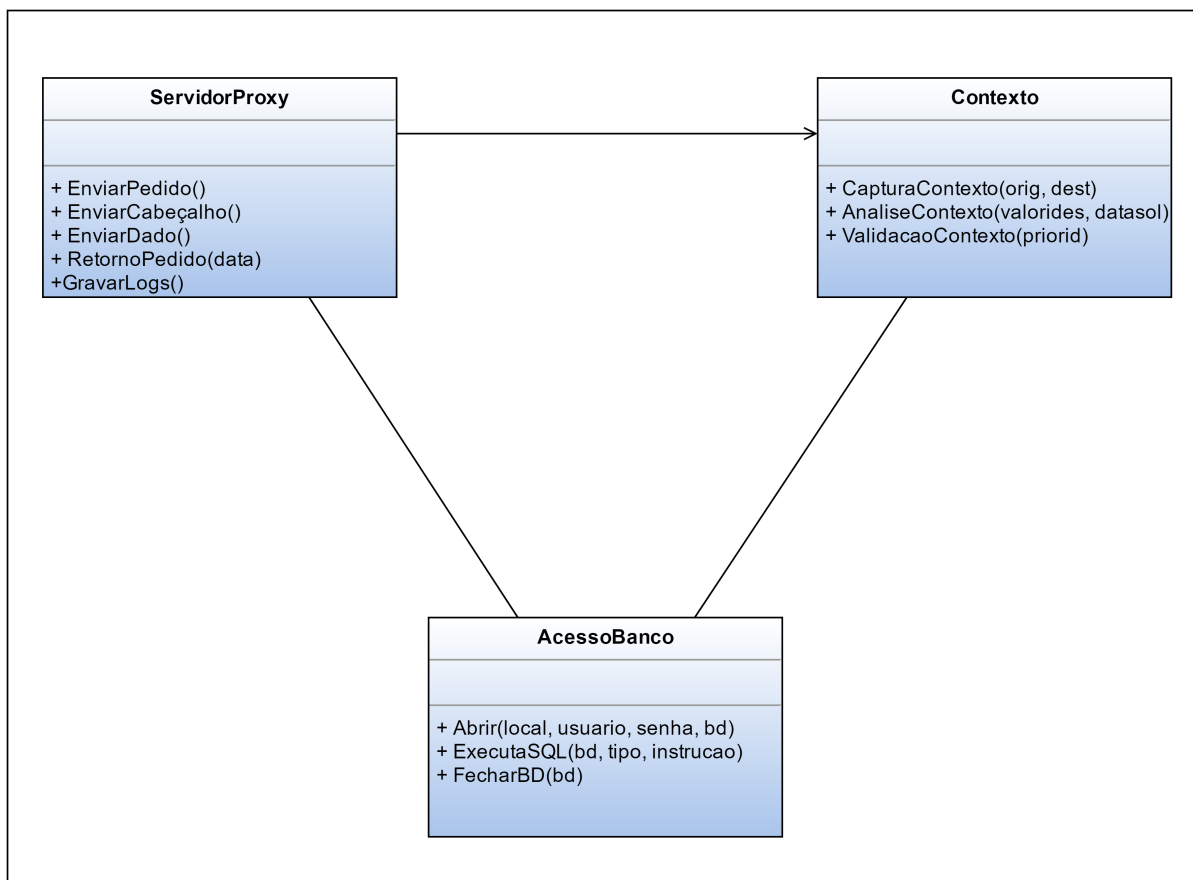


Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se visualizar o funcionamento do ambiente proposto ilustrado na Figura 8, onde o servidor de ProxyCC tem a atribuição de atuar como um agente de tomada de decisão, utilizando-se da consciência do contexto, para a disponibilização do recurso de *link* de acesso à Internet aos usuários, assim permitindo o controle desse recurso e criando regras dinâmicas, flexíveis, utilizando o contexto tanto do usuário como do ambiente para o gerenciamento desse recurso.

Na modelagem foi utilizado a UML criando diagramas, como no caso da Figura 9, que traz um diagrama de classe do ProxyCC.

Figura 9 - Diagrama de classe do ProxyCC

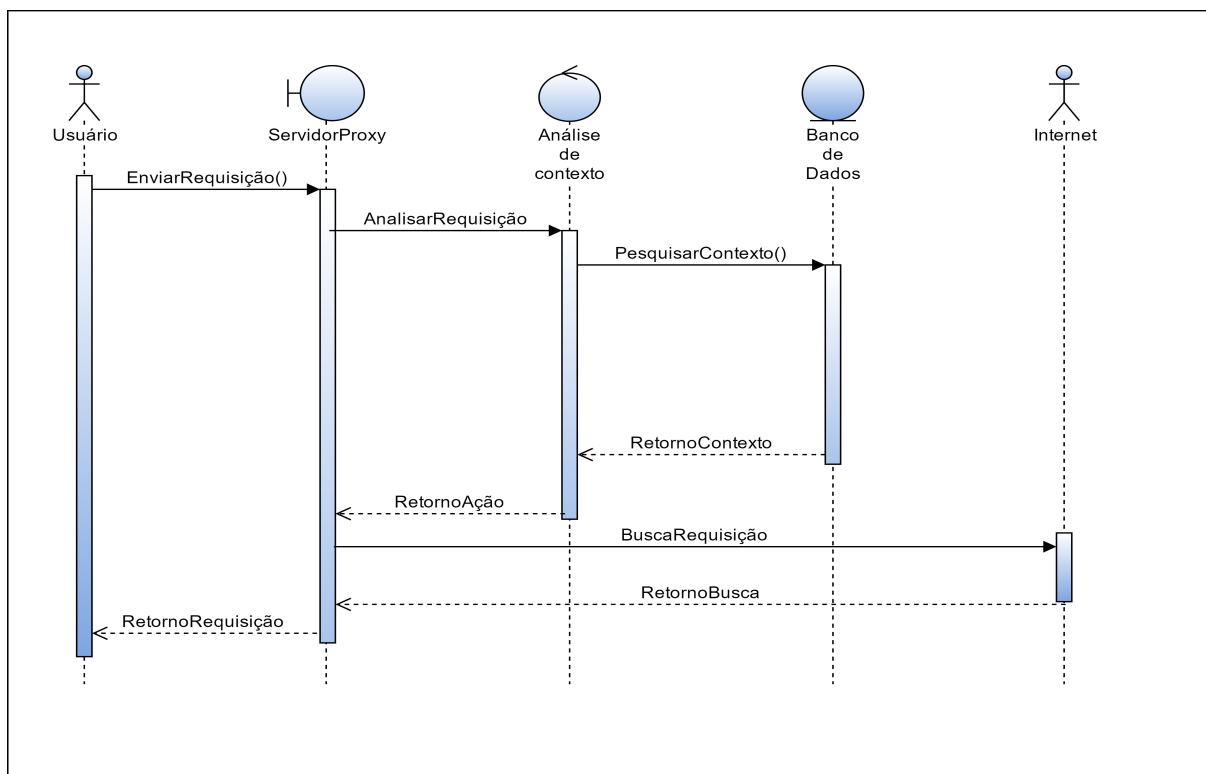


Fonte: elaborado pelo autor.

Nesse diagrama de classe, pode-se visualizar as três classes criadas para atender a proposta do ProxyCC, a classe Acesso Banco, Contexto e Servidor Proxy. A classe de Acesso Banco tem a função de fazer as ligações do ProxyCC com o bando de dados de contexto. Na classe de Contexto, é realizada a análise e busca por contexto que atendam o contexto atual, dando dinamismo a aplicação, tornando o ProxyCC consciente do contexto, ajustando-se ao contexto atual. Isso permite que os recursos de *link* sejam aproveitados da melhor forma, pois levariam em consideração o contexto atual em vez de uma pré-avaliação genérica. Já a classe de Servidor Proxy fica encarregada de receber as requisições e avaliá-las, executando as ações necessárias, permitindo o gerenciamento do *link* de forma consciente do contexto atual. Ainda cabe à classe Servidor Proxy o armazenamento dos *logs* tanto em banco de dados para posterior análise quanto em arquivo.

Pode-se visualizar a funcionalidade principal do ProxyCC a partir do diagrama de sequência ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Diagrama de sequência de funcionalidade principal do ProxyCC



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 10 traz uma visão geral do funcionamento do ProxyCC através do diagrama de sequência, na qual o usuário envia a requisição para o servidor proxy, que passa por uma análise de contexto comparando com os contextos armazenados no banco de dados, assim retornando à requisição com a devida ação.

4.5 AVALIAÇÃO DO PROXY CONSCIENTE DE CONTEXTO

A avaliação do proxy consciente de contexto leva em consideração os *logs* gerados pelo próprio sistema, nos quais são armazenados os dados pertinentes para a avaliação dos contextos, como no caso da origem e destino da solicitação. Uma comparação entre o sistema com o módulo de contextos e sem o módulo permite a avaliação do comportamento e o tempo de resposta às solicitações dos usuários em cada sistema, avaliando, assim, o consumo de banda por tempo, comparando os gráficos do ambiente com e sem o módulo de contexto.

Nos testes, foi utilizado um ambiente formado por um servidor com o ProxyCC instalado e ligado a um *link* de 60Mbps, mas limitando em 2Mbps, no intuito de não prejudicar o funcionamento normal da instituição, tendo em vista que foi utilizada uma ferramenta de geração de tráfego. A utilização de uma ferramenta de geração de tráfego tem o objetivo de proporcionar a situação de tráfego, permitindo, assim, a análise do desempenho do ProxyCC e ainda possibilitando uma comparação com o ambiente de utilização de regras rígidas preestabelecidas sem a utilização do módulo de consciência de contexto da aplicação. A utilização de uma parte do *link* permite a aplicação de teste sem interferir no funcionamento para ambos os lados, tanto no ambiente de teste quanto no ambiente de produção da instituição na qual foram aplicados os testes.

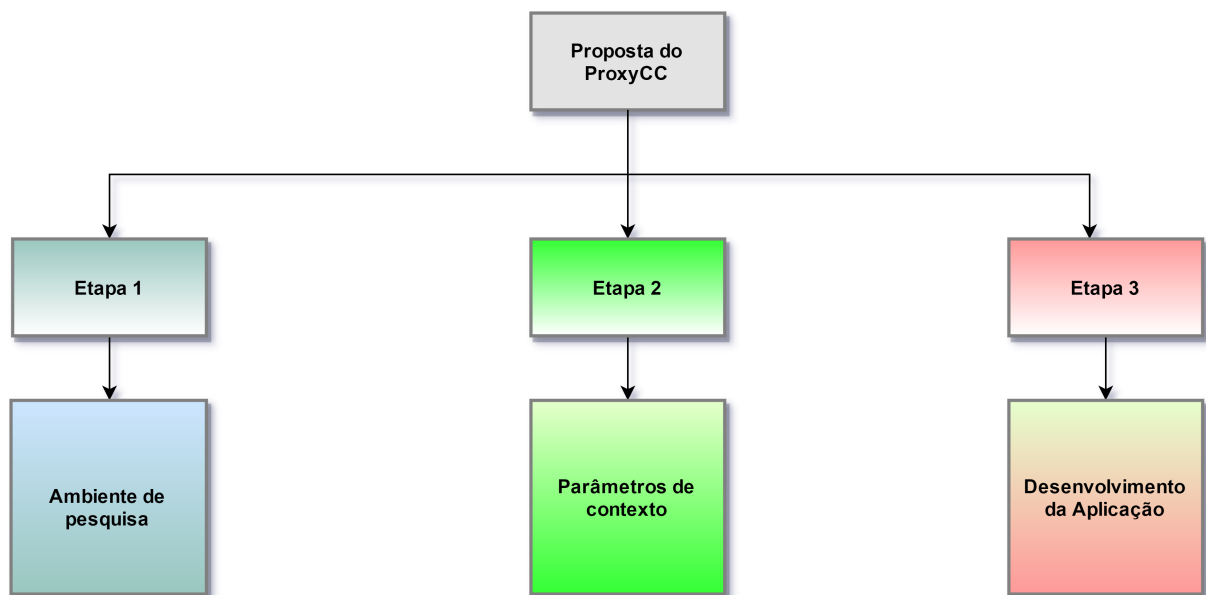
Optou-se por utilizar uma parcela 2Mbps do *link* principal, que possui a capacidade de 60Mbps, visando manter o padrão anterior, onde os testes foram realizados em um *link* de 2Mps. A utilização desse parcela do *link* principal não interfere no funcionamento do tráfego da instituição, deixando ainda capacidade suficiente para a execução das suas funções essenciais, atendendo as requisições dos usuários de forma satisfatória e, ao mesmo tempo, atendendo as necessidades pertinentes à realização dos testes. Permitindo ainda a comparação com os testes anteriormente executados que utilizaram um *link* com capacidade de 2Mps.

Os testes foram realizados, primeiramente, pelo período de 30 dias, que se julga adequado, pois contempla todas as atividades relativas a um mês na instituição, buscando capturar um grande volume de variações de comportamento. Posteriormente, foram realizados novos testes aplicados com e sem a utilização do módulo de contexto pelo período também de 30 dias cada teste, mantendo o padrão para futuras comparações. Para análise final, foi utilizado mais dois testes com utilização de um gerador de tráfego, buscando garantir que o ambiente se mantivesse com nível adequado de fluxo, permitindo, assim, a análise ininterrupta do ProxyCC, sendo utilizado o período de 30 dias para cada teste, mantendo, assim, o padrão adotado inicialmente.

5 PROPOSTA DO PROXYCC (PROXY CONSCIENTE DE CONTEXTO)

Nesta seção, será apresentada a proposta de utilização de variáveis de contexto para auxiliar a tomada de decisão em redes, com foco na disponibilização dos recursos de redes, como no caso, o recurso de *link*. Em muitos casos, os *links* ofertados pelas organizações apresentam fluxo variável, provocando, em alguns momentos, sobrecarga e, em outros, a subutilização. Esta irregularidade pode ocasionar vários problemas, como não permitir a utilização de recursos mesmo estando disponíveis, pois é usado o método (critério) de gerenciamento rígido. A proposta está dividida em três etapas, sendo que a primeira apresenta o ambiente de pesquisa, a segunda trata dos parâmetros de contexto e a terceira, do desenvolvimento da aplicação, como é ilustrado pela Figura 11.

Figura 11 - Divisão de Etapas da Proposta do ProxyCC



Fonte: elaborado pelo autor

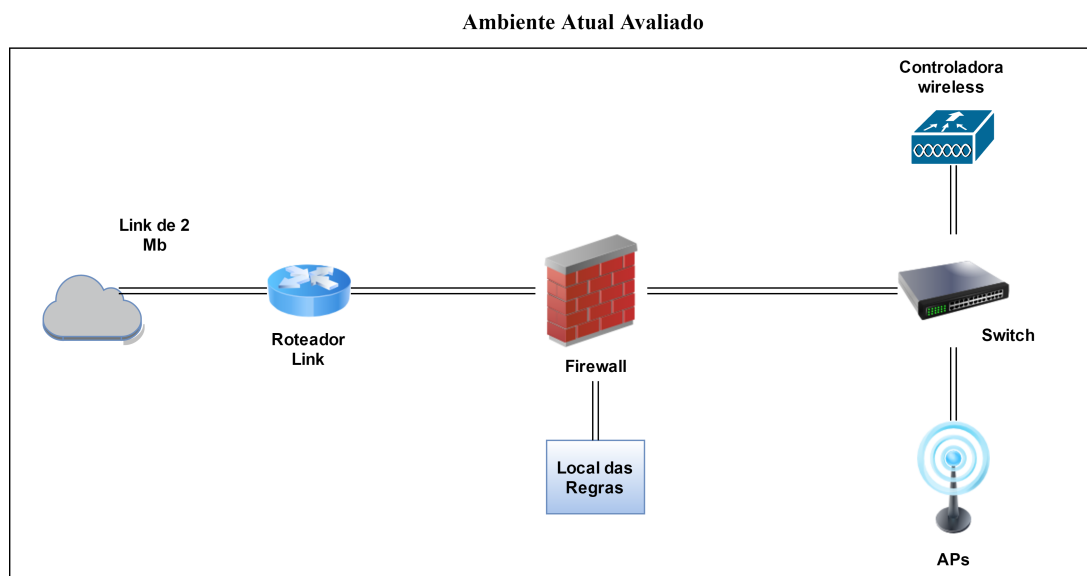
Como já foi citado e apresentado na Figura 11, a proposta está dividida em três etapas essenciais para o desenvolvimento do ProxyCC. Primeiramente, tem-se a etapa de levantamento do ambiente, uma vez que se faz necessário conhecer bem o cenário envolvido para fazer com que o sistema atenda com a eficácia necessária. Outra etapa é a criação dos parâmetros de contexto, levando em consideração o QoC, que é um dos pontos cruciais para manter a qualidade dos serviços. Após essas etapas, foi realizado o desenvolvimento da

ferramenta ProxyCC. Faz-se necessária essa organização do texto em etapas, para melhor apresentação e a compreensão da proposta desta dissertação.

5.1 AMBIENTE DE PESQUISA

Como laboratório de pesquisa, foi analisado o ambiente de uma Instituição de Ensino Superior, onde o autor desenvolve suas atividades profissionais. Pode-se, assim, avaliar o problema em sua forma real. O ambiente conta com uma estrutura atual de dois *links*: um de 60Mbps e outro de 2Mbps (para os testes, levou-se como base essa capacidade, pois proporciona maior número de ocorrências de sobrecarga e subutilização). A estrutura também conta com um *firewall* cisco ASA 5505, diversas *switches* espalhadas pelo campus, totalizando 240 pontos de conexões, possuindo ainda uma controladora *wireless*, que disponibiliza acesso para 18 pontos de acesso distribuídos pela instituição. Essa estrutura disponibiliza os serviços de acesso à Internet, VoIP, VConf, entre outros. O levantamento desse ambiente possibilitou a análise e descobertas de pontos fracos da estrutura atual, como, por exemplo, as regras aplicadas no *link* estão focam somente em sobrecarga, buscando reduzir a utilização antes mesmo de acontecer essa sobrecarga e causando a subutilização. A Figura 12 ilustra uma parte do ambiente descrito.

Figura 12 - Ambiente Atual de Pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor

Depois da análise do ambiente, foram identificadas características importantes para o desenvolvimento da aplicação, como a variação de tráfego no *link*, em que tanto pode ocorrer sobrecarga quanto subutilização desse recurso. Como exemplo de sobrecarga, pode-se imaginar um cenário onde se chega ao valor máximo de *link* contratado. No caso da subutilização, é a limitação na utilização do recurso de *link*, apesar de ainda existir recurso suficiente, como, por exemplo, na utilização de um *link* de 2Mbps ficar limitado em apenas 20 por cento da sua capacidade, fazendo com que as requisições dos usuários sejam atendidas de maneira inferior a sua real capacidade, tendo em vista que o ambiente atual é baseado em regras, que foram definidas com critérios rígidos que causam limitações na utilização do *link*. Um exemplo de problema que ocorre nesse ambiente é a limitação da velocidade para o usuário que, ao utilizar durante uma hora, cerca de 10 por cento do *link* é penalizado, mesmo existindo capacidade de atender todas as requisições. Também existe a reserva de banda para os critérios de QoS, como nos casos dos serviços de VoIP, WebConf e VConf, que mesmo não estando em execução no momento, acaba sendo reservado recurso para esse fim, causando uma redução significativa na capacidade do *link*. A Tabela 2 traz os serviços de QoS existentes junto a uma breve descrição.

Tabela 2 - Tabela de QoS

QoS	Descrição
Sistemas Institucionais	São sistemas implantados na instituição, que buscam atender as suas atividades essenciais, como por exemplo, sistema de matrículas, cadastro de notas, sistema de biblioteca, etc. Esse QoS possui a reserva de 6,8 por cento da banda.
VConf	É um sistema que possibilita a realização de atividades cooperativas a distância por meio de um equipamento específico. Esse QoS possui a reserva de 8,5 por cento da banda.
VoIP	Tem a função de fornecer o serviço de ligações telefônicas, interligando setores, unidades, etc. Esse QoS possui a reserva de 3,4 por cento da banda.
WebConf	Assim como no QoS de Vconf permite a realização de atividades cooperativas a distância, só que não se limita a um equipamento específico, podendo ser realizada em qualquer dispositivo com acesso à Internet. Esse QoS possui a reserva de 8,5 por cento da banda.

Fonte: elaborada pelo autor.

Ainda existe a limitação do *firewall* atual que não possibilita o somatório dos *links*, sendo necessário definir previamente o que vai trafegar em cada *link*. Essa limitação contribui com a ocorrência de subutilização e sobrecarga dos *links*. A Tabela 3 traz mais informações referentes às regras existentes juntamente aos seus possíveis problemas.

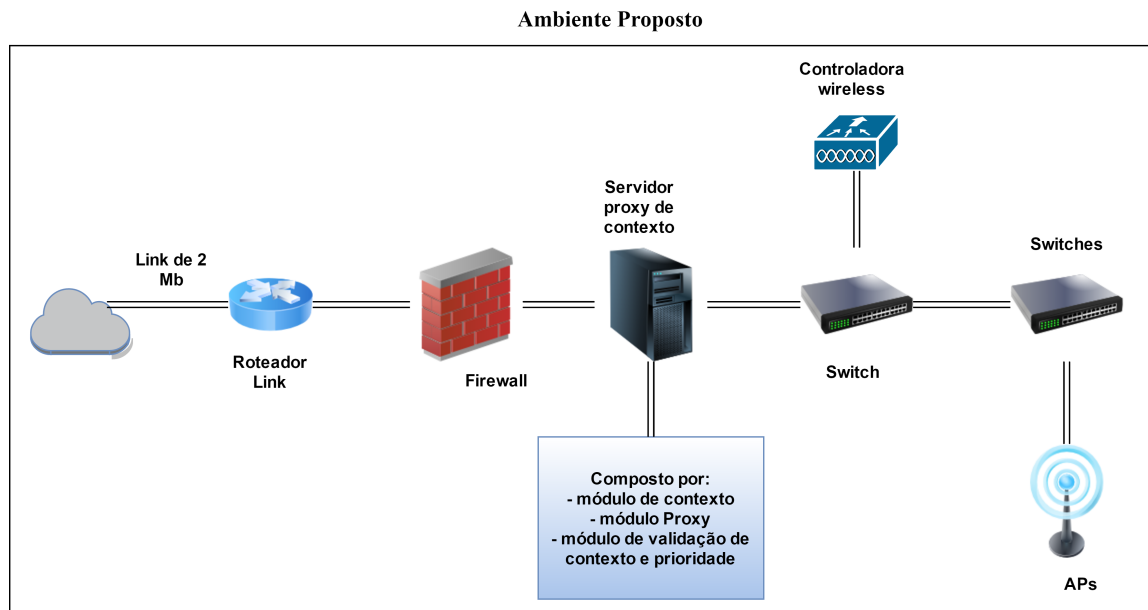
Tabela 3 - Tabela de regras

Regra	Descrição	Possível Problema
Limite de 1 hora por usuário.	Limitação de banda, reduzindo a velocidade para o usuário que consumir cerca de 10% do <i>link</i> em uma hora.	Tornar o <i>link</i> subutilizado, pois pode estar somente com um usuário ou tendo uma demanda menor que o potencial atual, deixando de utilizar o recurso sem a necessidade.
VoIP	Limita a um valor fixo da banda para esse serviço.	Não avalia o contexto atual do ambiente, tornando uma parcela do <i>link</i> subutilizada.
WebConf+Vconf	Limita a um valor fixo da banda para esse serviço.	Não avalia o contexto atual do ambiente, tornando uma parcela do <i>link</i> subutilizada.
Serviços Institucionais	Limita a um valor fixo da banda para esse serviço.	Não avalia o contexto atual do ambiente, tornando uma parcela do <i>link</i> subutilizada.

Fonte: elaborada pelo autor.

Como se pode observar, o ambiente atual tem suas regras definidas no *firewall* da Cisco ASA, no qual estão ligados os *links*, aplicando as regras conforme ilustrado na Tabela 3, o que acaba engessando a estrutura. A proposta deste trabalho de pesquisa alteraria essa disposição do ambiente, como é visto na Figura 13.

Figura 13 - Ambiente Proposto

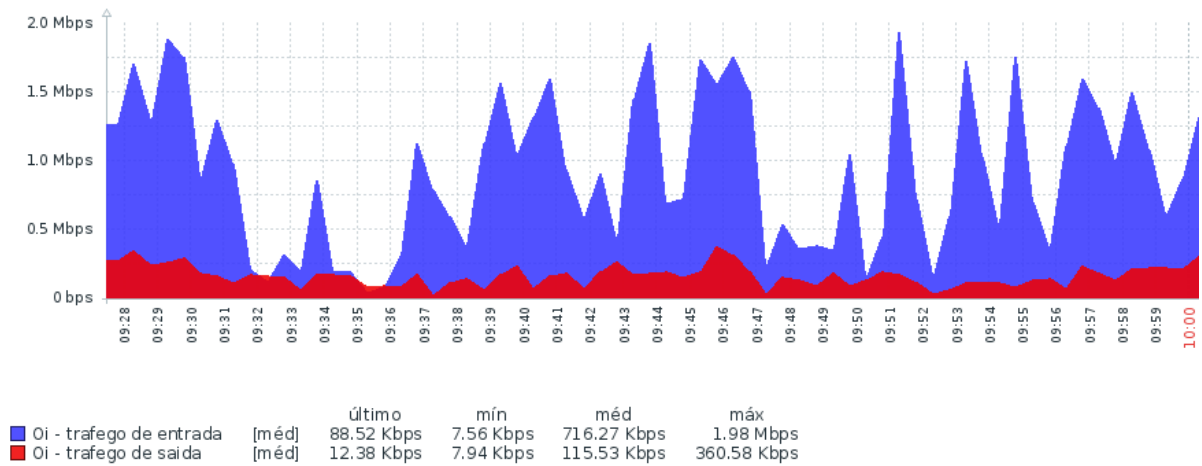


Fonte: elaborado pelo autor.

O ambiente passaria a contar com um novo elemento: o servidor proxy de contexto, responsável pela análise e tomada de decisão sobre o tráfego do *link*, levando em consideração o contexto atual, comparando os parâmetros de contexto definidos na aplicação. Assim, retira-se somente as regras descritas na Tabela 3 do *firewall*, deixando-o atuar nas questões de segurança, transferindo esse serviço para o servidor de proxy de contexto, onde se inclui as regras da Tabela 3, agora passando por uma análise de contexto para definir a utilização mais adequada para o momento, deixando a utilização do recurso de *link* dinâmica.

A Figura 14 mostra um gráfico com o comportamento do *link* da arquitetura atual, em que se vê a variação do tráfego. Os dados levam em consideração todas as atividades realizadas no *link*. Destaca-se a variação, que passa de sobrecarga em alguns momentos para a subutilização do *link* logo após, devido à aplicação de regras rígidas, prejudicando os serviços que necessitam do recurso. As variações formam um fluxo descontínuo indo de um limite mínimo ao máximo e vice-versa de modo irregular, como ilustrado na Figura 14, na qual se podem verificar diversas quedas durante o período, que em alguns casos sai de 2Mbps para menos de 1Mbps de consumo, ocasionadas devido à utilização de alguma regra limitadora de controle da banda.

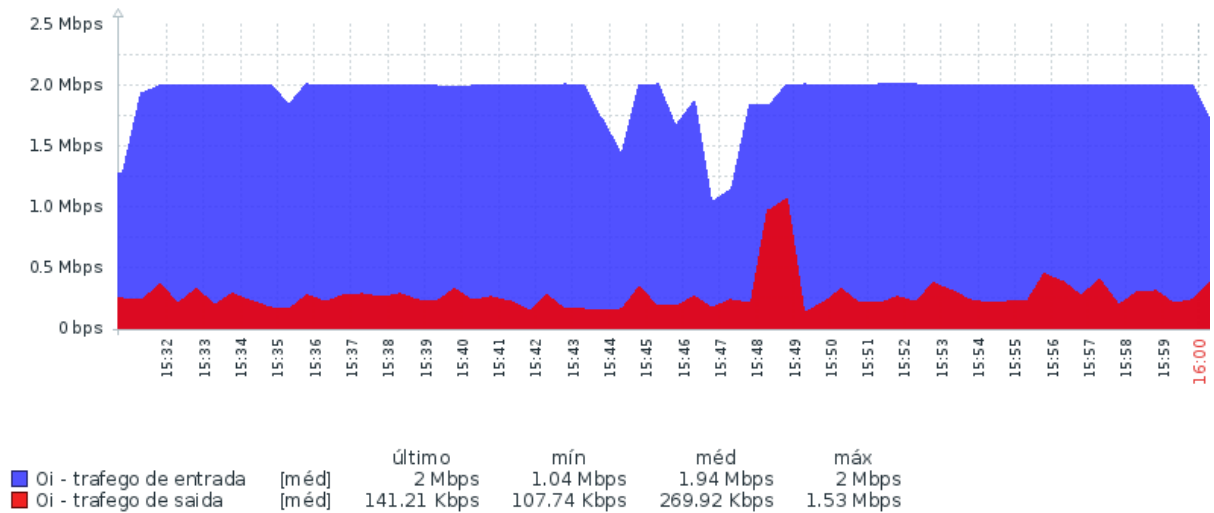
Figura 14 - Tráfego do *link* do Ambiente Atual



Fonte: Zabbix.

Na Figura 15, pode-se observar o resultado alcançado na primeira versão do ProxyCC, servindo como base para o que se pretende alcançar com relação ao tráfego do *link*, sem grande variação, ajustada em tempo real às necessidades do contexto. O resultado obtido na primeira versão mostrada na figura, serviu como parâmetro para manter o ambiente mais equilibrado, reduzindo o problema de subutilização mantendo o *link* quase sempre em plena capacidade. Com a utilização do contexto no proxy pode-se ver uma melhora significativa na distribuição do recurso.

Figura 15 - Tráfego alcançado na primeira versão do ProxyCC



Fonte: Zabbix.

Nesta seção, pôde-se ter uma visão do ambiente de pesquisa, com suas limitações impostas pela utilização de regras rígidas, que desconsideram o contexto envolvido, criando problemas na busca de garantir o funcionamento básico dos serviços. Com objetivo de sanar esses problemas criados pela atual solução implantada, é sugerida uma nova proposta na qual são avaliados o contexto envolvido para tomada de decisão.

5.2 PARÂMETROS DE CONTEXTO

A partir da análise do ambiente, foi possível a identificação dos parâmetros do contexto que envolvem o ambiente pesquisado. Os parâmetros identificados são referentes ao estado do *link*, serviços e usuários. Para o *link*, foram identificados limites inferior e superior, no caso dos serviços a necessidade de cada um em relação ao recurso do *link* utilizando-se das regras existentes. Já para os usuários, foram utilizados os perfis predefinidos pela instituição buscando facilitar a implantação.

Na análise de tráfego do *link*, pode-se observar que há variações periódicas. Por se tratar de uma instituição de ensino superior, há uma redução de tráfego na época de férias. Durante o semestre letivo, o tráfego é constante, com pequenos picos. O mesmo padrão é observado quando se avalia o período de um mês: há redução nos fins de semana devido à diminuição das atividades obrigatórias, reduzindo, assim, o número de usuários bem como o tráfego. Na análise por semana, nota-se que o tráfego tem variações em diferentes dias. Por

exemplo: nas segundas-feiras, o maior tráfego é à tarde; nas sextas-feiras, este é maior pela manhã; e nos demais dias, é constante, com pequenos picos durante o período. Em análise por dia, constatou-se que ocorrem picos no horário comercial, das 8h às 12h e das 14h às 18h, quando há mais usuários e os serviços essenciais são executados com mais frequência.

Assim, foi definido que os serviços essenciais já estabelecidos pela instituição em regras existentes, como o serviço VoIP, WebConf, VideoConf, entre outros, seriam os parâmetros relativos aos serviços, junto a outros atributos de ambiente e usuário, que são descritos a seguir, totalizando 12 parâmetros: sobrecarga, subutilização, conexão *wireless*, conexão cabeada, grupo de usuários, eventos esporádicos, eventos periódicos, serviço VoIP, serviço Webconf, serviço VideoConf, sistemas institucionais e tempo. A Tabela 4 traz os parâmetros junto a uma breve descrição.

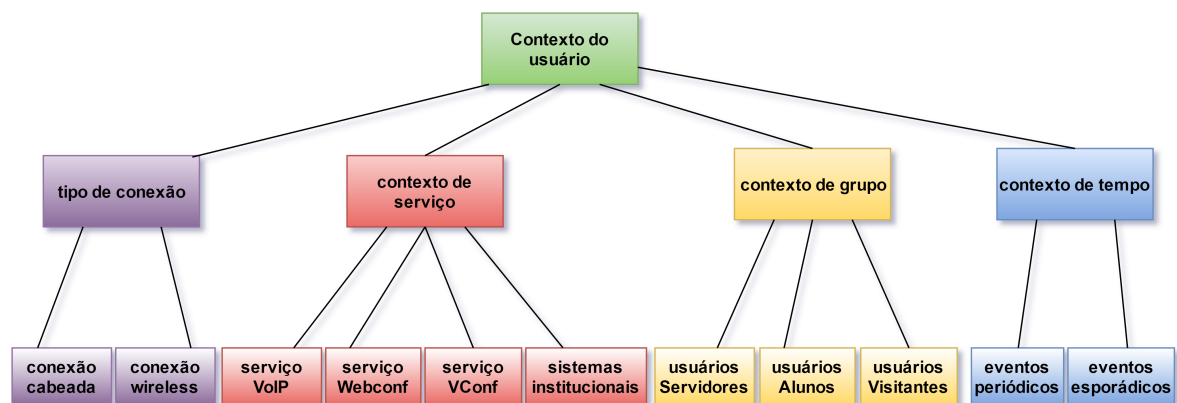
Tabela 4 - Tabela de Parâmetros

Parâmetro	Descrição
Conexão cabeada	Tipo de conexão via cabo.
Conexão <i>wireless</i>	Tipo de conexão via <i>wireless</i> .
Eventos esporádicos	Eventos ocasionais.
Eventos periódicos	Eventos rotineiros.
Grupo de usuários	Grupo de usuários existentes na instituição.
Sistemas institucionais	Sistemas implantados na instituição para atividades essenciais.
Sobrecarga	Momento em que a demanda é maior que o recurso.
Subutilização	Momento em que a demanda é reprimida, que mesmo ainda existindo recurso não é disponibilizado.
Tempo	Período de ocorrência.
VideoConf	Referente ao QoS de VConf.
VoIP	Referente ao QoS de VoIP.
WebConf	Referente ao QoS de WebConf.

Fonte: elaborada pelo autor.

Foram definidos valores de prioridades para cada contexto, variando entre 1 e 5, conforme o grau de prioridade definido pela organização, como apresentado na Tabela 5. Para melhor visualização, o contexto do usuário foi subdividido, por tipo de conexão, contexto de serviço, contexto de grupo de usuários e contexto de tempo. A subdivisão de tipo de conexão contempla as conexões cabeada e *wireless*. Já a subdivisão de contexto de serviço tem o objetivo de atender aos serviços existentes no ambiente estudado, assim como na subdivisão de contexto de grupo que busca atender aos grupos de usuários definido no ambiente, que são os servidores, alunos e visitantes. No contexto de tempo foi criado com intuito de preencher a lacuna dos eventos, possibilitando assim a diferenciação dos eventos periódicos e os esporádicos dos demais movimentos, destarte identificando na linha do tempo esses eventos para que seja tratado. Com essa estrutura, pode-se diferenciar as prioridades para cada grupo. O contexto de tempo requer a criação de um calendário que permita a identificação de eventos periódicos ou esporádicos, os quais necessitem de qualidade na disponibilização dos recursos de rede. A marcação de um evento em um determinado período elevaria sua prioridade. A Figura 16 mostra a modelagem de contexto do usuário, onde podemos ver todas as possíveis atividades que envolvem o usuário e que são monitoradas.

Figura 16 - Modelagem de contexto do usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 16, o contexto do usuário apresenta as atividades que ele realiza na rede, como tipo de conexão, serviços, grupo e tempo. Cada atividade do usuário ainda pode ser subdividida, como no caso dos serviços, que foram separados em VoIP, Webconf, VConf e sistemas institucionais. Quando o usuário realiza a atividade de uma Webconf, por exemplo,

esse contexto é comparado com os contextos da base, localizando o contexto adequado, é aplicada a ação específica para esse contexto. Essa subdivisão também ocorre como o tipo de conexão, ficando dividida em conexão cabeada e *wireless*, grupo de usuários em servidores, alunos e visitantes, em tempo com eventos periódicos e esporádicos.

A Tabela 5 traz o cálculo do valor de banda de cada contexto existente na aplicação, com relação ao ambiente onde o total da banda é de 2Mbps. É definido um valor de prioridade de 1 a 5 para cada contexto. Também é utilizado o valor 1,7 no cálculo para os contextos que não constam que está com prioridade de calendário, já para os que possuem prioridade de calendário é atribuído o valor de 8,6 no cálculo. A prioridade de calendário traz a possibilidade de alterar o valor de banda reservado, fazendo com que, mesmo um contexto com prioridade mais baixa, torne-se o contexto com prioridade mais alta. Esses valores foram definidos com base nos percentuais atuais de QoS da instituição estudada. Para se chegar no valor de 1,7 atribuído aos contextos, foram levados em consideração os valores das regras atuais, como, por exemplo, no caso do contexto VoIP, que tem, atualmente, um valor percentual aproximado de 3,4% da banda total. Já para o valor 8,6, buscou-se permitir que mesmo o contexto com menor prioridade no momento que apresenta prioridade de calendário possa ser o contexto com maior valor de banda.

Esses percentuais são calculados para cada contexto sem a prioridade de calendário de acordo com a seguinte fórmula:

$$VB = (P*SPC*TB)/100$$

Em que VB é valor de banda reservada, P é o valor de prioridade, SPC é o valor sem prioridade de calendário e TB é o total da banda. O VPC é obtido a partir da multiplicação do valor da prioridade pelo valor da prioridade de calendário.

Tabela 5 - Tabela exemplo de valores de banda sem prioridades de calendário

Contexto	Prioridade (P)	Sem Prioridade Calendário (SPC)	Valor em Banda (VB)	Total da Banda (TB)
Conexão <i>wireless</i>	1	1,7	0,034	2
Conexão cabeada	2	1,7	0,068	2
Usuários servidores	3	1,7	0,102	2
Usuários alunos	2	1,7	0,068	2
Usuários visitantes	1	1,7	0,034	2
Eventos esporádicos	1	1,7	0,034	2
Eventos periódicos	2	1,7	0,068	2
VoIP	2	1,7	0,068	2
Webconf	5	1,7	0,170	2
Vconf	5	1,7	0,170	2
Sistemas institucionais	4	1,7	0,136	2

Fonte: elaborada pelo autor.

Esses percentuais são calculados para cada contexto sem a prioridade de calendário de acordo com a seguinte fórmula:

$$VB = (P * CPC * TB) / 100$$

Em que VB é valor de banda reservada, P é o valor de prioridade, CPC é o valor com prioridade de calendário e TB é o total da banda. O VPC é obtido a partir da multiplicação do valor da prioridade pelo valor da prioridade de calendário.

Tabela 6 - Tabela exemplo de valores de banda com prioridades de calendário

Contexto	Prioridade (P)	Sem Prioridade Calendário (CPC)	Valor em Banda (VB)	Total da Banda (TB)
Conexão <i>wireless</i>	1	8,6	0,172	2
Conexão cabeada	2	8,6	0,344	2
Usuários servidores	3	8,6	0,516	2
Usuários alunos	2	8,6	0,344	2
Usuários visitantes	1	8,6	0,172	2
Eventos esporádicos	1	8,6	0,172	2
Eventos periódicos	2	8,6	0,344	2
VoIP	2	8,6	0,344	2
Webconf	5	8,6	0,860	2
Vconf	5	8,6	0,860	2
Sistemas institucionais	4	8,6	0,688	2

Fonte: elaborada pelo autor.

Os valores de prioridade foram definidos de forma crescente, sendo que 1 é o valor com menor prioridade e 5 com maior prioridade. No caso do total de banda reservada ficar maior que o total da banda existente, é realizada uma divisão por 2,5. Em relação ao valor de 2,5 ficou definido assim para manter o valor percentual de cada contexto, sendo realizadas simulações com combinações de contexto, onde a soma das reservas de banda desses contextos ultrapassa o total de banda, como no caso da ocorrência de todos os contextos ao mesmo tempo. A ocorrência desse problema acarretaria a imprecisão dos valores de banda, pois teria ultrapassado o limite máximo, ficando sem atender outros serviços fora dos contextos, assim como não atenderia com os valores pertinentes a cada contexto. Essa ação permite que os valores reservados fiquem dentro do limite total de banda. Com relação à diferença entre o total da banda e o total do valor em banda reservada, essa diferença fica sendo utilizada para as demais operações não definidas nessa aplicação.

No caso de ocorrer o tráfego de apenas um contexto e não havendo nenhum outro tráfego fora de contexto, não é realizada a reserva, ficando, assim, com toda a banda para esse contexto. A ocorrência de tráfego fora de contexto é determinante para o ajuste de reserva de

link, a não existência desse tráfego provoca a realização de novas combinações com relação ao valor reservado da banda para cada contexto. A existência de mais de um contexto no mesmo momento, sem a existência de tráfego fora de contexto, faz com que sejam recalculados os valores de reserva de banda, levando em consideração o valor de banda de cada contexto.

Os valores reservados de banda para cada contexto são definidos pelas fórmulas apresentadas que pode-se visualizar nas Tabela 5 e Tabela 6, conforme as definições de prioridade de calendário e do número de contextos que ocorrem no momento. No caso de ocorrer de somente um contexto ou alguns contextos que não ultrapasse o valor total de banda, sem a ocorrência de tráfego fora dos contextos, é realizado um calculo que permitir a utilização do máximo de banda, utilizando-se da regra de três para manter o percentual de cada contexto executado no momento, ajustando os valores dos mesmos para que fiquem dentro do valor total de banda.

5.3 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

A aplicação teve como objetivo a criação de um proxy consciente do contexto tendo como foco a disponibilização dos recursos de *link* de forma dinâmica, utilizando-se do contexto para a tomada de decisão. Foi analisado o ambiente para capturar parâmetros de contexto que permitiram a identificação de situações cotidianas do *link*, como o período que abrange o horário comercial como sendo o período de maior fluxo de tráfego de informações e os horários que compreendem os intervalos para almoço os de queda brusca da taxa de tráfego. Com isso, buscou-se alcançar o tratamento adequado através de adaptação da rede baseada no contexto.

Também foram levados em consideração os critérios de QoS existentes no ambiente analisado, como os serviços de VoIP, WebConf, VConf e sistemas institucionais, servindo como base para a criação dos contextos.

Para o tratamento de conflitos de contexto, foram utilizados os parâmetros de QoC, que, conforme Hoffman (2013), podem ser usados para resolver conflitos na tomada de decisões ocasionadas por imperfeições das informações contextuais. Esses parâmetros de QoC permitem mensurar o quanto as informações são pertinentes ao contexto, sendo assim essencial a análise de quais parâmetros de QoC devem ser levados em consideração.

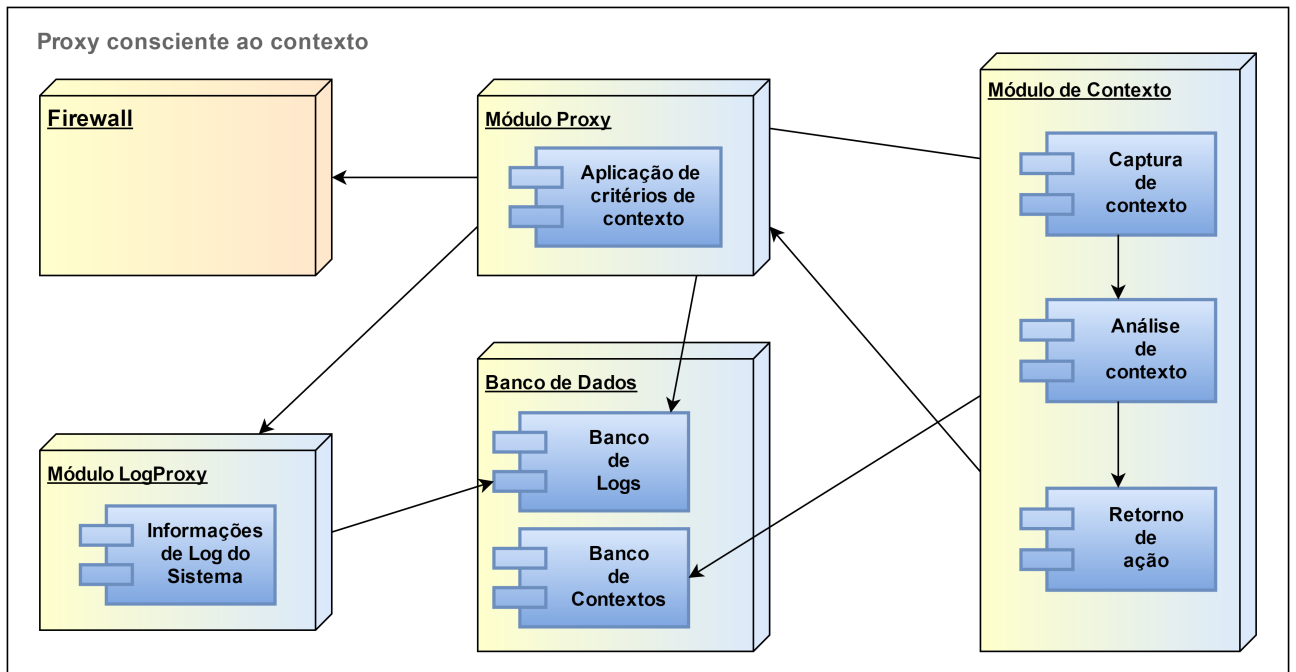
A seleção de alguns parâmetros de QoC base, conforme é trazido pelos autores Nazário (2015), Hoffman *et al.* (2013) e Neisse *et al.* (2008), descritos na seção de QoC, os quais definem agrupamentos para os parâmetros, também são propostos pelos autores Perera *et al.* (2014), que determina três parâmetros base de QoC, sendo eles: validade de contexto, precisão do contexto e contexto atual, esses três parâmetros foram utilizados nesse trabalho, servindo como base do QoC do ProxyCC.

O cálculo do valor QoC é a soma dos valores de cada parâmetro, sendo que, na equação de cálculo da precisão do contexto, é realizada uma regra de três para definir o percentual de precisão, tendo o valor mínimo de 50% para validação da precisão. No caso do parâmetro de tempo, estando dentro do tempo atual, é atribuído o valor 1, se não estiver, o valor atribuído é 0. Dessa mesma forma, no caso do parâmetro de validade, o qual estando dentro do esperado através das restrições cadastradas no sistema de contexto, é atribuído valor 1 e, estando fora, é atribuído valor 0, como no caso do contexto de VoIP receber imagens em vez de voz, o que não é aceitável dentro desse parâmetro. Após o cálculo da QoC de cada contexto em conflito, o contexto que alcançar o maior valor será selecionado para atender o contexto atual.

A obtenção dos dados de tráfego do *link* se faz necessária para a realização da análise do contexto atual, buscando a comparação com os contextos definidos no sistema, o que permite auxiliar o ProxyCC na tomada de decisão. Tendo em vista que a função de um proxy, segundo o autor Júnior (2003), é de recuperar as informações da Internet requisitadas pelos usuários, adaptando a resposta das solicitações conforme a capacidade do *link*. Devido a essa característica nativa de proxy, o ProxyCC tem a capacidade de analisar o tráfego, buscando avaliação de contexto atual, comparando com os contextos existentes na aplicação para aplicar a melhor ação, tendo como finalidade evitar a sobrecarga e a subutilização do *link*, ou seja, tornar a aplicação dinâmica e flexível, adaptável ao contexto.

A arquitetura proposta do ProxyCC, como mostra a Figura 17, é composta por três módulos: módulo de Proxy, LogProxy e módulo de contexto. A ilustração ainda apresenta as interações do proxy com o *firewall* e banco de dados em que são armazenados os contextos e logs.

Figura 17 - Arquitetura do ProxyCC

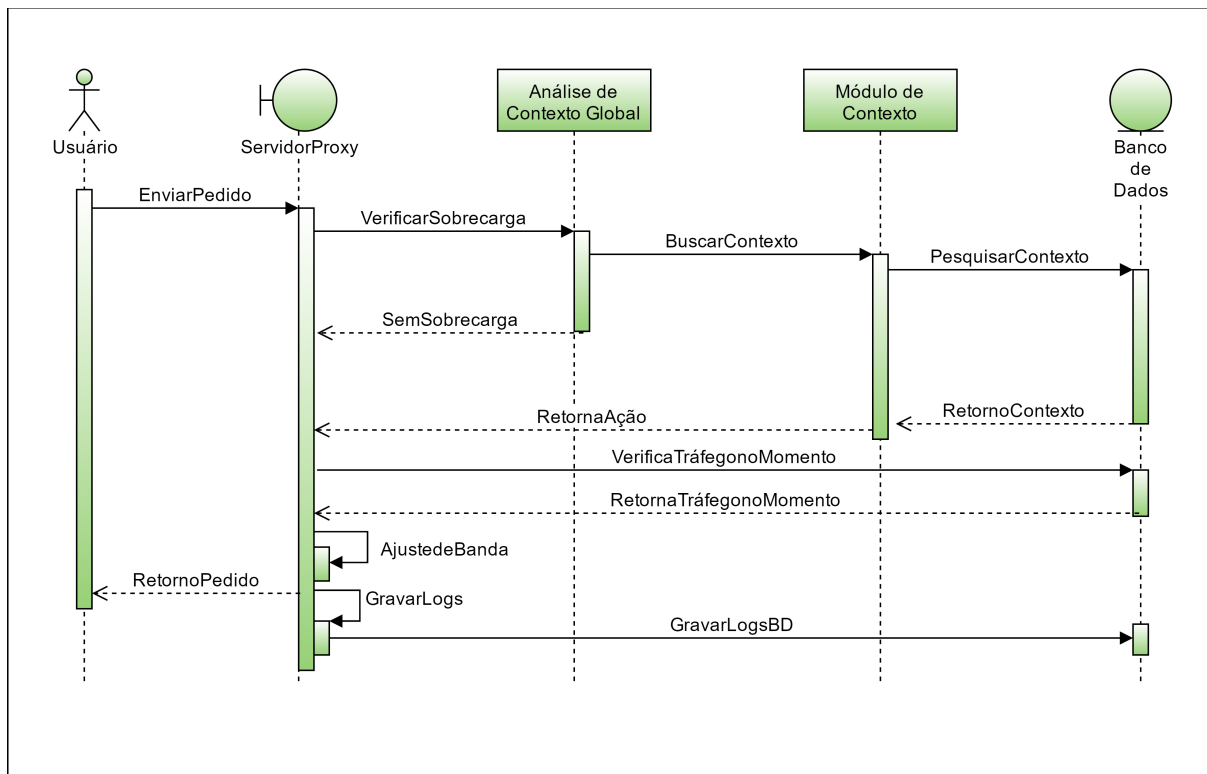


Fonte: elaborado pelo autor.

No módulo de Proxy, é realizada a integração entre os módulos, recebendo as requisições dos usuários e dando o devido retorno. Ao receber as requisições dos usuários via protocolo tanto de TCP como UDP, é realizada uma avaliação do contexto geral do *link* (se está em sobrecarga ou não). Essa verificação utiliza-se das informações referentes ao segundo atual somando todas as requisições realizadas nesse tempo pelos usuários, com essa informação pode verificar se o *link* está em sobrecarga. Estando em sobrecarga, enviam-se as informações necessárias ao módulo de contexto, que, após fazer sua análise, retornará a ação a ser executada pelo módulo de Proxy.

Na Figura 18, pode-se ter uma visão mais detalhada do funcionamento do ProxyCC do diagrama de sequência.

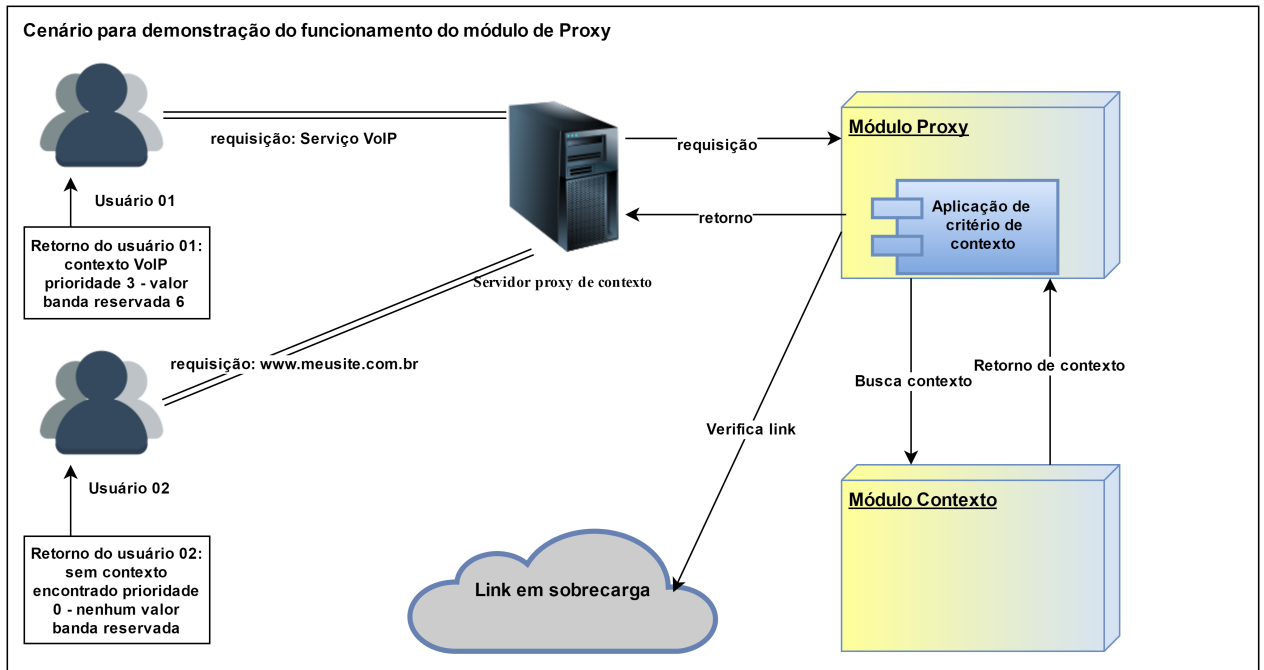
Figura 18 - Diagrama de sequência do ProxyCC



Fonte: elaborado pelo autor.

Pode-se visualizar, assim, sequência do ProxyCC desde do pedido do usuário até o armazenamento dos logs. No diagrama, consegue-se verificar o funcionamento do ProxyCC, em que o usuário envia um pedido para o ServidorProxy, o qual verifica se o *link* está em sobrecarga e, no caso de não estar, retorna a requisição do usuário. Havendo sobrecarga, é realizada uma busca com contextos semelhantes ao contexto atual, essa comparação é feita confrontando os contextos armazenados no banco de dados com o contexto atual, buscando encontrar algum contexto que se encaixe, assim executando as ações de controle de banda pertinente ao contexto encontrado. Depois de encontrar um contexto que atenda as necessidades atuais do *link* é retornado ao usuário a requisição, assim gravando os logs dos processos tanto em banco como em arquivo. A Figura 19 traz a ilustração de um cenário de funcionamento do módulo de Proxy.

Figura 19 - Cenário para demonstração do funcionamento do módulo de Proxy



Fonte: elaborado pelo autor.

O módulo de contexto é responsável por três etapas. São elas: captura dos dados, análise e retorno da ação a ser executada. Esse módulo trabalha diretamente com avaliação do contexto atual buscando atender as necessidades do ambiente envolvido, auxiliando a tomada de decisão sobre o recurso de *link*.

A captura dos dados é realizada através do monitoramento dos protocolos TCP e UDP, que serve de caminho para as requisições dos usuários. Nessa etapa, são capturados dados pertinentes ao contexto atual através do módulo de Proxy, como, por exemplo, os dados de origem da requisição, destino, data da requisição e quantidade de tráfego. Esses dados permitem a identificação do contexto adequado para a situação atual. O Algoritmo 1 apresenta o pseudocódigo do algoritmo de captura de dados.

Algoritmo 1 – Pseudocódigo do algoritmo de captura de dados

Escuta o protocolo HTTP na porta especificada:

Captura_dados(origem, destino, dt_requisição, qt_tráfego) // captura os dados

Converte_dados() // converte os dados para o formato necessário

Repassa os dados capturados para a próxima etapa.

De posse dessas informações, a próxima etapa é realizar a análise do contexto atual, capturado pela etapa anterior, comparando-o com os contextos existentes na base, buscando pela ação mais adequada para o contexto atual. O conflito de contexto ocorre quando existem dois ou mais contextos que atendam a mesma situação, sendo tratada através da comparação de prioridade do contexto. Dessa forma, o de maior prioridade é selecionado, sendo ainda avaliados os parâmetros de QoC nos quais são avaliadas características das informações referentes à precisão, validade e tempo, gerando um valor para as informações de contexto recebidas, selecionando a que tiver maior valor de QoC auxilia assim a resolução de conflitos. Após a análise dos dados, sendo confrontado o contexto atual com os contextos armazenados no ProxyCC, se existir o contexto atual na base. No Algoritmo 2, pode-se visualizar o pseudocódigo do algoritmo da análise de contexto

Algoritmo 2 – Pseudocódigo do algoritmo de análise de contexto

Análise de Contexto capturado:

```

AnalisaContexto(Captura_dados(origem, destino, dt_requisição, qt_trafego)) // analise do contexto
    Busca_contexto() // busca contexto na base
    Se encontra contexto
        Analisa_conflitos() // analisa conflitos existentes
        Se encontra conflito
            Soluciona_conflito() // soluciona conflitos existentes
        Retorna contexto // retorna o contexto selecionado
    Retorna ação // retorna ação do contexto selecionado

```

Repassa os dados da análise para a próxima etapa.

Posteriormente à etapa mostrada no Algoritmo 2, que traz o pseudocódigo da análise de contexto, tem-se a última etapa, que fica encarregada de definir a ação a ser executada, utilizando-se dos dados fornecidos pela etapa anterior de análise. Nessa etapa, é recebida a informação se existe ou não o contexto na base do ProxyCC. No caso da existência, a ação é recuperada para realizar a verificação de estar em execução no momento. Se estiver sendo executada, mantêm-se a ação, reservando banda para esse contexto. No caso da ação ainda não estar em execução, verifica-se o valor de banda disponível, aplica-se a ação e recalcula-se

o valor de banda disponível. O Algoritmo 3 traz o pseudocódigo da execução da ação para o contexto atual.

Algoritmo 3 – Pseudocódigo do algoritmo de execução da ação para o contexto atual

Execução da ação para o contexto:

Verifica_Ação(ação) // verifica se a ação já está sendo executada

Se ação já em execução

Mantém_Ação() // Mantém a ação em execução

Se não

Valor_Banda(Banda_Reservada) // Verifica valor de banda disponível (Total da banda – Banda reservada)

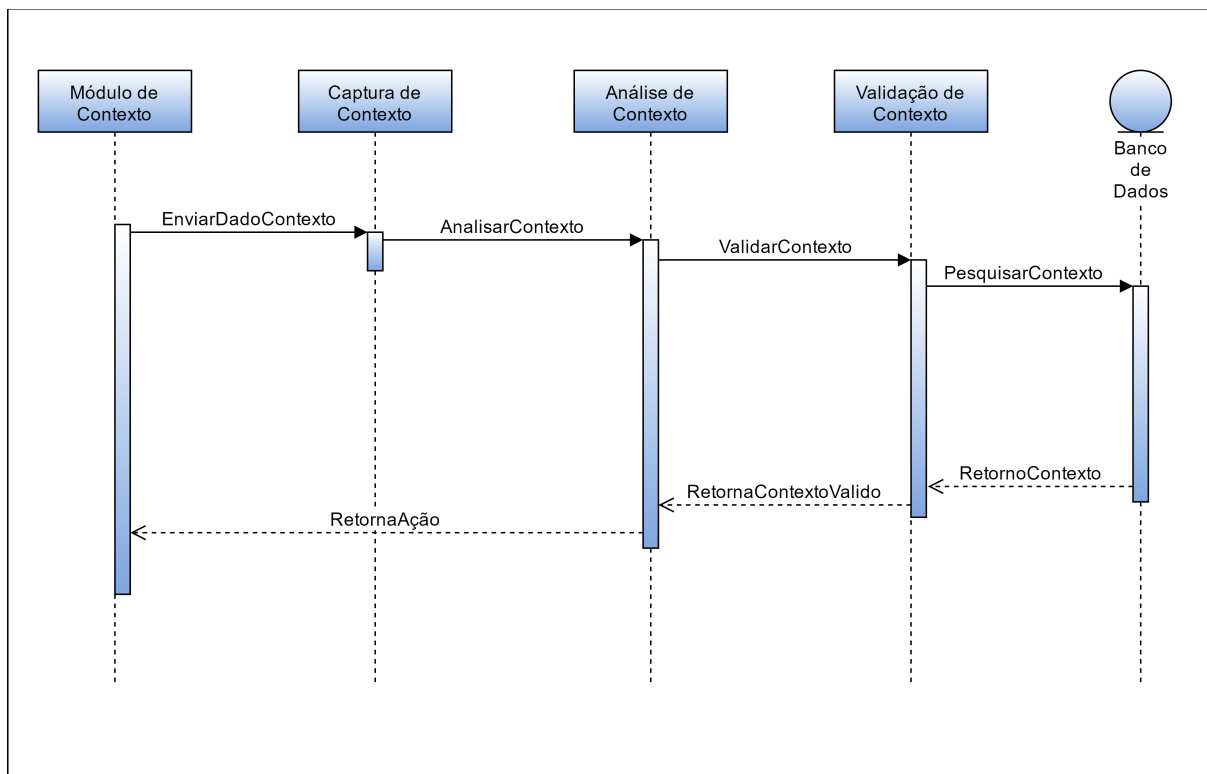
Banda_Reservada() // Calcula o novo valor de banda reservada

Executa ação e retorna requisição para o usuário.

A ocorrência de não existir um contexto para a requisição ocasiona a utilização da banda disponível no momento. A concorrência dessa fatia da banda pode fazer com que as solicitações dos usuários aguarde por um período de um segundo para uma nova verificação de disponibilidade, pois não possuem nenhuma prioridade definida para esse tipo de requisição. Esse tempo de espera para verificação foi definido levando como base o padrão de cálculo de velocidade de banda, sendo que, nesse caso, é utilizada a medida de Megabit por segundo (Mbps), levando em consideração o consumo por segundos.

O módulo de contexto funciona da seguinte forma: depois de uma checagem realizada no módulo de Proxy fazendo a verificação do status do *link*, estando em sobrecarga, as informações de contexto são repassadas para o módulo de contexto, onde são analisadas, buscando as informações pertinentes para aplicação, como, no caso, a origem e o destino da requisição. Depois da análise de contexto, é realizada uma validação do contexto, fazendo buscas no banco de dados por contextos semelhantes que atendam a necessidade atual, verificando o indicador de QoC para cada contexto, assim definindo o que melhor se encaixa naquela situação. Na busca de um melhor entendimento do funcionamento do módulo de contexto, foi criado um diagrama de sequência desse módulo, que é mostrado na Figura 20.

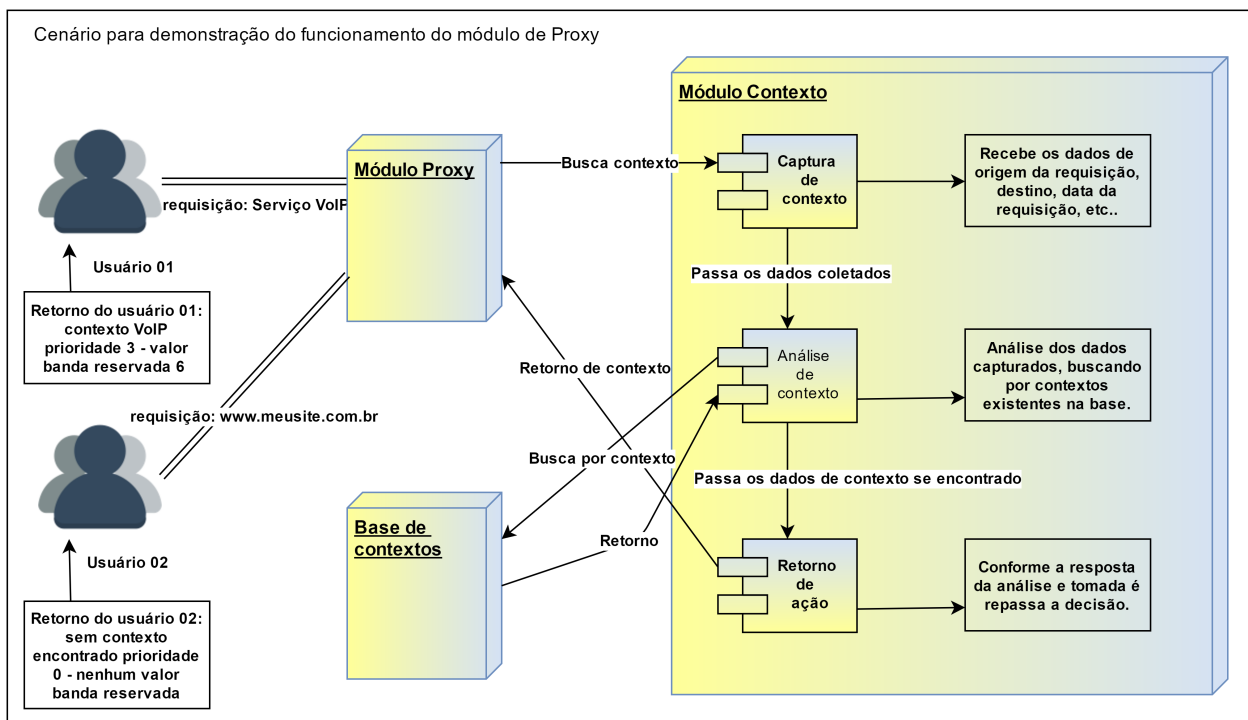
Figura 20 - Diagrama de sequência do módulo de contexto



Fonte: elaborado pelo autor.

O diagrama de sequência do módulo de contexto ilustra o funcionamento do módulo, sendo que inicia com a captura do contexto enviado a partir do módulo de proxy. Após a captura do contexto, é realizada uma análise de contexto, buscando identificar as informações pertinentes como, por exemplo, origem, destino, entre outros. A próxima etapa é a validação do contexto, em que são realizados os processos de QoC dos atributos das informações de contexto e também a busca por contexto no bando de dados, assim retornando à ação adequada para cada contexto. Na Figura 21, é ilustrado um cenário para demonstração do funcionamento do módulo de contexto.

Figura 21 - Cenário para demonstração do funcionamento do módulo de Contexto



Fonte: elaborado pelo autor.

O módulo de LogProxy serve como base para a avaliação de desempenho da proposta. Com isso, através dos dados coletados no processo, pode-se retirar informações de quantidade de tráfego, tempo de execução, entre outras. Esses dados de *logs* são replicados para um banco de dados no intuito de facilitar e agilizar a análise de desempenho do ProxyCC. Assim, pode-se, sem a necessidade do auxílio de outra ferramenta externa, mensurar as características pertinentes ao desempenho do ProxyCC. Na Figura 22, pode-se ver uma amostra do *log* gerado pelo sistema.

Figura 22 - Amostra do Log gerado pelo sistema

```

2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.0 200 OK
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Retorno da soma: 73672 Data de envio: 2016-03-05 21:35:59
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Prioridade:
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Dados do Banco: 192.168.56.2 - Tamanho: 471 - Tempo: 7.86781311035e-06 - Data Env: 2016-03-05 21:35:59 - URI: http://
192.168.56.2 - - [06/Mar/2016:00:35:58 +0000] "POST http://ocsp.digicert.com/ HTTP/1.1" 200 471 "-" Mozilla/5.0 (X11;
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Stopping factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb73bad098>
2016-03-05 21:35:59-0300 [TransparentProxy,43,192.168.56.2] Starting factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb700fc6c8>
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.0 304 Not Modified
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] 192.168.56.2 - - [06/Mar/2016:00:35:59 +0000] "GET http://www.google-analytics.com/ga.js HTTP/1.1" 304 - "http://www.fa
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Stopping factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb70102248>
2016-03-05 21:35:59-0300 [TransparentProxy,38,192.168.56.2] Starting factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb70108488>
2016-03-05 21:35:59-0300 [Uninitialized] Conexoes HTTP realizadas
2016-03-05 21:35:59-0300 [Uninitialized] Enviando requisicao: GET http://www.farrapo.com.br/portal/img/publicidade/sisform/banner10.swf
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.1 200 OK
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.1 200 OK
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Retorno da soma: 74143 Data de envio: 2016-03-05 21:35:59
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Prioridade:
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Dados do Banco: 192.168.56.2 - Tamanho: 8435 - Tempo: 1.78813934326e-05 - Data Env: 2016-03-05 21:35:59 - URI: http://
192.168.56.2 - - [06/Mar/2016:00:35:59 +0000] "GET http://www.farrapo.com.br/portal/shopping/fotos/thumbnaill_145597719
2016-03-05 21:35:59-0300 [TransparentProxy,44,192.168.56.2] Starting factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb7010a0e0>
2016-03-05 21:35:59-0300 [Uninitialized] Conexoes HTTP realizadas
2016-03-05 21:35:59-0300 [Uninitialized] Enviando requisicao: GET http://www.farrapo.com.br/portal/img/publicidade/assembleia/banner2.swf
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Stopping factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb7315b2d8>
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.1 200 OK
2016-03-05 21:35:59-0300 [Uninitialized] Conexoes HTTP realizadas
2016-03-05 21:35:59-0300 [Uninitialized] Enviando requisicao: GET http://www.farrapo.com.br/portal/img/publicidade/aeprojetos/banner1.swf
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Retorno da soma: 82578 Data de envio: 2016-03-05 21:35:59
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Prioridade:
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Dados do Banco: 192.168.56.2 - Tamanho: 8142 - Tempo: 1.28746032715e-05 - Data Env: 2016-03-05 21:35:59 - URI: http://
192.168.56.2 - - [06/Mar/2016:00:35:59 +0000] "GET http://www.farrapo.com.br/portal/videos/fotos/thumbnaill_1457096731.
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.1 200 OK
2016-03-05 21:35:59-0300 [ServidorProxy,client] Stopping factory <__main__.ProxyClientFactory instance at 0x7feb700e13b0>
2016-03-05 21:36:00-0300 [ServidorProxy,client] Got server response: HTTP/1.1 200 OK

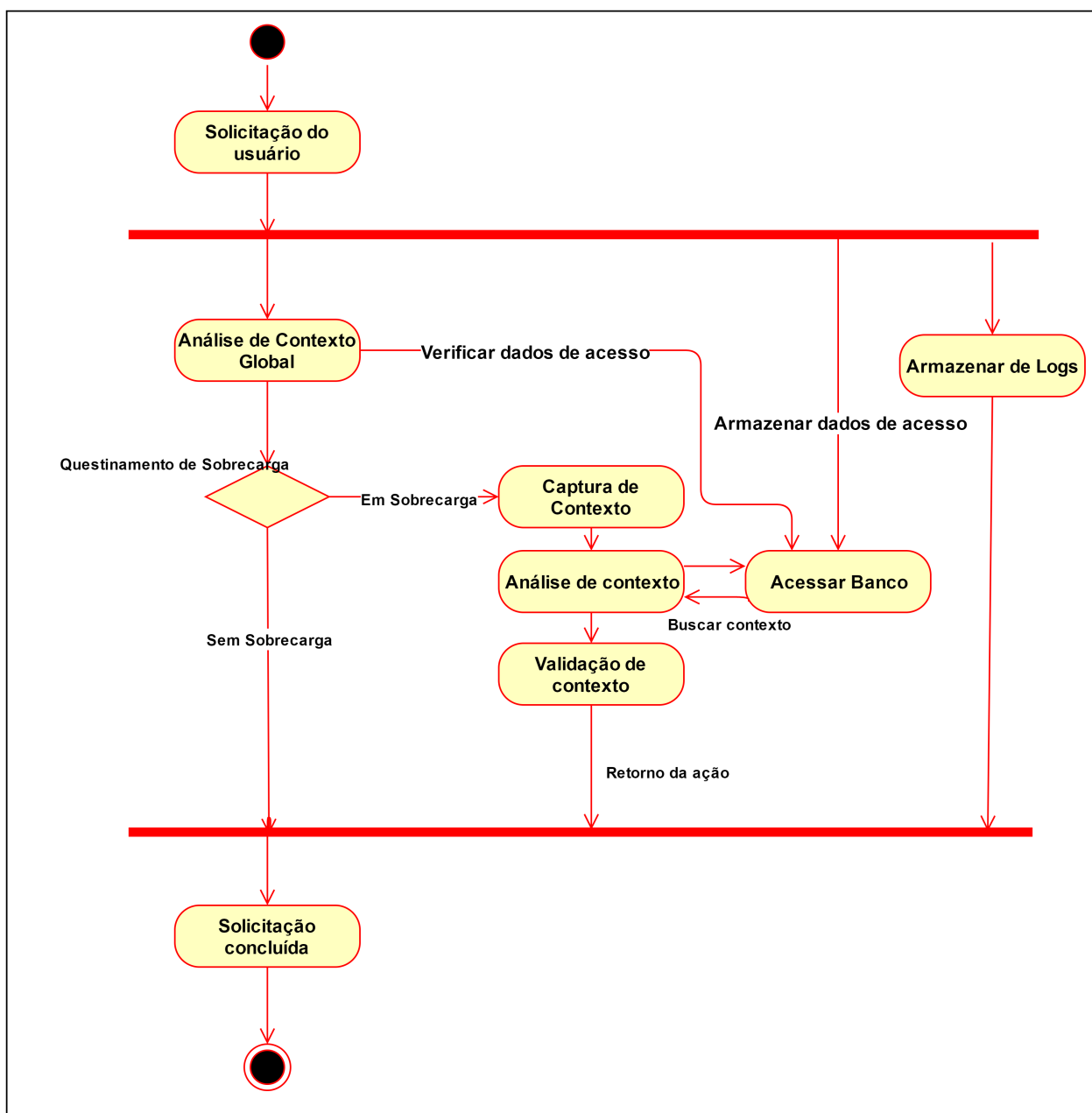
```

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode ver na Figura 22, são destacadas algumas linhas que indicam de onde são retirados os dados para analisar o desempenho do sistema. Um desses dados, por exemplo, é o tempo de reposta, o qual permite mensurar a duração de cada requisição, assim servindo como parâmetro para análise de desempenho do ProxyCC, também são analisados o tráfego como um todo, buscando identificar o fluxo, comparando com e sem a utilização do módulo de contexto.

A Figura 23 traz o Diagrama de Atividades do ProxyCC, que busca melhorar a compreensão de seu funcionamento. Na ilustração, pode-se identificar as atividades envolvidas no ProxyCC, como, por exemplo, as atividades de análise de contextos (tanto global quanto específico), atividades de armazenamento de dados no banco e em arquivos de *log*.

Figura 23 - Diagrama de Atividades do ProxyCC



Fonte: elaborado pelo autor.

O ProxyCC foi desenvolvido utilizando o paradigma de orientação a objeto seguindo a mesma linha da API Twisted, buscando facilitar o entendimento e compreensão das atividades de cada classe, fazendo a reutilização de rotinas repetitivas, reduzindo, assim, o trabalho de desenvolvimento.

Além desses módulos, o ProxyCC conta com um banco de dados onde ficam armazenados os logs e os contextos existentes. Os contextos são utilizados para auxiliar na

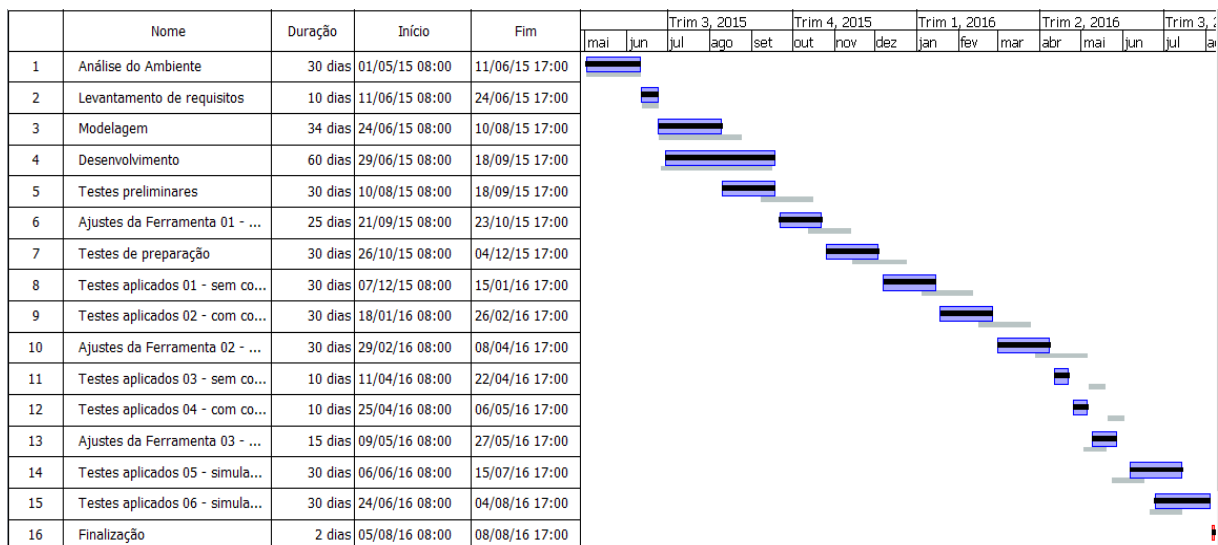
tomada de decisão, comparando o contexto atual com os contextos armazenados, buscando semelhanças, solucionando conflitos com a utilização do QoC e controle de prioridade de contexto, permitindo que sejam aplicadas as ações adequadas ao ambiente, assim amenizando os problemas apresentados na estrutura estudada, como, por exemplo, a sobrecarga do *link*, que é calculada a partir da soma de todo o tráfego que passa pela ferramenta no período de um segundo.

A comparação do contexto atual com os contextos da base se faz necessária para identificar qual contexto se adapta melhor naquele momento, permitindo, assim, o tratamento dos problemas de forma específica e não geral (rígida) como são tratados sem a utilização do ProxyCC. A busca por contextos semelhantes possibilita a identificação de critérios de prioridades das atividades executadas no ambiente, dando flexibilidade ao *link* e fazendo com que as regras de prioridades sejam aplicadas somente quando necessário. Isso ainda possibilita a resolução de conflitos no caso de estar utilizando-se de uma regra de forma inadequada, como no caso de ter uma regra para sistemas institucionais do cadastro de alunos, obtendo banda reservada para esse fim, mas estar trafegando por outro tipo de informação de voz.

Para a identificação dos contextos que envolvem o ambiente e as atividades a serem executadas pelo ProxyCC, foi utilizada a Teoria da Atividade, o que permitiu tanto uma visão geral como específica de cada atividade executada no ambiente, mapeando-as. O levantamento das atividades do ambiente possibilitou a mensuração da necessidade de cada atividade, dando embasamento para que cada atividade elencada pela proposta tenha seu valor de prioridade proporcional a sua importância para o ambiente.

As atividades executadas pelo proxyCC são armazenadas pelo módulo de *log*, como arquivo de *log*. Alguns dados também são armazenados no banco de dados para facilitar a análise de contexto pelo ProxyCC, reduzindo, assim, o tempo de execução dessa atividade. Também se busca simplificar o módulo de contexto com a utilização desse banco, facilitando a recuperação dos dados e, assim, permitindo uma avaliação no desempenho do ProxyCC. A Figura 24 traz a *baseline* da proposta do ProxyCC, a qual ilustra os passos que envolveram o desenvolvimento da aplicação.

Figura 24 - Baseline do ProxyCC



Fonte: elaborado pelo autor.

Pretende-se, com essa proposta, dar mais dinamismo e flexibilidade para o ambiente de pesquisa. A meta é diminuir os problemas de sobrecarga e de subutilização e possibilitar que os recursos de uma rede de computadores sejam disponibilizados de forma dinâmica e adaptativa, criando, assim, uma rede consciente de contexto.

6 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo traz a descrição dos resultados obtidos pela proposta do ProxyCC, levando em consideração que este trabalho tem como objetivo tornar dinâmica a disponibilização do recurso de *link*, dando flexibilidade ao ambiente atual por meio da utilização do contexto no proxy desenvolvido. Busca-se a minimização dos problemas apresentados pela estrutura atual, que acaba tornando rígida a disponibilização do recurso, como no caso da sobrecarga ou da subutilização do *link*. Essa estrutura tenta garantir que os serviços essenciais tenham prioridade frente às demais atividades.

O ProxyCC foi desenvolvido a partir da necessidade de se obter uma disponibilização do *link* mais dinâmica, permitindo a avaliação do ambiente atual antes de aplicar as regras rígidas definidas pela instituição, no intuito de dar qualidade aos serviços essenciais, como, por exemplo, o serviço de VoIP. Esses serviços essenciais, juntamente às atividades executadas pelos usuários no ambiente, foram identificados através de um mapeamento das atividades do ambiente, utilizando-se da teoria da atividade para a definição dos contextos a serem avaliados pelo ProxyCC.

Os indicadores de QoC para avaliação e validação dos contextos foram identificados por meio de testes. Com esses indicadores, pode-se solucionar os conflitos de contexto e também a validação destes. Assim como no trabalho de Perera *et al.* (2014), no qual os autores tomaram como base três parâmetros (validade de contexto, precisão e contexto atual), selecionaram-se esses três indicadores para serem utilizados como parâmetros de QoC da ProxyCC. Com esses parâmetros, pode-se avaliar a qualidade de cada contexto e até mesmo a necessidade da existência de cada contexto. A obtenção dessas informações referentes a QoC auxilia no tratamento dos conflitos, em conjunto com as prioridades de cada contexto.

Para alcançar esse objetivo, foram realizados testes preliminares com a utilização do sistema proposto (ProxyCC). Os testes ocorreram no período de Janeiro e Fevereiro de 2016, sendo divididos em dois testes de 30 dias cada, buscando por informações de funcionamento e desempenho da ferramenta proposta. Com relação ao ambiente, foi utilizada a seguinte estrutura: um servidor com o ProxyCC instalado, tendo como *link* 2Mbps, o qual atende a um grupo de 20 máquinas. Foi utilizado, para gerar tráfego nesses testes, um *script* que lê um arquivo com comando para execução, que pode ser visualizado no Algoritmo 4.

Algoritmo 4 – Script de teste

```
import subprocess
import random
# Abrir o arquivo
with open('links.txt', 'r') as arquivo:
    # Variáveis
    a = 0
    b = 100
    conteudo = arquivo.readlines()
    for i in range (0, 100000):
        x = random.randint(a,b)
        comando = conteudo[x]
        saida = subprocess.getoutput(comando)
        print (saida)
    arquivo.close()
```

Nos resultados, pode-se observar que houve um aumento no tempo de resposta quando o *link* alcançava a sobrecarga, devido às diversas comparações realizadas na busca por um contexto adequado fornecido pelo módulo de proxy da aplicação de ProcyCC. Mesmo assim, esse aumento de tempo não é significativo a ponto de causar problemas maiores.

Com relação ao tráfego de dados pelo *link*, as variações permanecem quase iguais aos dados do ambiente de avaliação, podendo-se notar algumas oscilações durante o período, como, por exemplo, o tráfego por hora no período das 9 às 13 horas, que passava por momentos de sobrecarga. Já às 14 horas, baixava até chegar a quase zero.

Devido à flutuação na utilização do *link*, no caso, o número de usuários e consumo pode variar durante o tempo, fazendo com que os testes preliminares se mostrem inconclusivos. A variação no fluxo do *link* pode ser causada pelo volume de usuários, que oscilou muito no período de teste, fazendo com que o consumo de recurso seja influenciado. Essa oscilação deve-se a vários fatores, como no caso do horário de funcionamento, períodos de férias, entre outros. Para resolver esse problema de flutuação de fluxo do *link*, optou-se pela utilização de uma ferramenta de geração de tráfego.

Na procura por uma ferramenta que realize geração de tráfego, com objetivo de realizar novos testes que garantam o fluxo de tráfego, foi realizada a avaliação de algumas ferramentas, ficando-se entre duas ferramentas: o MGEN e o Ostinato. Com relação à ferramenta de geração de tráfego MGEN, na busca por referências, tanto o autor Bastos (2008) quanto os autores Brito e Sousa (2005), dizem que se trata de um conjunto de programas que tem como função a geração de tráfego em tempo real. O MGEN suporta tanto *Script* quanto linha de comando para executar sua tarefa de geração de tráfego, além de ser multiplataforma.

No caso do Ostinato, segundo os autores Turcato *et al.* (2015), é um *software* gratuito (*open-source*) que tem como propósito a geração de tráfego de pacotes de redes TCP/IP. O autor Fidelis (2015) complementa que é uma ferramenta multiplataforma, que permite a criação e análise de diferentes pacotes em diversos protocolos de transmissão. A aplicação apresenta uma interface gráfica.

O fato da existência de uma interface gráfica intuitiva e a curva de aprendizagem baixa por parte do Ostinato influenciou diretamente na escolha, além de possuir todas as funcionalidades necessárias para a realização do teste.

O primeiro teste foi realizado sem a utilização do módulo de contexto para ser utilizado como parâmetro de comparação. Posteriormente, foram realizados testes com a utilização do contexto para a tomada de decisão, cujos resultados serão descritos a seguir.

Para a apresentação dos resultados finais, optou-se pela divisão em duas seções. A primeira seção trata dos testes realizados no ambiente sem a utilização do contexto para tomada de decisão, ficando a cargo das regras existentes o controle. Na segunda seção, é realizado teste com a utilização do contexto na tomada de decisão. Após essa exposição, é realizada uma comparação entre os dois ambientes.

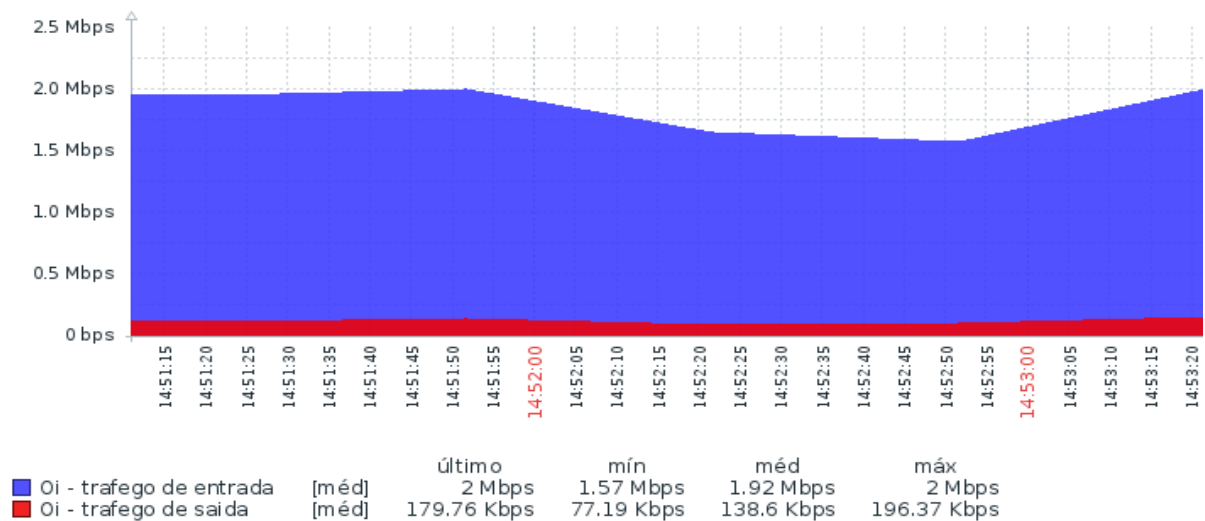
6.1 TESTE DO AMBIENTE SEM A UTILIZAÇÃO DO CONTEXTO

O ambiente de teste sem a utilização do contexto corresponde à estrutura atual, tendo como critérios a utilização de regras rígidas para a tomada de decisão. Nesse ambiente, pode-se observar, através da realização do teste com os protocolos TCP e UDP, utilizando a ferramenta de geração de tráfego Ostinato, que o *link* apresenta variação no fluxo, chegando ao topo da sua capacidade e, logo em seguida, diminuindo consideravelmente. Esse cenário já

era previsto devido às limitações impostas pela estrutura atual.

Para realizar uma análise mais aprofundada, buscou-se verificar o cenário, realizando-se testes específicos para cada regra, assim gerando fluxos com foco diferenciado em cada serviço (VoIP, WebConf, Vconf e sistemas institucionais). Pôde-se observar que, mesmo sem fluxo de WebConf, as limitações impostas pela estrutura eram muito semelhantes, indicando a ocorrência de limitações quando o recurso de *link* estava em sobrecarga, mesmo que os serviços não estivessem sendo utilizados no momento, fazendo com que ocorra a subutilização do recurso. A Figura 25 mostra essa movimentação.

Figura 25 - Gráfico do teste no ambiente atual com as regras



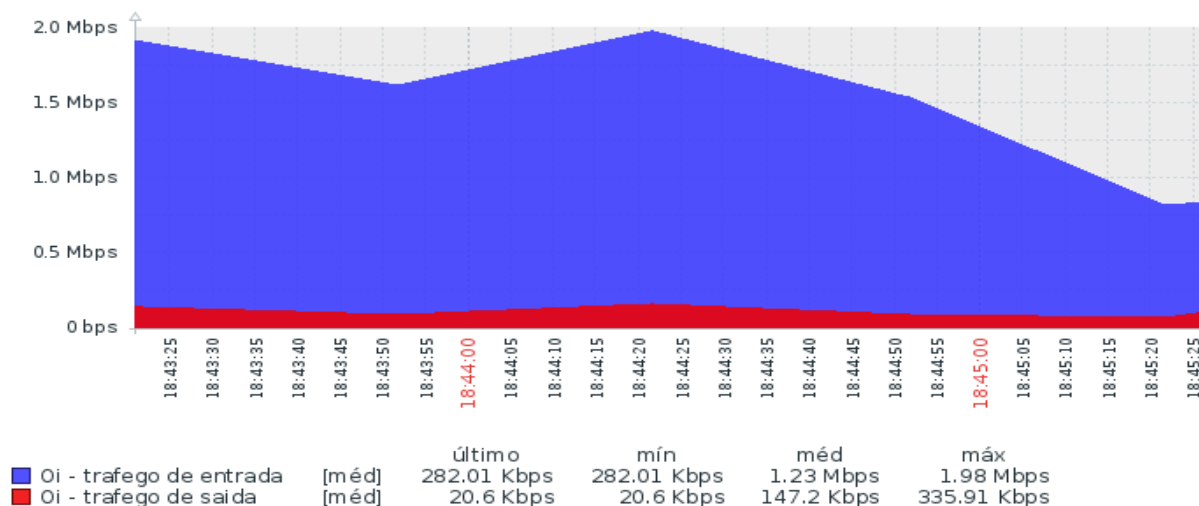
Fonte: elaborado pelo autor.

No gráfico da Figura 25, pode-se visualizar que, no momento em que o fluxo alcança o top de 2Mbps, há uma redução do fluxo de aproximadamente 25 por cento. Essa redução é devida à aplicação das regras existentes na estrutura atual, que, na busca de garantir a qualidade dos serviços prestados, acaba limitando sua utilização, criando uma subutilização. A estrutura atual impõe a reserva de banda fixa para cada serviço, como, por exemplo, os serviços de VoIP, WebConf, Vconf, entre outros. Essa imposição da estrutura acaba prejudicando o desempenho da utilização do recurso de *link*, pois gera uma reserva de banda para determinado serviço mesmo não estando em uso, criando uma subutilização do *link*.

Considerando a utilização de regras rígidas, as quais acabam criando uma subutilização do *link* devido às regras de reserva de banda existente para cada serviço, mesmo

sem a utilização dos serviços definidos nessas regras. Essas regras estão programadas para executar assim que ocorra a sobrecarga, fazendo com que, mesmo sem a utilização de um dos serviços, seja reservado o recurso de *link*, acarretando a criação de um outro problema: a subutilização. A Figura 26 traz outro problema identificado pela utilização da estrutura atual, a qual também causa a subutilização.

Figura 26 - Gráfico do teste no ambiente atual - limitação por usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

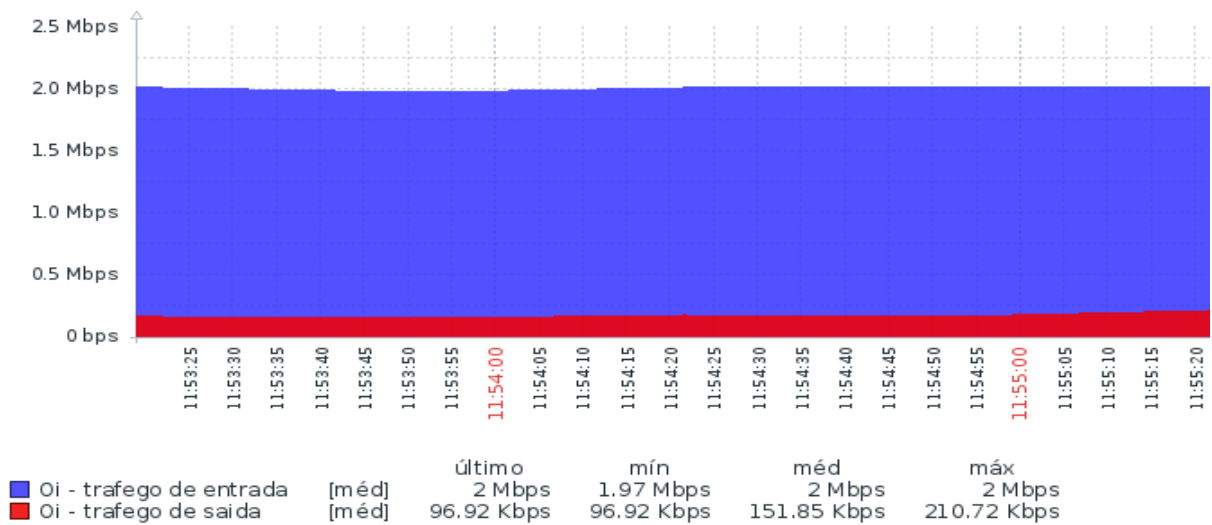
Pode-se visualizar, na Figura 26, o movimento do fluxo no momento da ocorrência da sobrecarga devido à aplicação das regras. Observa-se que, primeiramente, aplicam-se as regras voltadas a serviço, reduzindo-se, assim, o fluxo do *link*. Posteriormente, há a redução drástica de fluxo, com a aplicação da regra em que limita a banda do usuário que utiliza 10% dessa banda dentro do período de uma hora. Essa redução drástica de fluxo se deve à aplicação de outra regra existente na estrutura atual, em que a ocorrência do fluxo de um único usuário no ambiente, realizada utilizando-se do gerador de tráfego, provoca a limitação da velocidade de tráfego desse usuário. Com essa limitação, ocasiona um problema de subutilização do *link*, sendo que o nível de recurso utilizado é muito baixo após essa limitação, apesar de não possuir mais nenhum outro usuário ou serviço utilizando esse recurso.

6.2 TESTE DO AMBIENTE COM A UTILIZAÇÃO DO CONTEXTO

O ambiente de teste que representa a proposta desse trabalho objetiva atender, da melhor forma, as necessidades, levando em consideração o contexto atual para a tomada de decisão. Nesse ambiente, ao gerar o tráfego com a ferramenta Ostinato, observou-se uma redução significativa na variação do fluxo, em que o tráfego manteve-se quase sempre em um nível uniforme próximo ao topo, mantendo, assim, a utilização do recurso de *link* em níveis aceitáveis.

No intuito de possibilitar uma comparação entre os testes, sem módulo de contexto e com módulo de contexto, foram utilizados os mesmos critérios, assim gerando fluxo com foco nos serviços de VoIP, WebConf, Vconf e sistemas institucionais, com o objetivo de causar a sobrecarga, possibilitando a verificação do cenário proposto. Buscaram-se identificar problemas de subutilização como ocorrido nos testes com o ambiente atual sem a utilização de contexto, que apresenta uma subutilização significativa. A realização de testes específicos com os contextos existentes permitiu a análise do comportamento do *link*, assim gerando fluxos com foco diferenciado em cada contexto. Os resultados mostraram que o fluxo mantém-se com o mesmo padrão com poucas variações, apresentando um fluxo uniforme indiferente da utilização de apenas um contexto. Esse resultado mostra que o objetivo da proposta se mostrou viável, tendo em vista a utilização uniforme do recurso. A Figura 27 mostra o fluxo do recurso de *link* com a utilização do módulo de contexto.

Figura 27 - Gráfico do teste no ambiente com a utilização do módulo de contexto



Fonte: elaborado pelo autor.

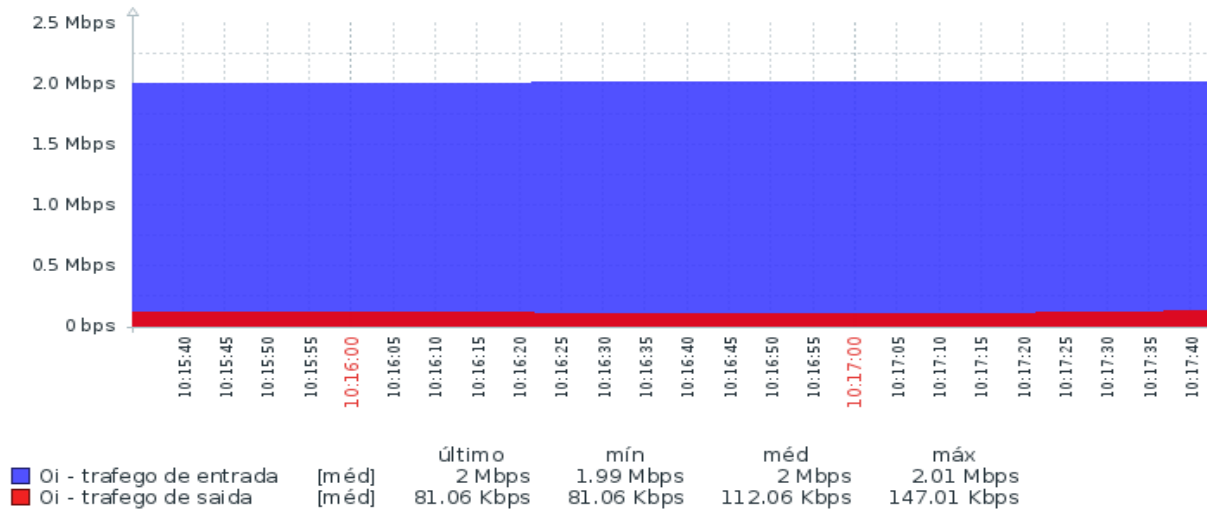
No gráfico da Figura 27, pode-se visualizar que o fluxo é constante, mesmo quando submetido a testes idênticos ao do ambiente sem a utilização do módulo de contexto. Na busca de garantir as mesmas condições para os ambientes de testes, foram realizados testes iguais de geração de fluxo através da ferramenta Ostinato, sendo realizados tanto testes com a geração de tráfego com cada serviço em alguns momentos, como a geração de tráfego com todos os serviços e com nenhum serviço.

Os testes com a geração de tráfego por serviço, no caso VoIP, mostraram que o fluxo do recurso de *link* manteve-se uniforme, o que também ocorre quando é gerado tráfego para todos os serviços, como por exemplo, VoIP, WebConf, Vconf, etc, ou sem nenhum serviço ativo no momento. A proposta tem como objetivo o controle da sobrecarga, bem como a redução ou inexistência da subutilização do recurso de *link*, o que se pode visualizar nos testes realizados.

Foram realizados ainda testes com a geração de tráfego de apenas um usuário, buscando visualizar o comportamento do *link*, tendo em vista que a estrutura atual baseada em regras rígidas apresenta um limitador de velocidade quando o usuário consome 10 por cento da banda em um período de uma hora, causando, assim, a subutilização do *link*. No teste com a utilização do módulo de contexto ativo, pode-se notar que não houve problema de subutilização, pois o recurso de *link* não apresentou variações no fluxo significativo, mantendo-se de forma uniforme. Na Figura 28, pode-se visualizar o tráfego com a simulação

de um único usuário.

Figura 28 - Gráfico do teste no ambiente gerando tráfego de um único usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

Na comparação entre os dois testes, pode-se observar que o ambiente proposto nessa dissertação manteve o recurso em nível aceitável de funcionamento, em que a variação é leve, mantendo-se praticamente de forma uniforme. Com esses resultados, pode-se identificar que o ambiente sem a utilização da proposta tende a criar uma subutilização, prejudicando muito os serviços em geral, devido ao fato da utilização de regras rígidas. O mesmo é identificado quando simulado apenas um único usuário no ambiente utilizando o recurso de *link*, o que acaba limitando o recurso disponibilizado para o usuário a níveis muito baixos na estrutura atual, criando um problema de subutilização, o que pode prejudicar o desenvolvimento das atividades desse usuário, o que não ocorre no ambiente proposto.

7 CONCLUSÃO

Essa dissertação abordou a utilização da consciência de contexto para disponibilização dos recursos de rede, tendo como objetivo específico o tratamento do *link* de acesso à Internet. A proposta de criação de um proxy consciente do contexto, aqui chamado de ProxyCC, trabalha com atributos da computação consciente de contexto, voltados para aplicação de redes, utilizando-se da teoria da atividade para a identificação das interações dos usuários com o ambiente estudado. Além dessas técnicas, foi incorporada a tecnologia de QoC, buscando solucionar os conflitos de contexto, validando o contexto, possibilitando o gerenciamento do recurso de forma a atender a demanda atual referente ao recurso de *link* da instituição avaliada.

A implementação do proxy consciente do contexto voltado para a disponibilização do recurso de *link* proporcionou que o dimensionamento do *link* ocorresse de forma adaptativa, utilizando-se do contexto atual. Dessa forma, percebe-se que, com o gerenciamento na disponibilização do *link* direcionado ao contexto atual, ao contrário da utilização de regra predefinida, torna-se mais dinâmico e flexível, utilizando-se da consciência de contexto para o auxílio da tomada de decisão.

Na busca da definição do problema de pesquisa e da delimitação do tema proposto, foi realizado um Mapeamento Sistemático (MS), buscando-se por publicações que tivessem relação com a proposta de utilização da consciência de contexto para a disponibilização de recursos de rede. A pesquisa localizou 22 artigos, 2 teses e 4 dissertações, voltados para a utilização da consciência de contexto em aplicações adaptativas de recursos na área de rede.

Com o levantamento realizado pelo MS, pôde-se delinear a proposta de forma que atendesse as necessidades de adaptação dinâmica do *link* da instituição. O MS permitiu a obtenção do conhecimento necessário para a execução da proposta, bem como o embasamento técnico para o desenvolvimento do ProxyCC.

O ambiente estudado contava com uma estrutura rígida de regras, as quais tornavam a disponibilização do recurso *link* engessada. Esse cenário proporcionava um gerenciamento deficiente, criando problemas na busca por solucionar outros, como no caso de uma regra que limitava a velocidade de acesso ao recurso de *link*, quando o usuário utilizava 10% da sua capacidade, fazendo com que ocorresse a subutilização do recurso.

A criação do ProxyCC teve como objetivo amenizar os problemas de sobrecarga e subutilização, permitindo que os recursos sejam disponibilizados de forma dinâmica, adaptando-se ao contexto atual, fazendo com que o *link* tenha um fluxo constante e uniforme sem grandes variações desnecessárias, permitindo que o recurso seja aproveitado ao máximo.

No desenvolvimento dessa proposta, foram encontradas algumas limitações, como o tratamento de contexto focado em contextos globais, não permitindo o gerenciamento para cada usuário em específico. Isso significa que, se mais de um usuário utiliza o mesmo serviço, (no caso de uma WebConf) a reserva de banda será a mesma não importando o número de usuários desse contexto. Fica, assim, uma sugestão para trabalhos futuros.

A pesquisa contribuiu para tornar a disponibilização do recurso de *link* dinâmica e flexível, adaptando-se ao contexto atual e utilizando-se da técnica de consciência de contexto, o que busca auxiliar na tomada de decisão por meio da análise do contexto atual, fazendo comparações com os contextos existentes na base de dados, assim executando a ação mais adequada para a situação. Proporciona-se, assim, um gerenciamento adaptativo do *link*, procurando reduzir os problemas de sobrecarga e subutilização ocorridos na estrutura atual, que se utiliza de regras rígidas e que, na busca de solucionar o problema de sobrecarga, acabou criando outro, a subutilização.

Como trabalhos futuros, sugere-se a utilização da consciência de contexto no auxílio da tomada de decisão da disponibilização de recursos de *link*, inserindo essa metodologia de consciência de contexto em uma rede definida por *software* (SDN). A tecnologia de SDN vem sendo amplamente inserida em pesquisa e até mesmo em ambientes de produção de grandes empresas. A inclusão da consciência de contexto poderia auxiliar na tomada de decisão de uma SDN, tendo em vista que o gerenciamento é centralizado das SDNs, permitindo, assim, um controle total sobre os recursos, sendo que a união dessas duas tecnologias demonstra-se promissora.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, A.A.; HUSSAIN, M.A **QoS Enhancement Framework for Ubiquitous Network Environments**. In: 11th International Journal of Advanced Science and Technology, v.43, 2012.
- ABBASI, A.A.; HUSSAIN, M. **An Investigation of QoS in Ubiquitous Network Environments**. In: International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS), v.9, n.4, 2011.
- ALMEIDA FILHO, A.T. **Um mapeamento sistemático de mecanismos para guiar estudos empíricos em engenharia de Software**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal de Pernambuco, 2011.
- AMALARETHINAM, D.I.G.; NIRMAL, V.J. **SECCON: A Framework for Applying Access Control Policies in Context-Aware Wireless Networks**. In. World Congress on Computing and Communication Technologies. IEEE, 2014.
- ANDRADE, G.E. **VeloSent: Protocolo de Roteamento Sensível ao Contexto: posição, velocidade e sentido, para Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões**. In: Universidade Católica do Paraná – Curitiba, 2012.
- ARAUJO, R.B. **Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios**. In: XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 2003.
- ASSUNÇÃO, M.D.; NETTO, M.A.S.; KOCH, F.; BIANCHI, S. **Context-aware Job Scheduling for Cloud Computing Environments**. In. Fifth International Conference on Utility and Cloud Computing. IEEE. 2012.
- BADIDI, E. A. **Context Broker Federation for QoC-driven Selection of Cloud-based Context Services**. In. 9th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST-2014), IEEE. 2014.
- BASTOS, M. P. C. H. **SCGT – Um conceito de Geração de Tráfego Distribuído**. In. Universidade Federal Fluminense, 2008.
- BEURAN, R.; NAKATA, J.; OKADA, T.; MIYACHI, T.; CHINEN, K.; TAN, Y.; SHINODA, Y. **Performance Assessment of Ubiquitous Networked Systems**. In: 5th International Conference on Smart Homes and Health Telematics (ICOT2007), 2007, pp. 19-26.
- BORGES, Simone de S.; REIS, Helena M.; DURELLI, Vinicius H. S.; BITTENCOURT, Ig I.; JAQUES, Patricia A.; ISOTANI, Seiji. **Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático**. In: II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE, 2013.
- BRITO, I. A.; SOUSA, V. M. **Uma Ferramenta para Análise de Desempenho de Redes**

Convergentes. In: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2005.

BUCHHOLZ, T.; KÜPPER, A.; SCHIFFERS, M. **Quality of Context: What It Is And Why We Need It.** In: 10th International Workshop of the HP OpenView University Association (HPOVUA), 2003.

BURCEANU, E.; DOBRE, C.; CRISTEA, V.; COSTAN, A.; ANTONIU, G. **Distributed Data Storage in Support for Context-Aware Applications.** In: 12th International Symposium on Parallel and Distributed Computing, IEEE, 2013.

CARLSON, D.; SCHRADER, A. **A Web Search Engine for Context-aware Smart Resource Discovery.** In: International Conference on Internet of Things (iThings 2014), IEEE, 2014.

CARVALHO, J.F.S. **Um mapeamento sistemático de estudos em cloud computing.** Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal de Pernambuco, 2012.

CHANG, C.C.; TSENG, J.C.R.; CHANG, H.Y. **A Patrol Guidance Mechanism in a Context-aware Environment.** In: 37th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops, IEEE, 2013.

CRUZ, E.A. **Aprovisionamento Avançado de Recursos em Redes Convergentes Sensíveis ao Contexto.** In: Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, 2012.

DA, K.; ROOSE, P.; DALMAU, M.; NEVADO, J.; KARCHOUD, R. **Kali2 Much: A context middleware for autonomic adaptation-driven platform.** In: ACM, 2014.

DEY, A. K.; FUTAKAWA, M.; SALBER, D.; ABOWD, G. D. **The Conference Assistant: Combining Context-Awareness with Wearable Computing.** In: IEEE Computer, 1999, San Francisco.

DEY, A. K. **Understanding and Using Context.** In: Personal Ubiquitous Computing, Springer, 2001.

DONOHUE, M.; JENNINGS, B.; BALASUBRAMANIAM, S. **Context-awareness and the smart grid: Requirements and challenges.** In: Computer Networks (2015) Elsevier, 2015.

EDWARD, E.P.; SUMATHY, V. **Performance analysis of a context aware cross layer scheme for fast handoff in IMS based integrated WiFi – WiMax networks.** In: Elsevier, 2014.

EL-MOUGY, A.; MOUFTAH, H. **On Resource Management and Context-Awareness in LTE-Based Networks for Public Safety.** In: 13th Annual IEEE Workshop on Wireless Local Networks, IEEE, 2013.

FIDELIS, A. A. D. **Avaliação da Eficiência do Padrão IEEE 802.3az na Infraestrutura de TI da Universidade de Brasília.** In: Universidade de Brasília, 2015.

FILHO, J. B.; AGOULMINE, N. **A quality-aware approach for resolving context conflicts in context-aware systems.** In: 9th IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC), pp. 229–236, 2011.

GRONLI, T.M.; GHINEA, G.; YOUNAS, M. **Context-Aware and automatic configuration of mobile devices in cloud-enabled ubiquitous computing.** In: Ubiquit Comput, Springer-Verlag London, 2013.

HADJANTONIS, A. M.; CHARALAMBIDES, M.; PAVLOU, G. **A policy-based approach for managing ubiquitous networks in urban spaces.** In: IEEE Intl. Conf. on Communications 2007, (ICC2007), 2007.

HOFFMAN, J. S. **Uma Plataforma para Tratamento de Qualidade de Contexto em Redes de Sensores sem Fio.** In: Universidade Federal do Espírito Santo, (UFES), 2013.

HOFFMAN, J. S.; PEREIRA, I. S. A.; TEIXEIRA, S.; CASTELLO, J. S. D.; FILHO, G. P.; COSTA, P. D. **Um Serviço de Gerenciamento de Qualidade de Contexto em Redes de Sensores Sem Fio.** In: Conferência Ibero-Americana Computação Aplicada 2013 (CIACA 2013), Porto Alegre, 2013.

JÚNIOR, G. C. S. **Aplicações Sensíveis ao Contexto de Execução em Dispositivos Móveis.** In: Conferência Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2003.

KAYES, A.S.M.; HAN, J.; COLMAN, A.; ISLAM, M.S. **RelBOSS: A Relationship-Aware Access Control Framework for Software Services.** In: Springer Berlin Heidelberg, 2014.

KIM, H.; FEAMSTER, N. **Improving Network Management with Software Defined Networking.** In: IEEE Communications Magazine, 2013.

KIM, M.K.; KIM, S.D. **Inference-as-a-Service: A Situation Inference Service for Context-Aware Computing.** In: SMARTCOMP 2014, IEEE, 2014.

KINSLEY, H.; MCGUGAN, W. **Introdução ao Desenvolvimento de Jogos em Python com PyGame.** Novatec Editora Ltda, 1ª edição. Pág. 20. 2015.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** In: Technical Report EBSE-2007-01, Keele University, 2007.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews.** In: Keele, UK, Keele University, 2004.

KNAPPMAYER, M.; KIANI, S.L.; REETZ, E.S.; BAKER, N.; TONJES, R. **Survey of Context Provisioning Middleware.** In: IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, Vol.15, No.3, Third Quarter, 2013.

LEE, G. M.; CHOI J. K.; CHUNG T.; MONTGOMERY, D. **Standardization for ubiquitous**

networking in IPV6-based NGN. In: Innovations in NGN: Future Network and Services – K-INGN, 2008.

LEE, G.M.; CHOI, J.K.; CRESPI, N. **Object Identification for Ubiquitous Networking.** In: 11th International Conference on Advanced Communication Technology, ICAT 2009, 2009.

LEE, G.M.; KIM, J.Y. **Ubiquitous Networking Application: Energy Saving using Smart Objects in a Home.** In: International Conference on ICT Convergence (ICTC), 2012.

LEMA, J.C.; CRUZ, E.; CERQUEIRA, E. **Advanced Resource Provisioning in Context-Sensitive Converged Networks.** In: International Conference on Computing, Networking and Communications Workshop on Converged Networks, Technologies and Applications, IEEE, 2013.

LOPES, R.R.F. **Uma abordagem ciente de context e embasada por feedbacks para o gerenciamento de handovers em ambientes NGN.** In: USP – São Carlos, 2012.

LOUREIRO, A. A. F.; OLIVEIRA, R. A. R.; SILVA, T. R. M. B.; et al. **Computação Ubíqua Ciente de Contexto: Desafios e Tendências.** In: 27º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – Livro Texto dos Minicursos. 2009.

MAALOUL, S.; AFIF, M.; TABBANE, S. **A Vertical Handover Decision based Context Awareness Guaranteeing the User Perceived Quality of Service.** In: ACM, MobiWac'12, 2012, Paphos.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.; DUSTDAR, S. **Using quality of context to resolve conflicts in context-aware systems.** In: Proceedings of First International Conference on Quality of Context, pp. 144–155, 2009.

MATOS, R.; MARQUES, C.; SARGENTO, S.; HUMMEL, K.A.; MEYER, H. **Analytical modeling of context-based multi-virtual wireless mesh networks.** In: Elsevier, 2011a.

MATOS, R.; MARQUES, C.; SARGENTO, S. **Context-aware control of user-centric virtual networks: Centralized vs distributed approaches.** In: Elsevier, 2014.

MATOS, R.; SARGENTO, S.; HUMMEL, K.A.; HESS, A.; TUTSCHKU, K.; MEER, H. **Context-based wireless mesh networks: a case for network virtualization.** In: Published online - Springer Science+Business Media, LLC, 2011b.

MCKELLAR, J.; FETTIG, A. **Twisted Network Programming Essentials.** O'Reilly Media, 2ª edição. 2013.

MEER, S. V. D.; JENNINGS, B.; STRASSNER, J. C. **Managing Ubiquitous Networks – How do they do it?.** In: Second International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2010.

MENEZES, N. N. C. **Introdução à Programação com Python.** Novatec Editora Ltda, 1ª edição. Pág. 21. 2010.

- MOHREHKESH, S.; NADEEM, T.; WEIGLE, M.C. **Context-Aware Content Adaptation in Access Point**. In: ACM, UBICOMP'12, Pittsburgh, 2012.
- MORAES, M. C. **DIMI: um Disseminador *Multicast* de Informações para a Arquitetura ISAM**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa**. Universidade Católica de Brasília - UCB, 2003.
- MORIKAWA, H.; AOYAMA, T. **Realizing the Ubiquitous Network: the Internet and Beyond**. In: Telecommunication Systems, vol.25, Springer, 2004.
- NAQVI, N. Z.; PREUVENEERS, D.; BERBERS, Y.A. **Quality-Aware Federated Framework for Smart Mobile Applications in the Cloud**. In: 5th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2014), Elsevier, 2014.
- NAZÁRIO, D. C.; DANTAS M. A. R.; TODESCO J. L. **Um Monitor de Metadados de QoS e QoC para Plataformas de Middleware**. In: Sustainable Business International Journal (SBIJ), 2012.
- NAZÁRIO, D. C. **CUIDA – Um Modelo de Conhecimento de Qualidade de Contexto Aplicado aos Ambientes Ubíquos Internos em Domicílios Assistidos**. In: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.
- NAZÁRIO, D. C.; DANTAS, M. A. R.; TODESCO, J. L. **Ontologia de Contexto e Qualidade de Contexto**. In: 6º Seminário sobre Ontologia no Brasil, 2013, Belo Horizonte.
- NEISSE, R.; WEGDAM, M.; SINDEREN, M. **Trustworthiness and Quality of Context Information**. In: The 9th International Conference for Young Computer Scientist, p.1925-1931, IEEE, 2008.
- NETO, A. D. F. **Modelo para Predição de Ações e Inferência de Situações de Risco em Ambientes Sensíveis ao Contexto**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI). Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- NIMALASENA, A.; GETOV, V. **System Evolution for Unknown Context through Multiaction Evaluation**. In: 37th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops, IEEE, 2013.
- NUNES, F.B. **UVLE QoC: A Ubiquitous Virtual Learning Environmen twith Quality of Context**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI). Universidade Federal de Santa Maria, 2014.
- PAZ, L.F. **Acesso móvel às informações de saúde do paciente utilizando computação ubíqua**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Ciência da Computação. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2012.

PERERA, C.; ZASLAVSKY, A.; CHRISTEN, P.; GEORGAKOPOULOS, D. **Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey**. In: IEEE, 2014.

PERNAS, A.; GASPARINI, I.; OLIVEIRA, J. P. M.; PIMENTA, M. **Um ambiente EAD adaptativo considerando o contexto do usuário**. In: I Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva, 2009, Bento Gonçalves.

SAHA, D.; MUKHERJEE, A. **Pervasive Computing: a paradigm for the 21st Century**. In: IEEE Computer, 2003, New York.

SANTOS, P.M.P. **Internet das coisas: O desafio da privacidade**. In: Instituto Politécnico de Setúbal – Setúbal, 2016.

SELLAMI, L.; IDOUGHI, D.; BAADACHE, A. **Instrusions Detection System Based on Ubiquitous Network Nodes**. In: The Fourth International Conference on Advanced Communications and Computation, 2014.

SHARGABI, A.A.A.; SIEWE, F. **Resolving Context Conflicts Using Association Rules (RCCAR) to Improve Quality of Context-Aware Systems**. In: 8th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2013), 2013, Colombo, Sri Lanka.

SHAWKY, A.; OLSEN, R.; PEDERSEN, J.; SCHWEFEL, H. **Network aware dynamic context subscription management**. In: Computer Networks, 58(0):239-253, 2014.

SILVA, C.; DANTAS, M.A.R. **Quality-Aware Context Provider: A filtering approach to context-aware systems on ubiquitous environment**. In: IEEE 9th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), IEEE, 2013.

SILVA, E.; BOTELHO, L.; SANTOS, I.; SANCHEZ, G. **Computação Ubíqua – Definição e Exemplos**. In: Rev.de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, 2(1): 23-32, 2015.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. UFSC, 2005.

STRASSNER, J.; MEER, S. V.D.; JENNINGS, B.; LEON, M. P. **An autonomic architecture to manage ubiquitous computing networks and applications**. In Proc. of the International Conference on Ubiquitous and Future Networks, 2009.

SUN, G.; LIU, G.; LI, Y.; XIAO, C. **Context-aware Optimization on Medium Access Delay for High-density 802.11n Wi-Fi Network**. In: International Conference on Cyber-Enabled Distributed and Knowledge Discovery, IEEE, 2013.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. 4. ed. Editora Campos, 2003.

TURCATO, A. C.; FLAUZINO, R. A.; SESTITO, G. S.; DIAS, A. L.; BRANDÃO, D. **Ataque Denial of Service em Redes Profinet: Estudo de Caso**. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, XII SBAI, Natal-RN, 2015.

YAMIN, A.C. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionada às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes do Contexto da Computação Pervasiva.** In: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

YILMAZ, O.N.C.; WIJTING, C.; LUNDÉN, P.; HÄMÄLÄINEN, J. **Optimized Mobile Connectivity for Bandwidth-Hungry, Delay-Tolerant Cloud Services toward 5G.** In: 11th International Symposium on Wireless Communications Systems (ISWCS), IEEE, Barcelona, 2014.

YOKOYAMA, R.S. **Gerenciamento de handovers em next generation networks com agregação de contexto.**In: USP – São Carlos, 2009.

ZABBIX. **The Enterprise-class Monitoring Solution for Everyone.** Disponível em <<http://www.zabbix.com/>> Acesso em 19 de outubro de 2015.

ZEM-LOPES, A.M.; PEDRO, L.Z.; ISOTANI, S. **Qualidade de Softwares Educacionais Baseados na Web (Semântica): Um Mapeamento Sistemático.** XXIII Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação, 2014.