

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**UVLE<sup>QoC</sup>: A Ubiquitous Virtual Learning Environment  
with Quality of Context**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Felipe Becker Nunes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

# **UVLE<sup>QoC</sup>: A Ubiquitous Virtual Learning Environment with Quality of Context**

**Felipe Becker Nunes**

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

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roseclea Duarte Medina**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

Becker Nunes, Felipe

UVLEQoC: A Ubiquitous Virtual Learning Environment  
with Quality of Context / Felipe Becker Nunes. – 2014.  
173 p.; 30cm

Orientadora: Roseclea Duarte Medina  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Informática, RS, 2014

1. U-Learning 2. Contexto 3. Qualidade do Contexto 4.  
Moodle 5. Mobile I. Duarte Medina, Roseclea II. Título.

---

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Felipe Becker Nunes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: nunesfb@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Informática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**UVLE<sup>QoC</sup>: A UBIQUITOUS VIRTUAL LEARNING  
ENVIRONMENT WITH QUALITY OF CONTEXT**

elaborada por  
**Felipe Becker Nunes**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência da Computação**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
**Roseclea Duarte Medina, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)

  
**Iara Augustin, Dr<sup>a</sup>.** (UFPSM)

  
**Patrícia Augustin Jaques Maillard, PHD** (UNISINOS)

Santa Maria, 25 de Fevereiro de 2014.



Aos meus familiares e amigos... companheiros de todas as horas..



## AGRADECIMENTOS

Essa dissertação encerra um ciclo muito importante em minha vida, na qual gostaria de realizar meus sinceros agradecimentos à diversas pessoas que sempre me apoiaram e dedicaram um tempo de suas vidas para me ajudar a completar mais esta etapa. Primeiramente, agradeço a Deus por todas conquistas que já realizei e novas portas que se abriram durante esse período em que estive no mestrado, com certeza a sua benção ajudou para que tudo isso ocorresse de forma tão rápida e com tantas alegrias.

Os meus pais Paulo e Geni e meu irmão Alexandre que em toda minha vida se dedicaram e abriram mão de várias coisas para que eu sempre pudesse prosseguir com a minha caminhada e atingir meus objetivos. O incentivo dado por eles, a energia e cobrança fizeram com que eu me tornasse a pessoa que sou hoje e conseguisse em um período curto de tempo realizar tantos sonhos que mal acreditava atingi-los durante este estágio atual de minha vida.

Agradeço aos meus amigos e membros do GRECA que sempre me acolheram e fizeram com que me sentisse parte desta família, em especial ao Gleizer, cuja parceria e amizade está presente desde o início de nossa graduação, mestrado e continuará no doutorado, sempre se ajudando a realizar as tarefas; ao Fabrício (“Kbrito”) que entrou no segundo ano em que estava no mestrado e também se tornou um grande amigo e parceiro, sempre ajudando nos trabalhos; ao Érico (“o tata”), baita parceiro que desde a graduação até a seleção do doutorado sempre incentivou e ajudou muito; a Andreia (Speed), Rafaela e Camila que sempre foram muito amigas e ajudaram muito nas conquistas que obtivemos; ao Taciano, Giani e Victor (“escadas”) que ajudaram e sempre foram muito parceiros e amigos, inclusive para as festas e churrascos; a Sandra que também foi muito amiga e ajudou durante o período do mestrado e seleção do Doutorado; ao Jaziel (Jaza), um cara que tive o prazer de conhecer mesmo após ele já ter completado o mestrado no grupo, grande amigo e parceiro; ao Josmar pelas orientações no curso e parceria; ao Vinicius pelo grande trabalho realizado auxiliando no desenvolvimento do ambiente, assim como o Ricardo também, meu agradecimento por terem se dedicado e a conquista é de vocês também. Desta forma, agradeço à todos pelos momentos inesquecíveis, viagens, alegrias e tristezas das quais compartilhamos, vou sempre guardar com muito carinho esta etapa de minha vida e que venham as próximas com a companhia de vocês.



A minha orientadora Rose, que teve um papel fundamental para que este trabalho fosse concluído, uma pessoa muito especial que trata todos seus orientandos de uma forma muito respeitosa, amigável e sempre com aquela alegria, você é como uma “mãezona” para nós, os seus “pintos”. Muito obrigado por tudo e que novas alegrias venham para nós!

Meus amigos que sempre estiveram presentes em minha vida, mesmo à distância, o apoio, parceria e incentivo são essenciais para que continuasse trabalhando firme para a realização desta conquista. O meu agradecimento à todos que viram esta jornada iniciar e agora chega ao fim com grandes alegrias.

Minha gratidão aos professores, por todo esforço realizado para dividirem suas sabedorias nessa caminhada rumo ao aprendizado, em especial à professora Patrícia, Iara, Giliane e Giovani, que compõem a comissão examinadora e também contribuíram na prévia deste trabalho; A UFSM pela oportunidade do estudo gratuito e de qualidade;

Vocês todos fazem parte desta conquista e novamente o meu agradecimento eterno por tudo!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Universidade Federal de Santa Maria

### UVLE<sup>QoC</sup>: A UBIQUITOUS VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT WITH QUALITY OF CONTEXT

AUTOR: FELIPE BECKER NUNES

ORIENTADORA: ROSECLEA DUARTE MEDINA

Local da Defesa e Data: Santa Maria, 25 de Fevereiro de 2014.

Os ambientes *U-Learning* buscam coletar informações referentes às preferências e necessidades dos usuários para formular o seu contexto e realizar adaptações no seu conteúdo e *interface* para se adequar ao perfil do usuário, visto que em AVAs tradicionais, como o Moodle, este perfil dificilmente é considerado. Agregado a isto, as informações de contexto que são coletadas têm como característica serem muito voláteis, o que aumenta a probabilidade de existirem inconsistências e imprecisões. Com base nisso, a Qualidade do Contexto busca tratar estas informações, com a aplicação de parâmetros de qualidade que objetivam criar maiores garantias de que as informações de contexto reflitam a situação momentânea do usuário. Essa dissertação apresenta um ambiente virtual de aprendizagem ubíquo, no qual foram desenvolvidos três módulos e integrados ao Moodle, que foi utilizado como base para o desenvolvimento deste trabalho. São aplicados parâmetros e métricas de Qualidade do Contexto sobre as informações coletadas no ambiente, de forma que possam ser criadas maiores garantias para que o contexto formulado no ambiente esteja adequado às preferências e necessidades do usuário. As adaptações no ambiente são realizadas utilizando a Hipermissão Adaptativa, sendo que os tipos de informações coletadas são o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão, que são capturados por meio dos módulos SEDECA 2.0 e U-SEA 2.0, respectivamente e que também sofreram uma reestruturação em seu modo de operação. Além disso, um módulo provê a adaptação automática da *interface* para o uso do ambiente em dispositivos móveis. Como resultados, os testes de *Software* e com usuários demonstraram que o ambiente UVLE<sup>QoC</sup> operou de forma satisfatória, tendo como base as avaliações feitas pelo grupo de pessoas que testou os módulos e seu funcionamento. Os questionários aplicados do SUS e sobre os módulos desenvolvidos, que contou com a sua validação por meio da técnica de Alfa de Cronbach, apresentaram resultados dentro de uma escala considerada como boa, o que reproduz a completude dos objetivos propostos neste trabalho, mesmo que algumas limitações e dificuldades tenham sido identificados durante o desenvolvimento.

**Palavras-chave:** *U-Learning*. Contexto. Qualidade do Contexto. Moodle.  
Mobile.



# ABSTRACT

Master's Dissertation  
Post-Graduation Program in Informatics  
Federal University of Santa Maria

## UVLE<sup>QoC</sup>: A UBIQUITOUS VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT WITH QUALITY OF CONTEXT

AUTHOR: FELIPE BECKER NUNES

ADVISOR: ROSECLEA DUARTE MEDINA

Defence Place and Date: Santa Maria, February 25, 2014.

*U -Learning environments seek to collect information about users' preferences and needs to formulate its context and make adjustments to their content and interface to suit the user's profile, whereas in traditional VLEs, such as Moodle, this profile is hardly considered. Added to this, context information that are collected are characterized by being very volatile, which increases the probability that there are inconsistencies and inaccuracies. Based on this, the Quality of Context aims to treat this information with the application of quality standards that aim to create greater assurance that the context information reflects the momentary situation of the user. This paper presents a ubiquitous virtual learning environment, in which was developed three modules and integrated with Moodle, which was used as the basis for the development of this work. Parameters and metrics for Quality of Context are applied on the information collected in the environment, so that greater assurance can be created so that the context made the environment is appropriate to the preferences and needs of the user. Adaptations to the environment are performed using the Adaptive Hypermedia, and the types of information collected are cognitive user profile and your connection speed, which are captured through SEDECA 2.0 and U -SEA 2.0, respectively modules and that also suffered a restructuring in its mode of operation. Moreover, an automatic adaptation module provides the interface to the environment of use on mobile devices. As a result, testing software and users have shown that the environment UVLEQoC operated satisfactorily, based on the assessments made by the group of people who tested the modules and their operation. The questionnaire on the SUS and the developed modules, which included the validation of the technique through Cronbach's alpha, showed results within a range considered good, which reproduces the completion of the objectives proposed in this work, even if some difficulties and problems have been identified during development.*

**Keywords:** *U-Learning*. Context. Quality of Context. Moodle. Mobile.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplos de tipos de contexto .....	38
Figura 2 – Ciclo de funcionamento de um ambiente sensível ao contexto .....	40
Figura 3 – Relações entre QoC, QoS e QoD .....	47
Figura 4 – Sistema de Hiperídia Adaptativa .....	53
Figura 5 – <i>Interface</i> do MLE-Moodle.....	59
Figura 6 – <i>Interface</i> do Moodle Mobile.....	60
Figura 7 – <i>Interface</i> do Bootstrap Theme .....	61
Figura 8 – Estrutura básica de HA no UVLE <sup>QoC</sup> .....	84
Figura 9 – Parâmetros de QoC e sua aplicação no UVLE <sup>QoC</sup> .....	94
Figura 10 – Seleção do tema Bootstrap.....	96
Figura 11 – Modelo ER UVLE <sup>QoC</sup> .....	97
Figura 12 – Arquitetura do UVLE <sup>QoC</sup> .....	100
Figura 13 – Diagrama de Atividades UVLE <sup>QoC</sup> .....	101
Figura 14 – Diagrama de caso de uso do UVLE <sup>QoC</sup> .....	106
Figura 15 – Questionário SEDECA 2.0 no UVLE <sup>QoC</sup> .....	107
Figura 16 – Tela inicial do UVLE <sup>QoC</sup> .....	108
Figura 17 – Tela inicial da disciplina com as informações de contexto.....	108
Figura 18 – Disciplina sem adaptações no UVLE <sup>QoC</sup> .....	109
Figura 19 – Disciplina com adaptações no UVLE <sup>QoC</sup> .....	109
Figura 20 – Adaptação do UVLE <sup>QoC</sup> com o tema Bootstrap.....	110
Figura 21 – Acesso ao ambiente utilizando um <i>Tablet</i> .....	111
Figura 22 – Página modificada para inserir arquivos adaptados.....	111
Figura 23 – Dados sobre o estilo cognitivo de cada usuário .....	115
Figura 24 – Adaptação dos materiais com os módulos SEDECA e U-SEA.....	116
Figura 25 – Gráfico das velocidades coletadas .....	119
Figura 26 – Firebug e os dados obtidos ao acessar a disciplina .....	122
Figura 27 – Histórico de velocidades dos usuários no banco do Moodle .....	124
Figura 28 – Tela inicial do Moodle com o tema Bootstrap.....	125
Figura 29 – Questionário SEDECA acessado via <i>Smartphone</i> .....	126
Figura 30 – Página inicial da disciplina com as informações de contexto .....	126
Figura 31 – Materiais não adaptados na disciplina .....	127
Figura 32 – Escala adjetiva de classificação do SUS .....	130
Figura 33 – Resultado final do SUS.....	131
Figura 34 – Respostas dos usuários para o questionário sobre os módulos .....	133
Figura 35 – Fórmula Alfa de Cronbach .....	136
Figura 36 – Intervalos de classificação do Alfa de Cronbach.....	137
Figura 37 – Resultados dos cálculos do Alfa de Cronbach.....	137



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de paradigmas de aprendizagem.....	34
Tabela 2 – Técnicas de adaptação .....	56
Tabela 3 – Métodos de Adaptação .....	57
Tabela 4 - Quadro comparativo de ambientes <i>U-Learning</i> .....	70
Tabela 5 – Especificações dos dispositivos utilizados nos testes.....	78
Tabela 6 – Modificações realizadas no U-SEA e SEDECA .....	82
Tabela 7 – Dados do teste de unidade realizado no SEDECA 2.0 .....	114
Tabela 8 – Dados dos testes de velocidade no ambiente e com o RJNET .....	118
Tabela 9 – Dados obtidos com o uso do Firebug .....	121





## **LISTA DE APÊNDICES**

<b>Apêndice A – Casos de testes das unidades.....</b>	<b>158</b>
<b>Apêndice B – Caso de testes de integração.....</b>	<b>160</b>
<b>Apêndice C – Questionário de avaliação dos módulos do UVLE<sup>QoC</sup> .....</b>	<b>161</b>



## **LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo A – Questionário SEDECA.....</b>	<b>166</b>
<b>Anexo B – Questionário SUS.....</b>	<b>170</b>



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
U-Learning	Ubiquitous Learning
HA	Hipermídia Adaptativa
QoC	Qualidade do Contexto
GRECA	Grupo de Redes de Computadores e Computação Aplicada
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UVLEQoC	Ubiquitous Virtual Learning Environment with Quality of Context
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
M-Learning	Mobile Learning
E-Learning	Education Learning
QoS	Qualidade de serviço
QoD	Qualidade do Dispositivo
EaD	Educação à Distância
CSS	Cascading Style Sheets
UML	Unified Modeling Language
SHA	Sistema Hipermídia Adaptativo
SUS	System Usability Scale
ER	Entidade-Relacionamento
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	27
<b>1.1. Motivação</b> .....	28
<b>1.2. Problema de Pesquisa</b> .....	30
<b>1.3. Hipótese</b> .....	30
<b>1.4. Objetivos</b> .....	30
<b>1.5. Organização da dissertação</b> .....	31
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	33
<b>2.1. U-Learning</b> .....	33
<b>2.2. Contexto</b> .....	36
2.2.1. Contexto do usuário .....	41
2.2.2. Contexto computacional .....	42
<b>2.3. Qualidade do Contexto</b> .....	44
2.3.1. Parâmetros de QoC descartados .....	49
<b>2.4. Hipermídia Adaptativa</b> .....	52
2.4.1. Modelo do usuário, modelo de domínio e mecanismo de adaptação .....	54
2.4.2. Navegação Adaptativa e Apresentação Adaptativa .....	55
<b>2.5. Adaptação para dispositivos móveis</b> .....	58
2.5.1. MLE-Moodle .....	58
2.5.2. Moodle Mobile .....	59
2.5.3. Bootstrap Theme .....	60
<b>2.6. Teste de Software</b> .....	61
2.6.1. Níveis de Teste de Software .....	62
2.6.2. Técnicas de Teste de Software .....	63
<b>2.7. Trabalhos Relacionados</b> .....	65
2.7.1. Trabalhos na área de QoC .....	65
2.7.2. Ambientes adaptativos .....	67
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	73
<b>3.1. Etapas da pesquisa</b> .....	73
3.1.1. Verificação dos ambientes U-SEA e SEDECA .....	73
3.1.2. Definição de técnicas de HA .....	74
3.1.3. Estudo de tecnologias para adaptação móvel do AVA .....	74
3.1.4. Análise e seleção dos parâmetros de QoC .....	74



3.1.5.	Modelagem e desenvolvimento do UVLE <sup>QoC</sup> .....	75
3.1.6.	Avaliação do UVLE <sup>QoC</sup> .....	75
<b>4.</b>	<b>UVLE<sup>QoC</sup></b> .....	<b>79</b>
<b>4.1.</b>	<b>U-SEA 1.0</b> .....	<b>79</b>
<b>4.2.</b>	<b>SEDECA 1.0</b> .....	<b>80</b>
4.2.1.	Evolução para as versões 2.0 do U-SEA e SEDECA e integração dos módulos .....	82
<b>4.3.</b>	<b>Adaptação do UVLE<sup>QoC</sup> utilizando Hipermídia Adaptativa</b> .....	<b>83</b>
<b>4.4.</b>	<b>Parâmetros de QoC selecionados</b> .....	<b>85</b>
4.4.1.	Atualidade das Informações ( <i>Up-to-dateness</i> ) .....	86
4.4.2.	Completude ( <i>Completeness</i> ).....	88
4.4.3.	Permissão de acesso ( <i>Access Right</i> ) .....	88
4.4.4.	Tempo de vida ( <i>Freshness</i> ) .....	89
4.4.5.	Cobertura ( <i>Coverage</i> ).....	90
4.4.6.	Repetibilidade ( <i>Repeatability</i> ).....	90
4.4.7.	Frequência ( <i>Frequency</i> ).....	91
4.4.8.	Precisão ( <i>Precision</i> ).....	91
4.4.9.	Probabilidade de correção ( <i>Probability of Correcteness</i> ).....	92
4.4.10.	Atraso ( <i>Delay Time</i> ) .....	92
4.4.11.	Representação de consistência ( <i>Representation Consistency</i> ).....	93
4.4.12.	Prioridade ( <i>Priority</i> ).....	93
4.4.13.	Síntese dos parâmetros de QoC utilizados no UVLE <sup>QoC</sup> .....	94
<b>4.5.</b>	<b>Adaptação do Moodle para dispositivos móveis</b> .....	<b>95</b>
<b>4.6.</b>	<b>Implementação do UVLE<sup>QoC</sup></b> .....	<b>96</b>
4.6.1.	Modelo ER.....	97
4.6.2.	Modo de funcionamento do UVLE <sup>QoC</sup> .....	99
<b>4.7.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>106</b>
<b>5.</b>	<b>AVALIAÇÃO DO UVLE<sup>QoC</sup></b> .....	<b>113</b>
<b>5.1.</b>	<b>Teste de <i>Software</i> no UVLE<sup>QoC</sup></b> .....	<b>113</b>
5.1.1.	Teste de Unidade .....	113
<b>5.1.2.</b>	<b>Teste de Integração no UVLE<sup>QoC</sup></b> .....	<b>125</b>
<b>5.2.</b>	<b>Avaliação do UVLE<sup>QoC</sup> com usuários</b> .....	<b>128</b>
<b>5.2.1.</b>	<b>Resultados sobre o Questionário SUS</b> .....	<b>129</b>
<b>5.2.2.</b>	<b>Resultados sobre o Questionário dos Módulos</b> .....	<b>132</b>
<b>5.2.3.</b>	<b>Avaliação dos questionários utilizando o Alfa de Cronbach</b> .....	<b>136</b>

5.3. Discussão geral dos resultados no UVLE <sup>QoC</sup> .....	138
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	139
6.1. Resumo do trabalho .....	139
6.2. Contribuições do trabalho .....	140
6.3. Dificuldades e limitações encontradas .....	142
6.4. Trabalhos futuros .....	143
6.5. Considerações finais .....	145
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	147
<b>APÊNDICE</b> .....	157
<b>ANEXOS</b> .....	165



# 1. INTRODUÇÃO

Com a evolução dos recursos tecnológicos no decorrer dos anos, novos métodos e paradigmas têm sido desenvolvidos e adaptados para suprir as necessidades dos usuários, de forma a facilitar sua interação com as aplicações. A Computação Ubíqua é um exemplo de área emergente, que segundo Sakamura e Koshizuka (2005), pode ser considerada como uma nova tendência das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

A definição proposta no trabalho de Weiser (1991) aborda que a Computação Ubíqua permite que as pessoas e o ambiente, com a combinação de várias tecnologias computacionais, realizem a troca de informações e serviços a qualquer hora e em qualquer lugar. A utilização desta tecnologia em diversas áreas objetiva facilitar a interação do usuário com as aplicações computacionais, como pode ser visto na área educacional, com a introdução do *Ubiquitous Learning (U-Learning)*.

Conforme Yahya et al. (2010), o *U-Learning* é um paradigma de aprendizagem que está localizado em ambientes computacionais ubíquos que permitem aprender corretamente, no lugar e tempo correto, assim como na direção certa. Os ambientes de *U-Learning* trabalham com adaptações na forma de apresentação dos seus conteúdos e recursos, assim como conforme as preferências e necessidades de cada usuário, de forma a prover para este todas as características citadas em sua definição.

Um aspecto que deve ser ressaltado é que existem outras técnicas que realizam estas adaptações, como a Hiperídia Adaptativa (HA), mas que no caso do *U-Learning*, as modificações executadas no ambiente são realizadas em tempo real e de forma dinâmica, sendo somente uma das características presentes neste paradigma, que envolve também o aprendizado de maneira correta em qualquer lugar e a qualquer momento. Já a Hiperídia Adaptativa está relacionada às adaptações dos conteúdos e *interface*, não sendo necessariamente obrigatória a presença destas demais características indispensáveis para o *U-Learning*. Além disso, a HA pode ser utilizada para realizar adaptações em um ambiente de *U-Learning*, como é o caso deste trabalho.

Com relação à área de *U-Learning*, ainda existem diversos aspectos envolvendo a projeção desses tipos de ambientes que precisam ser definidos, e, como as aplicações agregadas a eles irão funcionar. Um destes aspectos está relacionado às informações de contexto, que segundo Dey (2001) podem ser definidas como qualquer informação que possa

ser usada para caracterizar a situação de entidades que sejam consideradas relevantes para a interação entre um usuário e uma aplicação.

O contexto pode ser construído a partir de diferentes tipos de informações, como a velocidade da conexão de rede, localização, preferências dos usuários, entre outros. Quanto ao uso destes tipos de informações, Santos (2006) aborda em seu trabalho que as informações contextuais possuem uma alta probabilidade de imperfeição ou inconsistência, provocada por imprecisões na aquisição e manutenção do contexto.

A subárea de Qualidade do Contexto (QoC) busca tratar essa questão, que conforme Buchholz et al. (2003) engloba qualquer dado que descreva a qualidade da informação que é utilizada como informação de contexto. Assim, a QoC busca auxiliar para que o resultado final apresentado para os usuários seja válido e contribua significativamente para as suas necessidades, proporcionando um contexto apropriado à sua situação.

Esta dissertação é continuidade de pesquisas realizadas pelo Grupo de Redes de Computadores e Computação Aplicada (GRECA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), nos trabalhos de Mozzaquatro (2010) e Piovesan (2011). A pesquisa desenvolvida neste trabalho apresenta um ambiente virtual de aprendizagem ubíquo, no qual foram desenvolvidos três módulos e integrados ao ambiente Moodle, que foi utilizado como base para o desenvolvimento deste trabalho.

São aplicados parâmetros e métricas de QoC sobre as informações coletadas no ambiente, de forma que possam ser criadas maiores garantias para que o contexto formulado no ambiente esteja adequado às preferências e necessidades do usuário. As adaptações no ambiente são realizadas utilizando a Hipermídia Adaptativa, sendo que os tipos de informações coletadas são o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão, que são capturados por meio dos módulos SEDECA e U-SEA, respectivamente. Além disso, um quarto módulo provê a adaptação automática da *interface* para o uso do ambiente em dispositivos móveis.

O ambiente desenvolvido foi denominado de *Ubiquitous Virtual Learning Environment with Quality of Context* (UVLE<sup>QoC</sup>), sendo a sua tradução realizada para um Ambiente Virtual de Aprendizagem Ubíquo com Qualidade do Contexto (UVLE<sup>QoC</sup>).

## 1.1. Motivação

Considerando as *interfaces* de aprendizagem, Gasparini (2002) aborda que um dos problemas comuns nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) é a limitação presente e

interligada a um conjunto de páginas de hiperdocumentos estáticos, nos quais não são exploradas de forma construtiva todas as funcionalidades e características das aplicações hiperfídia. Ainda segundo Lima et al. (2005), agregado a esta dificuldade está a forma como os estudantes são tratados, para os quais são definidos os mesmos perfis, metas e conhecimentos.

Assim, os autores consideram que ambientes deste gênero não atendem as particularidades de cada estudante, com *interfaces* pouco intuitivas e relativamente complexas, dificultando a interação e conseqüentemente elevando a sobrecarga cognitiva de seus usuários. Considerando isso, pesquisadores têm trabalhado no desenvolvimento de ambientes educacionais adaptativos, como pode ser visto em Piovesan (2011), Mozzaquatro (2010), Oliveira et al. (2003) e Marques (2006), nos quais são aplicadas técnicas como a Hiperfídia Adaptativa e Sensibilidade ao Contexto, para realizar modificações na *interface* e recursos apresentados ao usuário.

O desenvolvimento de aplicações educacionais ubíquas, que buscam aprimorar e facilitar a interação dos usuários com os ambientes, adaptando seu conteúdo, ferramentas e *interface*, fez com que novos desafios fossem identificados. Um destes, segundo Kim e Lee (2006) é a sensibilidade de contexto, que busca a confiabilidade do mesmo durante a interação, isto é, a qualidade deve ser assegurada. A sensibilidade do contexto busca capturar a situação momentânea do usuário e com base nisso, realizar da melhor maneira possível e com qualidade, as modificações no sistema para facilitar a interação do usuário com o mesmo.

Porém, segundo Manzoor et al. (2008), os sistemas sensíveis ao contexto não estão realizando um esforço suficiente para utilizar as informações de Qualidade do Contexto de forma a aprimorar o seu desempenho. Assim, a sua interação com o ambiente para a realização das atividades torna-se mais custosa e podem ocorrer desgastes e rejeição do usuário quanto ao uso do ambiente, devido a sua insatisfação e dificuldade de utilização.

As dificuldades e a insatisfação na utilização do sistema podem ser geradas por diversos fatores, como a adaptação imprecisa do ambiente ao contexto do usuário, apresentando tipos de materiais e ferramentas que não estão de acordo com suas preferências. Além disso, o uso do ambiente pode se tornar oneroso devido às dificuldades em carregar páginas da disciplina, arquivos e vídeos, e, apresentação de uma *interface* inadequada com o tipo de dispositivo do usuário.

Considerando que as informações de contexto têm uma característica inata de imperfeição, sua qualidade é altamente influenciada pela maneira como ela é adquirida em ambientes de computação pervasiva (Castro e Munz, 2000; Bunningen et al., 2005). Desta

forma, a análise dos atributos de QoC deve ser realizada para aprimorar o processo de adaptação do ambiente, gerando maiores garantias de que o contexto formulado reflita a situação momentânea do objeto ou pessoa.

O tratamento da *interface* apresentada pelo ambiente ao usuário também se configurou como uma questão que necessitava ser resolvida, de forma que a visualização do ambiente em dispositivos móveis pelo usuário fosse adequada ao seu tipo de dispositivo e tamanho de tela. Por fim, outro fator motivacional para a realização deste trabalho foi que, devido as atualizações efetuadas no ambiente Moodle para as versões 2.X em diante, onde as estruturas de tabelas e funções sofreram alterações significativas, os trabalhos elaborados por Mozzaquatro (2010) e Piovesan (2011) tornaram-se desatualizados, impedindo a utilização nas versões mais recentes deste ambiente.

## **1.2. Problema de Pesquisa**

Perante a grande volatilidade existente nas informações que formulam o contexto dos usuários, aliado a evolução das tecnologias envolvidas no desenvolvimento dos trabalhos SEDECA e U-SEA, impossibilitando a sua utilização em versões 2.X em diante, este trabalho objetivou resolver o seguinte problema de pesquisa:

Como tratar as informações de contexto providas pelos módulos U-SEA e SEDECA em um ambiente Moodle adaptativo, com o uso de Qualidade do Contexto?

## **1.3. Hipótese**

Por meio da inserção de parâmetros de qualidade em um ambiente Moodle adaptativo, é possível realizar o tratamento do contexto que é provido pelos módulos U-SEA e SEDECA.

## **1.4. Objetivos**

O presente trabalho tem por objetivo geral desenvolver um módulo para realizar o tratamento da Qualidade do Contexto que é coletado em um AVA adaptativo. Para atingir o objetivo proposto, também será necessário:

- analisar os parâmetros de QoC;
- definir os parâmetros de QoC que estão correlacionados com os tipos de informações de contexto coletadas no AVA adaptativo;

- elaborar indicadores e regras para verificação dos parâmetros de QoC;
- integrar os ambientes SEDECA e U-SEA ao AVA Moodle 2.5.1;
- definir os recursos adicionais e adaptações a serem realizadas no novo ambiente com relação aos dois ambientes integrados;
- definir as técnicas de Hipermissão Adaptativa a serem utilizadas para a adaptação dos recursos e conteúdos no ambiente;
- definir as tecnologias e ferramentas a serem utilizadas para a adaptação do ambiente em dispositivos móveis;
- modelar e desenvolver as adaptações propostas no ambiente Moodle;
- avaliar os parâmetros de QoC selecionados por meio da utilização de casos de testes no ambiente;
- avaliar o ambiente com um grupo de usuários que já tenham utilizado o ambiente Moodle com frequência.

## **1.5. Organização da dissertação**

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: no capítulo dois são explanados os conceitos de Hipermissão Adaptativa, *U-Learning*, Contexto (perfil cognitivo e tecnológico), Qualidade do Contexto e os trabalhos correlacionados de QoC e ambientes adaptativos; no capítulo três está a metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho; no capítulo quatro é apresentado o desenvolvimento do ambiente, descrevendo os módulos U-SEA e SEDECA, a adaptação utilizada para dispositivos móveis, a técnica e método de Hipermissão Adaptativa, os parâmetros pesquisados, a seleção destes e das regras para calculá-los, assim como a modelagem do ambiente; no capítulo cinco são apresentados os resultados obtidos com os cenários de teste e com os testes com usuários, no qual é realizada uma discussão acerca destes; por fim, no capítulo seis estão as considerações finais e os trabalhos futuros.





## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção abrange a área de *U-Learning*, na qual é detalhado o seu propósito, características e exemplos de aplicações; a área de contexto, englobando conceitos, propriedades e tipos de contexto existentes, sendo explicados os conceitos de perfil do usuário e computacional; e a subárea de Qualidade do Contexto é explanada de forma minuciosa, abordando os problemas existentes com as informações de contexto, possíveis soluções e parâmetros de qualidade.

Além disso, a área de Hiperídia Adaptativa é demonstrada e conceituada nesta seção, explicando as diferentes técnicas e métodos existentes para adaptação, assim como os trabalhos relacionados na subárea de Qualidade do Contexto e também na área de *U-Learning* são apresentados com o intuito de fornecer o seu estado da arte.

### 2.1. *U-Learning*

Com a evolução tecnológica dos equipamentos, bem como das técnicas e métodos aplicados no desenvolvimento de aplicações computacionais, especificamente voltadas para a área educacional, diferentes ambientes tem sido desenvolvidos com o propósito de auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes. O *U-Learning* pode ser caracterizado como uma nova tecnologia que permite às pessoas utilizar enormes quantidades e vários tipos de "objetos funcionais" a qualquer hora e em qualquer lugar através de conexões de rede (Rodríguez e Favela, 2003).

Em estudo mais aprofundado sobre a definição deste termo, Yahya et al. (2010) cunharam um novo conceito com base nas pesquisas realizadas, no qual o *U-Learning* é um paradigma de aprendizagem que está localizado em ambientes computacionais ubíquos que permitem aprender corretamente, no lugar e tempo correto, assim como na direção certa. Os termos aprender corretamente e na direção certa são justificados pelos autores em função de que o *U-Learning* tem como propósito auxiliar os educandos a obterem a informação exata que eles estão necessitando ou procurando em um momento adequado, como a apresentação de um material de acordo com o seu perfil quando ele necessita realizar uma atividade.

O *U-Learning* tem como suporte a tecnologia empregada na Computação Ubíqua, cuja evolução acelerou devido ao aprimoramento das capacidades de comunicação sem fio,

aumento da capacidade computacional, otimização do uso de bateria e a introdução de arquiteturas de *Software* flexíveis (Ogata e Yano, 2004). Diferentemente de outros paradigmas existentes, como o *Mobile Learning (M-Learning)* e *Education Learning (E-Learning)*, o *U-Learning* destaca-se por ter como principal papel a construção de um ambiente de aprendizagem ubíquo, que possibilita qualquer indivíduo aprender em qualquer lugar e em qualquer momento, o conteúdo correto (Yahya et al. (2010)).

Na Tabela 1, é possível visualizar um comparativo entre os três paradigmas citados anteriormente, destacando suas diferenças.

Tabela 1 – Comparativo de paradigmas de aprendizagem

<b>Crítérios /Paradigmas</b>	<b><i>U-Learning</i></b>	<b><i>M-Learning</i></b>	<b><i>E-Learning</i></b>
<b>Conceito</b>	Aprender a coisa certa no lugar e tempo certo de uma maneira correta.	Aprender no lugar e tempo correto.	Aprender no momento correto.
<b>Permanência</b>	Educandos nunca perdem seus trabalhos.	Educandos podem perder seus trabalhos.	Educandos têm grandes chances de perder seus trabalhos.
<b>Acessibilidade</b>	O sistema é acessado pelas tecnologias computacionais ubíquas.	O sistema é acessado pela rede <i>Wireless</i> com dispositivos móveis.	O sistema é acessado via rede com fio.
<b>Imediato</b>	Educandos tem a informação de forma imediata.	Educandos tem a informação de forma imediata em ambientes fixos com dispositivos móveis fixos.	Educandos não tem a informação de forma imediata.
<b>Interatividade</b>	Educandos interagem com colegas e professores por meio do ambiente de <i>U-Learning</i> .	Alunos interagem com colegas e professores por meio de ambientes específicos.	A interação dos educandos é limitada.
<b>Sensibilidade ao Contexto</b>	O sistema se adapta ao educando por meio de dados do banco ou de sensores.	O sistema se adapta ao educando por meio de dados do banco de dados.	O sistema não se adapta ao educando.

Fonte: Adaptado de Yahya et al. (2010)

Com base no quadro comparativo é possível analisar que umas das diferenças que se destacam no *U-Learning* em relação aos demais paradigmas é a sensibilidade ao contexto, em que o uso de sensores fornece maiores subsídios para a realização das adaptações no ambiente de acordo com suas necessidades e preferências. Os demais requisitos descritos também ressaltam as vantagens existentes no uso deste tipo de paradigma quando comparado com o *M-Learning* e *E-Learning*, como a maior possibilidade de garantias na segurança das atividades realizadas que utilizam sensores físicos e virtuais, visto que em situações reais nas quais podem ocorrer mudanças no dispositivo ou deslocamentos do usuário, pode haver uma perda de conexão com o ambiente e impedir a continuidade das atividades ou prover uma adaptação inadequada à sua situação momentânea.

Segundo Gasparini et al. (2004), muitos ambientes virtuais de aprendizagem não passam de um repositório estático de conteúdo, com os mesmos materiais, estruturas e apresentação para todos os alunos. As adaptações propostas em um ambiente *U-Learning* têm feito com que ocorram modificações na estrutura de funcionamento do cenário tradicional adotado para a apresentação de conteúdos e a realização de tarefas em ambientes de aprendizagem.

A partir de uma combinação de ideias coletadas de diferentes autores, Yahya et al. (2010) apresentaram cinco características do *U-Learning*:

- Permanência: a informação permanece, a não ser que o estudante deseje retirá-la;
- Acessibilidade: a informação está sempre disponível para quando o usuário desejar utilizá-la;
- Imediato: a informação pode ser recuperada imediatamente pelos estudantes;
- Interatividade: os estudantes podem interagir com os colegas e professores com eficiência e eficácia através de diferentes meios;
- Sensibilidade ao contexto: o ambiente pode se adaptar a situações reais dos estudantes, a fim de prover adequadamente informações.

Tais características presentes em ambientes deste gênero permitem que os estudantes se sintam ativamente no controle da progressão da sua aprendizagem, visto que o uso em qualquer lugar e no momento desejado possibilita que isto ocorra sem interrupções por parte de situações externas, como a troca de um tipo de rede para outra, deslocamento de uma sala ou prédio para um local distante, dentre outros aspectos. É importante ressaltar que embora o

aprendizado neste tipo de ambiente permita esse controle por parte do estudante, as limitações e prazos na realização de suas atividades devem ser respeitados.

O uso destes ambientes de forma personalizada pelos usuários necessita ser cuidadosamente tratado, visto que a incorreta formulação do contexto do usuário, indisponibilidade de materiais do gênero estimado pelos estudantes, assim como a apresentação do conteúdo de forma equivocada, pode prejudicar a sua interação entre estes elementos. Sampson et al. (2002) afirma que a personalização é um fator chave na criação de materiais de aprendizagem no modelo *U-Learning*, e, deve se adaptar continuamente ao modelo de usuário de forma a propiciar uma aprendizagem personalizada e adaptativa eficiente.

Como exemplos de ambientes *U-Learning* que têm sido desenvolvidos juntamente a comunidade acadêmica é possível citar os trabalhos de Oliveira et al. (2003), Li et al. (2005), Yang (2006), Pernas et al. (2009), Mozzaquatro (2010), Piovesan (2011) e Quinta e Lucena (2012). Todas estas pesquisas têm envolvido o contexto do usuário, assim como abordado as demais características necessárias para que os ambientes se configurem como *U-Learning*.

Dado o cenário abordado neste trabalho, o estudo acerca da área de *U-Learning* também serviu como embasamento para o desenvolvimento do ambiente, no qual se buscou acoplar as características e objetivos presentes no paradigma *U-Learning*, conforme apresentado nesta seção. Na próxima seção são explanados conceitos envolvendo a área de contexto, visto que é um dos principais aspectos envolvidos no paradigma no *U-Learning*.

## 2.2. Contexto

Dentre as áreas de pesquisa englobadas no âmbito do *U-Learning*, está a computação ciente do contexto, que se caracteriza por ser um tópico de pesquisa relativamente recente, no qual diversos tipos de aplicações computacionais tem sido desenvolvidos para diferentes áreas de domínio. Conforme Knappmeyer et al. (2013), a área de contexto pode ser considerada como um campo interdisciplinar de pesquisas, envolvendo Inteligência Artificial, mobilidade, interação homem-máquina, dentre outros, nos quais diversas pesquisas têm sido realizadas para superar os desafios existentes.

Loureiro et al. (2009) afirma que:

“o propósito da computação ciente de contexto, de forma geral, é elaborar uma maneira de coletar para dispositivos computacionais, entradas capazes de refletir as condições atuais do usuário, do ambiente no qual o mesmo se encontra e do próprio

dispositivo computacional utilizado, considerando tanto suas características de *Hardware*, como também de *Software* e de comunicação. Tais entradas são os chamados contextos.”

A definição formulada para o termo contexto tem sido discutida por diferentes pesquisadores desta área, na qual o conceito que tem sido amplamente utilizado pela comunidade acadêmica é o cunhado por Dey (2001), que define contexto como qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de entidades que sejam consideradas relevantes para a interação entre um usuário e uma aplicação. Demais autores também discutiram esta definição e propuseram diferentes visões acerca deste termo.

Knappmeyer et al. (2013) entendem que contexto é qualquer informação que provê conhecimento e características sobre uma entidade (usuário, aplicação/serviço, dispositivo ou lugares inteligentes), que é relevante para a interação entre as próprias entidades e com o mundo digital. Enquanto que em uma abordagem mais delimitada, Sheikh et al. (2007) definem o termo como informações que descrevem a situação de um ser humano de forma direta ou indiretamente.

As informações de contexto podem possuir diferentes tipos de classificação, conforme vem sendo discutido por diversos autores envolvidos nesta área de pesquisa, como em Henricksen et al. (2002). Já de acordo com Chen e Kotz (2000), Bellavista et al. (2012) e Nazário et al. (2012), contexto é um espaço dimensional composto de quatro partes, sendo elas:

- Contexto computacional: lida com os aspectos técnicos relacionados com capacidades e recursos computacionais. Esta categoria engloba a heterogeneidade presente nos dispositivos móveis (poder de processamento, conectividade, etc.) e aborda também os diferentes recursos que um dispositivo móvel encontra em *roaming*;
- Contexto físico: englobam todos os aspectos do mundo real e que são acessíveis por sensores e recursos, como localização, condição de tráfego, velocidade, temperatura, iluminação, entre outros;
- Contexto temporal: capta informações de tempo, como de um dia, semana, mês, estação do ano, ano, etc. Este tipo de contexto pode ser esporádico, que ocorrem de forma eventual, e os periódicos, que possuem um formato repetitivo e previsível;
- Contexto do usuário: se refere à dimensão social do usuário, como seu perfil, pessoas nas proximidades, situação social, preferências, etc. Diversos

ambientes têm utilizado estas informações para realizar de forma automatizada recomendações e adaptações em seus serviços.

Uma classificação de contexto é proposta de forma mais detalhada por Knappmeyer et al. (2013), na qual se tem uma divisão composta por um maior número de elementos, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

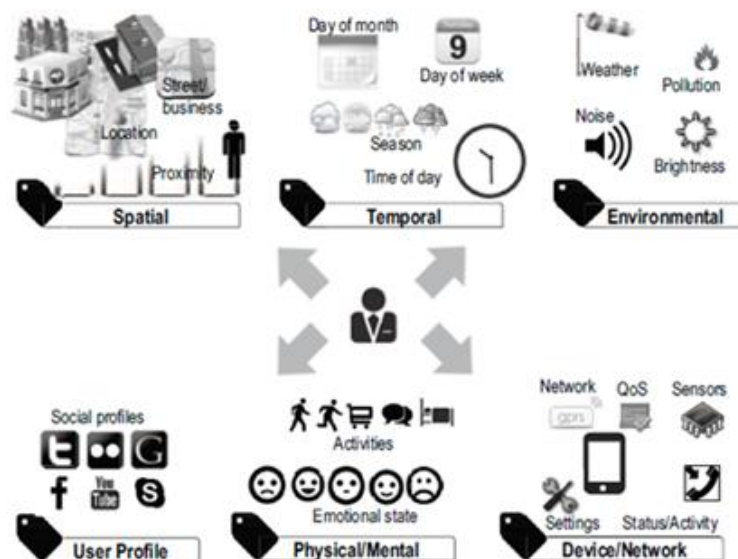


Figura 1 – Exemplos de tipos de contexto

Fonte: Knappmeyer et al. (2013)

Esses elementos são classificados em:

- Contexto espacial: são informações acerca da localização de um usuário ou objeto, que podem ser, por exemplo, coordenadas de GPS, cidade, bairro, nome da rua, dentre outros;
- Contexto temporal: são informações relacionadas ao tempo de forma absoluta ou relativa, período do dia, semana, entre outras;
- Contexto do dispositivo: são informações a respeito da interação do usuário com o dispositivo, como a capacidade de processamento, visualização, entre outras;
- Contexto de rede e comunicação: são informações a respeito das características de rede, como largura de banda, velocidade de conexão, dentre outras;
- Contexto do ambiente: são informações que se referem ao ambiente físico de uma entidade, como a umidade, intensidade da luz, pressão do ar, entre outras;

- Contexto do usuário: são informações acerca de suas preferências, necessidades, interesses e hábitos que estão associados aos usuários de forma específica. Como exemplo disso, se tem o perfil cognitivo e perfil de navegação do usuário;
- Contexto de atividade: são informações que descrevem o que uma entidade realiza, quais tarefas estão envolvidas e o que pretende realizar em seguida;
- Contexto mental: são informações que refletem o estado mental do usuário, como ele está se sentindo, qual seu humor, nível de stress, dentre outros;
- Contexto de interação: são informações que podem descrever a interação de vários usuários ou entre usuários e uma aplicação.

A classificação proposta pelos autores pode ser considerada mais ampla e abrangente do que a abordagem de Chen e Kotz (2000), visto que diversos aspectos tecnológicos, físicos e de usuários sofreram modificações no decorrer dos anos, fazendo com que novas informações provenientes de diferentes tipos de fontes de contexto fossem descobertas. Conforme apresentado por Knappmeyer et al. (2013), são exemplos o tipo de contexto relacionado ao estado emocional do usuário e as redes sociais, que surgiram de forma relativamente recente nas pesquisas acadêmicas.

Um sistema que utiliza informações de contexto para prover algum tipo de serviço ao usuário, como adaptar seus conteúdos e ferramentas de acordo com as suas preferências, pode ser considerado um ambiente sensível ao contexto. Para Baldauf et al. (2007), estes são aptos a adaptar suas operações para o contexto atual sem explicitamente necessitar da intervenção do usuário, buscando assim maximizar a sua usabilidade e efetividade, tendo em conta o contexto ambiental. Como exemplo de aplicações é possível identificar guias de turismo, de restaurantes, casas inteligentes, dentre outros.

De acordo com Fleischmann (2012), a sensibilidade ao contexto é usada para conservar o sistema consistente em termos de funcionamento (efetivo), e também mantê-lo capaz de proativamente perceber as melhores condições de ação e agir de acordo com esta percepção. Entretanto, a autora afirma também que a tarefa de adaptação é bastante complexa, uma vez que para determinar as alterações no contexto do ambiente muitas vezes não se avalia somente modificações isoladas, mas de vários aspectos combinados.

O processo operacional presente em um ambiente sensível ao contexto detém de um certo nível de complexidade, visto que cada parte integrante do ciclo adaptativo engloba uma grande quantidade de operações e tomadas de decisão que são essenciais para o correto



fornecimento do resultado final. A Figura 2 ilustra o ciclo de funcionamento de um ambiente sensível ao contexto.

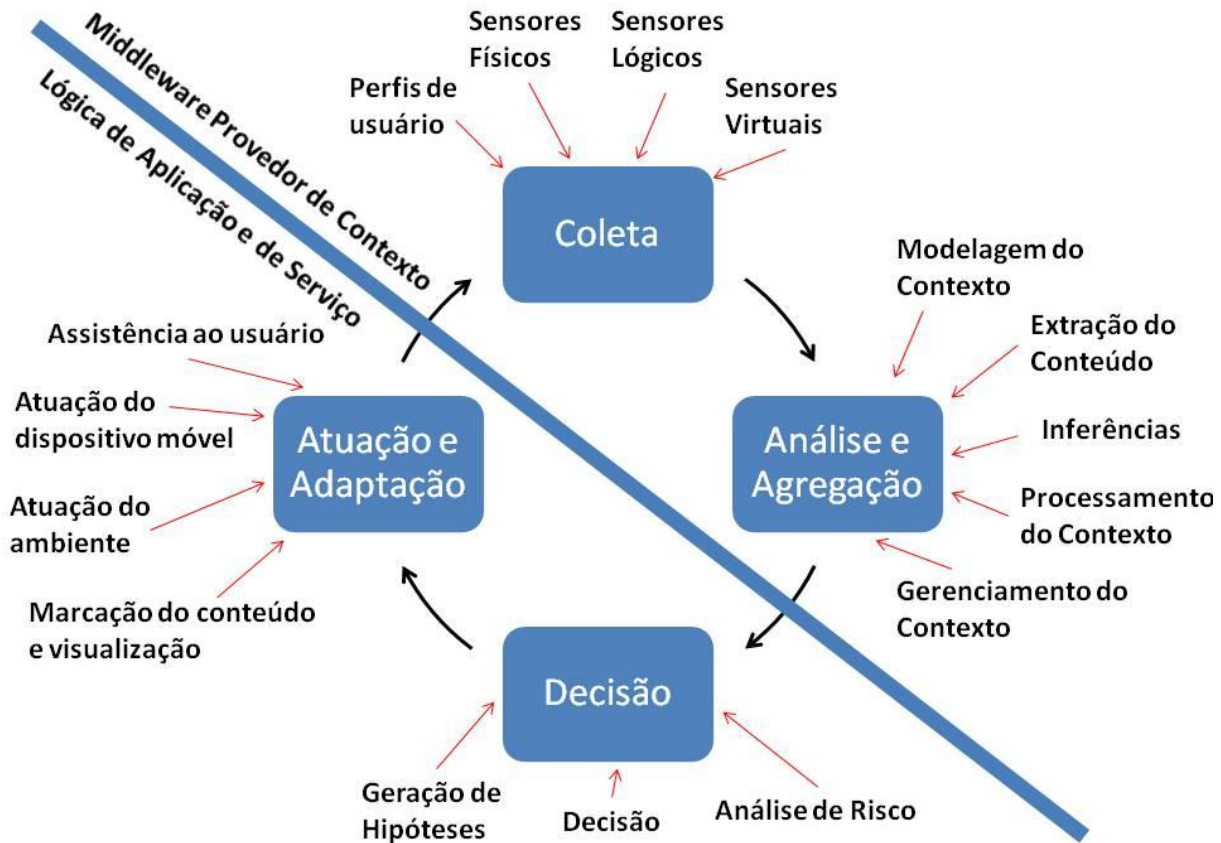


Figura 2 – Ciclo de funcionamento de um ambiente sensível ao contexto

Fonte: Adaptado de Knappmeyer et al. (2013)

O ciclo tem início na coleta dos dados, que podem ser provenientes de sensores físicos, lógicos ou virtuais, além das informações fornecidas pelo perfil dos usuários. Em posse destes dados, o sistema inicia a etapa de análise e agregação destas informações, que é realizada por meio da aplicação de mecanismos de inferência, processamento do contexto, extração das características, modelagem e gerenciamento do contexto.

Na terceira fase é executado o processo de decisão, no qual por meio do estudo dos riscos e técnicas de decisão, o ambiente define quais informações de contexto serão utilizadas e o que elas resultam na adaptação do ambiente. Posteriormente, então é processada a última etapa, que se refere à adaptação e ação no sistema, onde são executadas com base nas informações de contexto provenientes das demais etapas, as adaptações envolvendo o aspecto

móvel do dispositivo, dos recursos no ambiente e das preferências dos usuários. Assim, o ambiente está adaptado ao contexto do usuário e também pode utilizar estas características presentes como entrada para o início do próximo ciclo de funcionamento.

A seguir são apresentadas as informações de contexto que definem o perfil cognitivo do usuário, tipo de dispositivo e sua velocidade de conexão. Estas três informações são explanadas de forma detalhada, visto que foram as utilizadas para a formulação do contexto do usuário no UVLE<sup>QoC</sup>.

### 2.2.1. Contexto do usuário

Dentre as dificuldades existentes no uso dos ambientes virtuais de aprendizagem, como o Moodle, está o formato adotado para o tratamento dos usuários. Conforme Lima et al. (2005), o modelo utilizado considera um perfil uniforme para todos, ou seja, é estipulado que todos os usuários possuem uma mesma linha de preferências e nível de conhecimento, sem haver qualquer tipo de diferenciação por parte do ambiente.

De acordo com Junior et al. (2007), os alunos são avaliados e julgados sem que se leve em consideração o seu nível de conhecimento prévio, ou seja, todos os alunos são avaliados da mesma maneira, independentes de possuir ou não os pré-requisitos necessários para a avaliação. Desta forma, a identificação do tipo de perfil do estudante é um requisito muito importante, o qual é essencial para executar as adaptações dos recursos em um ambiente.

A definição de estilos cognitivos apresentada por Goodenough e Witkin (1981) determina-os como formas sutis e relativamente estáveis usadas pelo sujeito para perceber, resolver problemas e aprender a se relacionar com os outros. Enquanto que em Mozzaquatro (2010) entende-se que os estilos cognitivos referem-se ao meio preferido pelo qual um indivíduo processa a informação, descrevendo o seu modo típico de pensar, lembrar ou resolver problemas.

Quanto aos tipos de estilos cognitivos presentes na literatura, há uma grande variedade de modelos propostos por diferentes pesquisadores, como o Modelo de Bariani (1998), Riding e Rayner (1998) e Honey e Mumford (2000). Estão inseridos nestes modelos diferentes tipos de perfis, como Realista, Reflexivo, Holista, Divergente, Pragmático, Ativo, Teórico, dentre outros.

O estilo cognitivo do usuário pode ser utilizado como informação de contexto em ambientes adaptativos, nos quais a disposição de materiais e ferramentas, assim como os tipos de atividades abordadas é desenvolvida com base no perfil cognitivo dos estudantes. Barbosa

(2007) e Mozzaquatro (2010) explicam que em ambientes virtuais de aprendizagem que utilizam este tipo de adaptação, o foco está no aluno-aprendiz, suas necessidades, objetivos, estilo cognitivo e ritmo de aprendizagem, com a finalidade de facilitar o processo de aprendizagem e gerar conhecimento.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi definido que o perfil do usuário no ambiente Moodle seria baseado no seu estilo cognitivo, de forma que as adaptações propostas fossem relacionadas às suas preferências, objetivos e necessidades. A seção 4.2 apresenta os tipos de adaptações executadas pelo ambiente com base no perfil cognitivo do usuário, assim como detalha quais tipos de estilos cognitivos foram abordados.

### 2.2.2. Contexto computacional

O avanço das tecnologias móveis, com o aumento da capacidade de processamento, um maior aporte de infraestrutura das redes de comunicação, assim como uma maior facilidade de acesso às aplicações *Web*, são alguns dos aspectos que fizeram com que ocorresse um avanço significativo no uso dos dispositivos móveis, tais como *Tablets e Smartphones*. Contudo, paralelamente a este avanço tecnológico, surgiram problemas relacionados à mobilidade do usuário e o uso de aplicações *on-line*.

De acordo com Fleischmann (2012), o problema da mobilidade não necessariamente diz respeito ao dispositivo computacional utilizado, mas ao próprio usuário, que está em constante movimento e acessa uma aplicação *Web* em diferentes locais através de diversos tipos de dispositivos computacionais, móveis ou não. Com isso, o uso das informações de contexto em aplicações ubíquas se torna um elemento de grande relevância, visto a constante mudança do perfil do usuário provocada durante a sua movimentação.

Loureiro et al. (2009) explica que as características utilizadas como entradas em tais soluções poderão se modificar a qualquer instante, sendo essa informação crucial para que os melhores serviços sejam oferecidos aos usuários. Tais modificações podem ser observadas em situações nas quais o próprio usuário se movimenta de um local para outro, modificando-se assim as condições do ambiente corrente em variados aspectos (condições físicas, recursos físicos disponíveis, recursos computacionais disponíveis, fontes de contexto, conectividade, dentre outros), ou ainda, quando outros usuários e/ou recursos se movimentam para dentro e para fora da área de interesse da aplicação (Loureiro et al., 2009).

O propósito das aplicações sensíveis ao contexto é identificar alterações deste gênero, modificando de forma automática o contexto do usuário para se adequar às suas necessidades

e preferências, visto que estas mudanças ocorrem rapidamente. Como exemplos estão a velocidade de conexão do usuário e o tipo de dispositivo utilizado.

A velocidade de conexão está relacionada com a largura de banda, que segundo Tanenbaum (2003) é uma propriedade física do meio de transmissão, e em geral depende da construção, da espessura e do comprimento do meio. Assim, entende-se como a velocidade com que os dados podem ser transmitidos entre o emissor/receptor de acordo com a largura de banda.

A velocidade de conexão pode ser verificada e utilizada como informação de contexto para adaptar determinados recursos do ambiente, como o tipo de material a ser apresentado em um ambiente educacional. Aliado a mobilidade dos usuários, estes podem trocar rapidamente de um tipo de conexão para outra, por exemplo, de banda larga para redes de dados móveis ou vice-versa, ocasionando uma troca da sua velocidade de conexão e consequentemente afetando o uso da aplicação computacional.

Para isso, o ambiente deve ser capaz de detectar tais mudanças com o propósito de realizar as modificações necessárias e alterar o perfil do usuário de acordo com sua velocidade. Como exemplo de modificações, em casos onde a conexão do usuário possui uma velocidade baixa, se tem a apresentação de materiais cujo tamanho do arquivo é menor, o que torna mais rápido o seu carregamento na página e facilita o acesso por parte do usuário.

Outro aspecto relevante é o tipo de dispositivo do usuário, que pode ter um caráter negativo e prejudicial na interação deste com uma aplicação computacional, caso esta não adapte sua *interface* e funcionalidades ao tamanho da tela do dispositivo do usuário. Promover a adaptação de sistemas já existentes ou realizar o desenvolvimento de novas aplicações *Web*, que se adaptem automaticamente ao tipo de dispositivo do usuário tem sido alvo de pesquisas e implementações, tanto na área acadêmica como profissional.

Exemplos de ambientes educacionais adaptativos ao tipo de dispositivo móvel do usuário podem ser visualizados nos trabalhos de Piovesan (2011), Mozzaquatro (2010), Bartholo et al. (2009) e Agudo et al. (2011). No caso específico do ambiente Moodle, diversas tecnologias e temas podem ser utilizados para adaptar este ao tipo de dispositivo do usuário, conforme é explicado detalhadamente na seção 2.5.

No âmbito deste trabalho, estas informações de contexto (velocidade de conexão e tipo de dispositivo) foram selecionadas para serem partes integrantes do contexto do usuário no UVLE<sup>QoC</sup>. Foram realizadas adaptações no tipo de materiais e ferramentas apresentadas no sistema, variando de acordo com a velocidade de conexão do usuário, assim como se utilizou de tecnologias que promoviam de forma automática a identificação do tipo do dispositivo do

usuário, e, simultaneamente disparava o processo de adaptação da *interface* do ambiente. Ressaltando que agregado a estas informações de contexto, está o perfil cognitivo do usuário.

### 2.3. Qualidade do Contexto

Quanto ao desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto, ainda existem diversos desafios a serem vencidos, dado que os requisitos necessários para o seu correto funcionamento são complexos de serem atendidos. Em relação aos requisitos e desafios existentes para o desenvolvimento deste tipo de sistema, Santos (2006) lista os seguintes:

- Caracterizar os elementos de contexto para usar na aplicação;
- Extrair contexto de fontes heterogêneas, como uma base de dados;
- Representação um modelo semântico formal de contexto;
- Processar e interpretar informações adquiridas de contexto;
- Fornecer o contexto às entidades interessadas de forma distribuída;
- Tratar a qualidade da informação do contexto;
- Tratar as questões de segurança e privacidade;
- Tratar o desempenho do sistema.

A partir destes pontos apresentados, pesquisadores procuram modelar sistemas capazes de atender ao maior número possível de requisitos, visando assim que sejam fornecidas soluções cada vez mais eficientes para os usuários. Como exemplo de tipos de aplicativos sensíveis ao contexto é possível citar guias de bares e restaurantes, informações turísticas, entre diversos outros serviços.

Dentre as áreas existentes no tema de contexto, está a de qualidade, que possui diversas subcategorias para serem abordadas, nas quais Loureiro et al. (2009) elenca: Qualidade do contexto (QoC); Qualidade de serviço (QoS); Qualidade das fontes de contexto; Gerenciamento de aplicações cientes de contexto; Tratamento de falhas; Automatização de tarefas; Utilização de algoritmos de aprendizado; Identificação e tratamento de contextos individuais conflitantes; Identificação e tratamento de contextos coletivos conflitantes.

Como indicado em Bu et al. (2006), Baldauf et al. (2007) e Zheng et al. (2011), os sistemas existentes raramente tem qualquer consideração à qualidade da informação de contexto, sendo esta questão ignorada ou mal tratada. Com base nisso, a Qualidade do Contexto foi escolhida como tema de pesquisa para este trabalho, no qual objetivou-se tratar o contexto em um AVA Moodle adaptativo.

O termo Qualidade do Contexto é definido por Krause e Hochstatter (2005) como qualquer dado que descreva a qualidade de uma informação de contexto e possa ser utilizada para determinar o valor desta informação para um domínio específico. Para Manzoor et al. (2010), QoC indica o grau de conformidade do contexto coletado pelos sensores com a situação predominante no ambiente e os requisitos de um consumidor de contexto em particular.

Como discutido em Henricksen et al. (2002), p.4:

"a informação de contexto é: (a) incorreta, se não refletir o verdadeiro estado do mundo que este modela, (b) inconsistente, por exemplo, por que contém informações contraditórias, ou, (c) incompleta, se alguns aspectos do contexto são desconhecidos".

Como opção de tratamento para os problemas abordados, Filho et al. (2010) afirmam o profundo impacto de QoC no correto funcionamento de um sistema sensível ao contexto, de forma que a utilização de contextos com qualidade insuficiente podem aumentar o risco de que ocorram decisões incorretas acerca das adaptações no sistema. Como exemplos de problema, em uma situação na qual o usuário está utilizando a aplicação em determinado local e se movimenta para outro andar ou prédio, caso não haja um tratamento da qualidade, o contexto de localização e/ou de perfil que apresenta suas preferências de locais que estão pertos para visitar irá se tornar rapidamente desatualizado e pode prejudicar a sua interação com a aplicação.

No caso de diferentes fontes de contexto, que fornecem o mesmo tipo de informação e são coletadas paralelamente, estas podem apresentar diferenças nas suas propriedades de qualidade, como completude e precisão. Um exemplo clássico abordado no trabalho de Loureiro et al. (2009) está na utilização de sensores físicos, no qual o primeiro sensor indica localização do usuário pelo nome do prédio, enquanto que o segundo sensor apresenta o andar e sala na qual este está inserido, assim se conclui que o segundo sensor apresenta uma maior precisão e conseqüentemente se torna a melhor informação de contexto a ser utilizada.

De acordo com Fanelli et al. (2011), a Qualidade do Contexto não se refere à questão de possuir um contexto considerado perfeito ou altamente correto, sem a presença de erros, mas sim se preocupa com a correta caracterização da qualidade dos dados. Além disso, autores como Buchholz et al. (2003), Sheikh et al. (2008) e Neisse et al. (2008) complementam esta idéia com outras razões, como a importância do estabelecimento de regras de QoC entre a aplicação sensível ao contexto e o provedor de contexto, ter uma

eficiente seleção das fontes de contexto a serem utilizadas baseando-se em regras previamente estabelecidas e possuir políticas de privacidade.

Baseado nisto, um sistema sensível ao contexto deve realizar o tratamento do aspecto relacionado à qualidade das informações, sendo um requisito muito importante e que irá influenciar na adaptação do ambiente. Caso não seja tratado, o ambiente não terá condições de avaliar a qualidade das informações utilizadas e poderá provocar mudanças indesejadas às preferências e necessidades dos usuários. Estes serviços dependem da disponibilidade das informações de contexto que devem ser providas no momento correto, na qualidade correta e no local correto (Buchholz et al., 2003).

Um aspecto importante a ser ressaltado é a diferenciação necessária de ser realizada entre o termo de Qualidade do Contexto com relação às definições de Qualidade de Serviço (QoS) e Qualidade do Dispositivo (QoD). Buchholz et al. (2003) explicam que QoC não é igual a QoS, visto que a informação de contexto pode existir sem serviços. QoC difere de QoS devido que a informação de contexto possui métricas de qualidade até quando não é provido como um serviço para qualquer cliente.

Quanto à diferenciação existente entre QoC e QoD, Buchholz et al. (2003) afirmam que os serviços rodam em componentes de *Hardware* internos, sendo que estes dispositivos também possuem qualidade, denominada de Qualidade do Dispositivo. Desta forma, os autores complementam a sua definição de QoD como qualquer informação a respeito das propriedades técnicas e capacidades do dispositivo.

Buchholz et al. (2003) apontam duas alternativas nas quais estes três tipos de qualidade podem afetar uma a outra, definidas como abordagem *bottom-up* e *top-down*. A Figura 3 apresenta os impactos causados por cada uma das qualidades com as outras.

Na abordagem *bottom-up*, de acordo com a Figura 3, seu impacto é representado nas setas que estão apontadas para cima, em que uma qualidade tem influência direta sobre a outra. No caso, QoD influencia QoC e QoS, enquanto que QoS somente tem impacto sobre QoC, sendo que está não interfere nas outras duas.

Já a abordagem *top-down*, uma camada pode ter impacto sobre todas as outras camadas. Isso significa que os requisitos de QoC podem afetar os requisitos de QoS e QoD, enquanto que os requisitos de QoS podem meramente ter impacto sobre os requisitos de QoD (Buchholz et al., 2003).

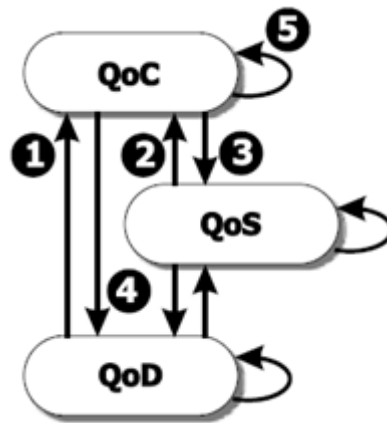


Figura 3 – Relações entre QoC, QoS e QoD

Fonte: Buchholz et al. (2003)

Com a diferenciação realizada entre os diferentes tipos de qualidade, é necessário realizar uma maior especificação dos elementos que compõe a Qualidade do Contexto. Para a medição da QoC que é utilizado em um sistema, podem ser aplicados regras ou indicadores que são denominados de parâmetros de qualidade. De acordo com Santos (2006), cada parâmetro é descrito por uma ou mais métricas de qualidade apropriadas que definem como medir ou computar a qualidade do contexto em relação ao parâmetro, sendo que a métrica contém um valor, um tipo e uma unidade.

A utilização dos parâmetros auxilia para que possam ser resolvidos problemas envolvendo o contexto utilizado no sistema, visto que são quantificados os valores de um parâmetro e de acordo com algum tipo de regra previamente definida, como um intervalo válido no qual o parâmetro deve estar presente, ele é classificado como válido ou não recomendável para ser utilizado no sistema. Conforme Manzoor et al. (2008), o enriquecimento das informações de contexto com os parâmetros de Qualidade de Contexto aumentam as capacidades dos sistemas sensíveis ao contexto para utilizar eficazmente a informação de contexto para se adaptar às situações emergentes em ambientes adaptativos.

Os parâmetros envolvidos dependem do tipo de informação de contexto que é utilizada, visto que nem todos os parâmetros podem ser aplicados para um mesmo tipo de informação de contexto, por exemplo, um parâmetro específico para quantificar a localização do usuário, pode não ser aplicável para a informação referente ao perfil deste. Manzoor et al. (2008) realizam uma diferenciação entre os parâmetros, classificando-os em genéricos e de domínio específico.



Segundo os autores, parâmetros genéricos de QoC são aqueles parâmetros no qual são requeridos pela grande maioria das aplicações, como precisão, confiabilidade, validade, representação consistente e completude. Parâmetros QoC de domínio específico são aqueles parâmetros que são importantes para um domínio de aplicação específico, como significância e segurança de acesso (Manzoor et al., 2008).

A utilização dos parâmetros de Qualidade do Contexto no ambiente almeja obter garantias de que as informações de contexto coletadas estivessem de acordo com as preferências e necessidades dos usuários. Conforme Nazário et al. (2012), a QoC não exige que as informações de contexto sejam perfeitas, com a maior precisão possível e atualidade, mas que haja necessariamente uma estimativa correta da qualidade da informação.

Com base nos estudos realizados em diversos trabalhos desenvolvidos por diferentes autores, como Buchholz e Schiffers (2003), Sheikh et al. (2007) e Manzoor et al. (2010), assim como na pesquisa efetuada por Nazário et al. (2012), é possível identificar que não há uma padronização de nomenclatura e definições quantos aos parâmetros, em que diversos autores definiram um conjunto de parâmetros, muitas vezes com nomes diferentes e significados iguais ou semelhantes. Um exemplo disso pode ser visto com a definição dos parâmetros de *Up-to-dateness* e *Timeliness*, que são utilizados em diferentes trabalhos de um mesmo autor, mas que contém significados muito semelhantes.

A partir disso, a seleção dos parâmetros de qualidade pode ser considerada uma tarefa complexa de ser realizada, dada a grande quantidade de parâmetros existentes, aliado às semelhanças entre eles, o que podem ser considerados fatores complicadores no momento da sua escolha. Agregado a isso, de acordo com Nazário et al. (2012), as alternativas para quantificação destes parâmetros segue a mesma linha, em que grupos de autores definem diferentes formas de quantificação para um ou mais parâmetros que utilizam.

Para isso, um estudo aprofundado sobre os parâmetros de qualidade existentes na literatura foi realizado, com o objetivo de selecionar aqueles que mais se adequavam aos tipos de informações de contexto utilizadas, que é o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão. Desta forma, doze (12) parâmetros foram selecionados: *Up-to-dateness*, *Completeness*, *Access Right*, *Freshness*, *Coverage*, *Repeatability*, *Frequency*, *Precision*, *Probability of Correctness*, *Delay Time*, *Representation Consistency* e *Priority*.

A descrição destes parâmetros, assim como sua forma de mensuração é apresentada na seção 4.4, visto que este processo de aplicação dos parâmetros e de suas regras, de forma específica no ambiente, foi considerado como uma das etapas necessárias referentes ao

desenvolvimento do UVLE<sup>QoC</sup>, não sendo assim somente classificada como uma revisão bibliográfica acerca do tópico de QoC.

Quanto aos parâmetros descartados, ou seja, aqueles que não se encaixavam no escopo deste trabalho, estes são descritos na seção a seguir. Este processo de análise pode ser classificado como um estudo aprofundado de cada parâmetro, não sendo encaixado no desenvolvimento do ambiente, pois não foram definidas regras específicas para sua aplicação nele, visto que não se encaixavam no escopo de desenvolvimento previamente definido.

### 2.3.1. Parâmetros de QoC descartados

O estudo realizado com os diversos parâmetros de qualidade existentes na literatura objetivou identificar e selecionar aqueles que estavam mais adequados às informações de contexto utilizadas no escopo deste trabalho. Segundo Henricksen et al. (2002), os tipos de parâmetros de qualidade e suas métricas de avaliação são dependentes da sua natureza de associação. Como exemplo, está a localização do usuário, na qual a qualidade da informação pode estar relacionada à sua acurácia e atualidade dos dados, que verificam o nível de erro na localização do usuário e o tempo decorrido sobre a informação acerca de sua localização, respectivamente.

Desta forma, os seguintes parâmetros de qualidade foram descartados por não terem sido considerados adequados ao escopo deste trabalho:

**Resolution ou Resolução:** é definida como a granularidade espacial com a qual a informação de contexto está a ser descrita / detectada a partir do ambiente (Filho et al., 2010). Um exemplo descrito por Zheng et al. (2011) é a descrição da leveza de um edifício, que pode ser descrito nos seguintes níveis espaciais de granularidade: prédio, andar e sala. Sua aplicação está voltada mais especificamente a sensores físicos e na determinação de pontos em um espaço físico, tipos de elementos não utilizados e que não se adéquam ao escopo deste trabalho.

**Accuracy ou Acurácia:** corresponde à faixa ou intervalo em termos de uma medida de propriedade (Gray e Salber, 2001; Gu et al., 2004). Este parâmetro está relacionado de forma mais específica ao tipo de contexto de localização, que não é um tipo de informação utilizada neste trabalho, desta forma não foi selecionado.

**Timeliness ou Pontualidade:** Indica a validade do contexto para utilização, considerando o seu tempo de vida, ou, indica o grau de atualidade de um objeto de contexto, em um determinado momento (Manzoor et al., 2008). O conceito definido neste parâmetro,

assim como a sua forma de mensuração são semelhantes ao *Up-to-dateness*, que já foi utilizado e por isso este parâmetro não será considerado.

***Trust-Worthiness* ou Nível de Confiança:** Descreve a probabilidade de que a informação de contexto provida esteja correta, é utilizada pelo provedor de contexto para avaliar a qualidade do agente a partir do qual o provedor de contexto originalmente recebeu a informação de contexto (Buchholz et al., 2003). Este parâmetro é usado para verificar a distância entre sensores físicos e sua acurácia, como o uso de informações de satélite, sendo sua aplicação descartada para o âmbito deste trabalho, pois não são trabalhadas informações relacionadas a distâncias e sensores físicos.

***Refresh Rate* ou Taxa de Atualização:** Está relacionada com *Up-To-Dateness*, e descreve como muitas vezes é possível ou desejado para receber uma nova medição (Huebscher e McCann, 2004). É semelhante aos parâmetros de *Up-to-dateness* e *Frequency* que já foram utilizados, desta forma foram descartados para evitar repetições.

***Certainty* ou Certeza:** a probabilidade de exatidão do contexto. Quando temos contextos similares de diferentes sensores, devemos escolher o contexto apropriado, com a ajuda da certeza (Zheng et al., 2011). Este tipo de parâmetro utiliza duas ou mais fontes de contexto para a realização dos cálculos, mas no escopo deste trabalho somente um tipo de fonte de contexto foi considerada, assim não é possível calculá-lo.

***Consistency Probability* ou Probabilidade de Consistência:** informações incorretas podem fazer com que ocorram inconsistências no contexto formulado. Este parâmetro mede a taxa de consistência da informação de contexto e também pode ser obtido através de uma amostragem aleatória de longo prazo (Bu et al., 2006). Possui o mesmo propósito do parâmetro de probabilidade de correção já utilizado, por isso foi descartado para evitar repetições de parâmetros e cálculos.

***Age* ou Idade:** é codificada utilizando-se dois *time-stamp*: um indica o momento em que a informação mais antiga aplicada no contexto foi detectada, o outro indica o tempo atual em que o contexto foi derivado desta. Esta abordagem permite determinar o tempo que levou para derivar um contexto da primeira detecção para o seu estado atual (Zimmer, 2006). Possui o mesmo propósito do parâmetro *Up-to-dateness* já utilizado, por isso foi descartado para evitar repetições de verificações e cálculos.

***Temporal Resolution* ou Resolução Temporal:** A resolução temporal representa a precisão do tempo da ocorrência / determinação de uma informação de contexto (Sheikh et al., 2007). Este parâmetro foi descartado pelo mesmo motivo citado anteriormente no *Age*, dada a sua semelhança com o *Up-to-Dateness*.

***Spatial Resolution* ou Resolução Espacial:** é a precisão com que o espaço físico, para o qual um exemplo de informação de contexto é aplicável e expresso (Sheikh et al., 2007). Está relacionado ao espaço físico, assim sua aplicação é descartada por não serem utilizadas informações deste tipo no ambiente.

***Significance* ou Significância:** Esta medida de qualidade indica o valor ou a preciosidade de informações de contexto em uma situação específica (Manzoor et al., 2008). O uso deste parâmetro está relacionado a sistemas para detecção de desastres e semelhantes, assim não está dentro do escopo escolhido para este trabalho.

***Integrity* ou Integridade:** refere-se à credibilidade e confiabilidade da fonte de contexto (Ren e Seng, 2009). Foi descartado por ter o mesmo propósito que os parâmetros de completude, representação da consistência e precisão.

***Reliability* ou Confiabilidade:** é a probabilidade de exatidão nas informações fornecidas, dadas as limitações de detecção da fonte (Ren e Seng, 2009). O cálculo deste parâmetro inclui a verificação da acurácia e a distância de um sensor físico, elementos não considerados no ambiente.

***Usability* ou Usabilidade:** Usabilidade de informações de contexto mostra o quanto aquele pedaço de informação de contexto é adequado para uso com a finalidade pretendida (Manzoor et al., 2010). Também está ligado às informações referentes a distância, sendo assim descartado o seu uso neste trabalho.

***Sensitiveness* ou Sensibilidade:** pode ser definido como o nível de divulgação de informação de contexto a um dado tempo. O nível de divulgação pode ser alterado pelos proprietários de contexto, a fim de fazer valer os seus requisitos de privacidade (Filho et al., 2010). Este parâmetro está relacionado à divulgação de informações com caráter mais confidencial, envolvendo requisitos de segurança e privacidade, assim não se faz necessário utilizá-la neste ambiente, pois não precisam ser considerados aspectos de privacidade nos tipos de informações utilizadas.

***Data Retrieval Time* ou Tempo de Recuperação de Dados:** Tempo de recuperação de dados, definido como o intervalo de tempo entre a geração de contexto de consulta e entrega da resposta de contexto, é o momento máximo em que o dissipador de contexto está disposto a esperar por uma informação específica (Fanelli et al., 2011). O seu propósito é o mesmo utilizado no parâmetro de *Delay Time*, selecionado para ser aplicado, portanto foi descartado para evitar redundâncias.

***Security* ou Segurança:** é a probabilidade com que o contexto é entregue em segurança para os consumidores. Neste parâmetro é importante saber a probabilidade com que

o contexto foi mantido em segurança, a partir de sua captação por meio de sensores para a sua utilização (Zheng et al., 2011). Tem o mesmo propósito de aplicação do parâmetro de sensibilidade, considerando aspectos de segurança, que nas informações utilizadas no ambiente não precisam ser considerados.

É possível perceber que diversos parâmetros foram descartados por apresentarem muitas semelhanças ou o mesmo significado que os demais já utilizados no ambiente. Outro aspecto que é importante ressaltar está ligado ao grande número de parâmetros descartados por terem seu uso ligado ao contexto de localização, que não é utilizado neste trabalho.

Isso demonstra as dificuldades expostas anteriormente, nas quais diversos autores em diferentes trabalhos definiram os mesmos parâmetros com nomes diferentes e com poucas modificações em relação aos já existentes. Isso torna complexa a etapa de seleção dos parâmetros que podem ser utilizados para a verificação das informações de contexto presentes em um ambiente sensível ao contexto.

## 2.4. Hipermissão Adaptativa

A aplicação de técnicas para a adaptação dos recursos e *interface* das aplicações computacionais tem sido utilizada de forma a prover um nível mais elevado de dinamicidade e uma maior usabilidade do usuário com o sistema. Como exemplo, é possível citar o uso da Hipermissão Adaptativa, que no âmbito educacional, as pesquisas e o desenvolvimento de sistemas utilizando esta técnica têm recebido grande impulso, principalmente com o crescimento dos cursos na modalidade de Educação à Distância (EaD), além dos avanços na área de Inteligência Artificial (Oliveira et al., 2003).

Portanto, a HA aborda a utilização de técnicas no desenvolvimento de ambientes, para que sejam adaptados hiperdocumentos de acordo com o perfil e necessidades dos usuários. Segundo Brusilovsky (1999):

“Hipermissão Adaptativa é todo sistema de hipertexto e/ou hipermissão que reflita algumas características, de seus diferentes usuários, em modelos e aplique, esses modelos, na adaptação de diversos aspectos visíveis do sistema às necessidades, desejos e preferências de cada usuário” (Brusilovsky, 1999, p. 5).

O enfoque dado na HA é que cada usuário terá uma determinada visão do conteúdo e da estrutura de navegação, ou seja, o sistema tenta antecipar as necessidades e os desejos de seus usuários, a partir de modelos que representam o seu perfil, o seu nível de conhecimento e

suas preferências (Garcindo, 2002). Assim, esta adaptação proposta nos ambientes que utilizam Hipermídia Adaptativa almeja que a interação do usuário seja construtiva, motivadora e auxilie no desenvolvimento de suas atividades enquanto da utilização do ambiente.

Para Oliveira et al. (2003), um sistema de Hipermídia Adaptativa precisa contemplar três critérios: ser um sistema hipertexto ou hipermídia; possuir um modelo de usuário; e, ser capaz de adaptar a hipermídia do sistema usando tal modelo. A Figura 4 retrata a visão do autor a respeito da HA.

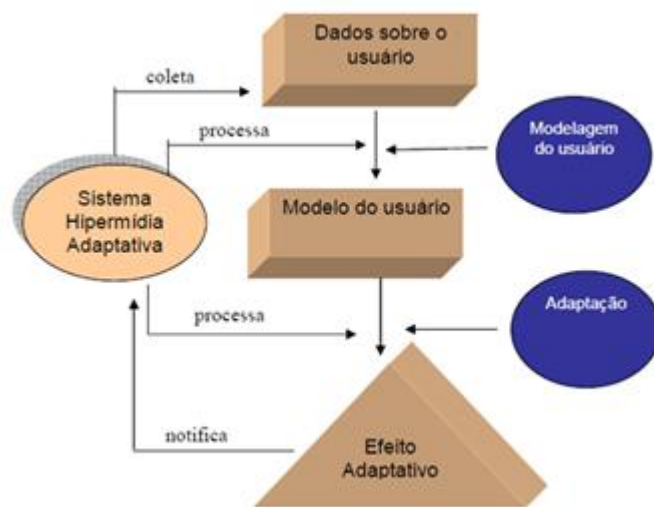


Figura 4 – Sistema de Hipermídia Adaptativa

Fonte: Palazzo (2000)

É possível visualizar o processo de funcionamento de um ambiente que utiliza HA, no qual a primeira etapa compreende a coleta de dados sobre o usuário, que pode ser realizado por meio de questionário, sendo estas informações, após terem sido inseridas, enviadas diretamente para o modelo do usuário. O seu perfil é formulado de acordo com as regras de modelagem previamente estabelecidas, na qual, por exemplo, pode-se estabelecer seu perfil cognitivo. Realizado estas etapas, o ambiente possui informações suficientes para iniciar o processo adaptativo, no qual com a influência de regras de adaptação, como a definição de quais recursos ou elementos da *interface* serão modificados na visão do usuário, é notificado e executado as ações necessárias no ambiente com base nas informações existentes no modelo do usuário, assim como registrada as modificações ocorridas em seu perfil.

#### 2.4.1. Modelo do usuário, modelo de domínio e mecanismo de adaptação

Segundo Wu (2001), os sistemas adaptativos possuem três componentes básicos na sua arquitetura: modelo de usuário, modelo de domínio e mecanismo de adaptação.

O modelo de usuário, de acordo com Mozzaquatro (2010), descreve o usuário para o sistema, representando suas preferências, conhecimentos, objetivos, o histórico navegacional e seu nível de conhecimento. Com base neste modelo, é possível verificar quais as preferências, necessidades e comportamento do usuário, sendo realizada a modelagem do seu perfil conforme estas informações coletadas.

Barbosa e Azevedo (2003) afirma que a partir do momento que se tenha o perfil do usuário, será possível representar e suportar a dinâmica do ambiente, do usuário e da interação entre ambos. Para a definição do perfil do usuário, diferentes abordagens podem ser aplicadas, como a análise do histórico de navegação, testes e questionários.

Laguardia et al. (2007) complementa esta idéia, destacando que:

“O questionário pode ser aplicado após o aluno se autenticar pela primeira vez no sistema para obter os dados sobre as características individuais dos alunos, as experiências e os conhecimentos prévios adquiridos nos assuntos a serem ministrados no curso, experiência prévia em determinado assunto, expectativas com respeito ao curso e condições do ambiente de aprendizagem (Laguardia et al., 2007, p. 523-525).”

Com a definição do modelo do usuário, o ambiente realiza a adaptação da apresentação dos recursos e modificação da navegação baseado no perfil definido pelo usuário, por meio de alguma técnica, como o questionário. Agregado a isto, encontra-se o modelo do domínio, que está interligado ao usuário por meio do relacionamento existente entre eles que é provido pelo modelo do usuário.

O modelo do domínio, segundo Wu (2001), descreve a forma como a informação da aplicação será estruturada conceitualmente, no qual são utilizados páginas e conceitos definidos pelos autores. Vicari e Giraffa (2003) ressalta que esse modelo também é conhecido como base de conhecimento do domínio, onde é representado o material instrucional que será ministrado aos estudantes.

Desta forma, a utilização deste modelo permite visualizar como o conteúdo da informação ou hiperdocumento está estruturado. Por exemplo, um conteúdo sequencial de uma disciplina pode ser estruturado em tópicos e subtópicos, que serão representados em

páginas, nas quais são apresentados diversos tipos de fragmentos relacionados ao tópico em questão, visando apresentar de forma apropriada o conteúdo para o usuário.

Por fim, para realizar a junção destes dois modelos (usuário e domínio) é preciso estruturar como será o funcionamento das modificações no ambiente, por meio da utilização do mecanismo de adaptação. O esquema de adaptação é baseado num conjunto de regras e mecanismos que realizam a adaptação em função dessas regras (Garcindo, 2002). Desta forma, a adaptação dos conteúdos e o modo de navegação são executados com base nas regras definidas, além das informações contidas nos dois modelos.

Para realizar as adaptações no ambiente por meio do uso da Hipermídia Adaptativa, a forma de estruturação dos recursos a serem apresentados ao aluno deve estar clara, assim como as limitações e possibilidades existentes para realizar tais mudanças no ambiente devem ser conhecidas. Desta forma, é possível saber quais características deste podem ser adaptadas para os diferentes tipos de usuários.

#### 2.4.2. Navegação Adaptativa e Apresentação Adaptativa

Conforme Brusilovsky (1996), a adaptação de um sistema hipermídia pode ocorrer ao nível dos *Links* (Navegação adaptativa) ou ao nível do conteúdo (Apresentação Adaptativa). Ambos são compostos por diferentes técnicas e métodos.

Segundo Mozzaquatro (2010), na navegação adaptativa é realizada a adaptação da *interface* do ambiente, ou seja, é a maneira como são disponibilizados os recursos do ambiente para o aluno, como as ferramentas, atividades e materiais. Como exemplos de modificações que podem ser realizadas, têm-se a alteração do tamanho da fonte dos textos, o formato de disposição dos materiais, troca do plano de fundo e inserção ou remoção de *Links*, dentre outros aspectos que podem sofrer alterações no ambiente.

Desta forma, neste tipo de navegação são apresentados diferentes tipos de visões da *interface* e componentes do ambiente para o usuário, baseado nas suas preferências, necessidades e características pessoais. Conforme Mozzaquatro (2010), a adaptação na navegação organiza os componentes da *interface*, exigindo uma carga cognitiva muito pequena para os aprendizes. Nos sistemas educacionais, a adaptação na navegação se refere ao percurso do aluno pelo sistema que o conduz.

Os métodos e técnicas presentes neste tipo de adaptação não serão abordados de forma detalhada neste trabalho, visto que o foco da adaptação proposta no ambiente concentra-se na



apresentação do conteúdo e ferramentas, sem modificar a forma como eles serão apresentados.

Com relação à Apresentação Adaptativa, segundo Palazzo (2000), a idéia principal é adequar o conteúdo de um modo acessado por um particular usuário conforme o conhecimento, objetivos e outras características deste. Neste tipo de apresentação, o conteúdo pode ser mostrado ou ocultado para o usuário, dependendo do tipo de perfil e características definidas previamente por ele.

As tecnologias relacionadas à apresentação adaptativa visam personalizar a forma pela qual a *interface* de um AVA mostra os materiais instrucionais, atividades e ferramentas de acordo com o modelo do aluno, ou seja, conforme seu modo preferencial de perceber, recordar, pensar, independente do conteúdo de cognição ou do grau de habilidade, visando facilitar a aprendizagem (Neto, 2006). Dentre as formas nas quais podem ser apresentados os materiais disponibilizados no ambiente, é possível verificar que um mesmo tópico detenha conteúdos no formato de vídeo, *slides*, textos, imagens, entre outros. Assim, o mesmo conteúdo é apresentado para todos, somente modificando o formato no qual é apresentado para o usuário, respeitando a sua preferência.

As técnicas de adaptação são apresentadas e descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Técnicas de adaptação

<b>Texto Condicional</b>	Esta técnica divide o conteúdo em várias partes. Cada parte é associada a uma ou mais condições relacionadas ao nível de conhecimento do usuário detectado durante a interação do mesmo com o sistema.
<b>Página Variante</b>	Esta técnica consiste em manter duas ou mais páginas para cada conceito, descrevendo-o de formas distintas, cada uma delas adaptada a uma classe de usuário.
<b>Fragmento Variante</b>	Permite que uma mesma página apresente vários conceitos, cada conceito pode possuir fragmentos variantes. Essa página é instanciada com a combinação desses fragmentos que melhor atendem as necessidades (e conhecimentos) do usuário.
<b>Representação por frames</b>	É a técnica que consiste na representação da informação sob a forma de <i>frames</i> que exibem os conceitos dependendo do nível de conhecimento do usuário (Palazzo, 2000).

<b>Combinação entre <i>stretch text</i> e frames</b>	Uma página hipermídia com informação <i>on-line</i> apresenta a descrição completa de determinado conceito, estruturada em uma sequência ordenada de pedaços de informação (Palazzo, 2000).
--	---

Fonte: Mozzaquatro (2010)

Os métodos para a adaptação do conteúdo são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Métodos de Adaptação

<b>Explicação Adicional</b>	É o método utilizado pelos usuários inexperientes. Os detalhes mais complexos da informação não são exibidos ao usuário, cujo nível de conhecimento é insuficiente para compreendê-los (Palazzo, 2000).
<b>Explicação Requerida</b>	É um tipo de hipertexto eficaz no aprendizado do aluno por levar a classificação dos conteúdos, introduzindo-se pré-requisitos a determinadas informações com uma sequência lógica para os acessos.
<b>Explicação Comparativa</b>	Baseia-se na similaridade existente entre dois conceitos. Se um conceito similar ao conceito que está sendo apresentado é conhecido, o usuário recebe uma explicação comparativa (Brusilovsky e Eklund, 1998).
<b>Explicação Variante</b>	Tem como objetivo mostrar ou esconder partes da informação, armazenando diversas variantes de um mesmo conteúdo, apresentando ao usuário as variantes que correspondem aos seus interesses (ou modelo).
<b>Classificação de Fragmentos</b>	Este método ordena fragmentos de informações de tal forma que os conceitos mais importantes para o usuário, segundo seu nível de conhecimento e experiência, sejam mostrados primeiro (Palazzo, 2000).

Fonte: Mozzaquatro (2010)

A seleção das técnicas e métodos que foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho é apresentada na seção 3.1.2, na qual é descrito a metodologia empregada. Assim

como, na seção 4.3 é demonstrado como o método e a técnica empregada foi incorporada ao UVLE<sup>QoC</sup> e o seu funcionamento na adaptação dos recursos e características deste.

## 2.5. Adaptação para dispositivos móveis

O grande avanço das tecnologias de computação e telefonia móvel aumentou a mobilidade dos usuários, criando novas necessidades de se aplicar a computação móvel no cenário de ensino e aprendizagem (Voss et al., 2013). Ambientes tradicionais de ensino, como o Moodle, tem sido foco de estudos por partes dos pesquisadores, que tem o objetivo de propor novas alternativas de adaptação envolvendo tanto a *interface* quanto os recursos disponibilizados nestes ambientes, para os diferentes tipos de dispositivos usados pelos usuários.

Neste sentido, Piovesan et al. (2012) destacam a necessidade de adequar os AVAs às características individuais dos estudantes, possibilitando o acesso aos recursos educacionais com total mobilidade e adaptação do sistema ao contexto computacional dos mesmos. No entanto, apesar dessa necessidade, ainda existem muitos percalços a serem superados no sentido de permitir o acesso a qualquer hora, em qualquer lugar e de qualquer dispositivo aos recursos educacionais (Voss et al., 2013).

Algumas destas dificuldades estão presentes na necessidade de se criar *interfaces* simples, intuitivas e compatíveis com os diversos tipos de dispositivos existentes no mercado. Além disso, as limitações computacionais destes dispositivos também devem ser levadas em conta, dependendo do tipo de *Software* que pretende ser utilizado pelo usuário.

Para a resolução destes problemas, o ambiente Moodle possui diversas extensões para dispositivos móveis que podem ser integradas a ele para prover adaptações na sua *interface* e seus recursos. Como exemplos, destacam-se o *plugin* MLE-Moodle, o tema Bootstrap e o aplicativo Moodle Mobile.

### 2.5.1. MLE-Moodle

O *plugin* MLE-Moodle possui código fonte aberto, gratuito e personalizável, onde fornece uma *interface* adaptativa para dispositivos móveis, enquanto que o acesso via *desktop* e *notebook* é realizado por meio da *interface* padrão do Moodle.

Os seguintes módulos do Moodle são integrados por este *plugin*: Lição, Questionário, Mensagens e Bloco para utilizadores móbile *on-line*. Além disso, demais recursos específicos

para dispositivos móveis são disponibilizados, como *Flashcard Trainer*, *Mobile Learning Objects*, (*off-line* aprendizagem), *Mobile Tags*, serviços baseados na localização e comunidade móvel.



Figura 5 – Interface do MLE-Moodle

A Figura 5 apresenta a *interface* do MLE-Moodle com o acesso ao ambiente sendo realizado via *Smartphone*. Um aspecto que deve ser ressaltado é que o endereço para acessar o ambiente não é o mesmo utilizado na *interface* padrão do Moodle, existindo desta forma dois endereços para acesso, um para dispositivos móveis e outro para o modo convencional.

A limitação envolvendo o uso deste *plugin* está relacionada ao fato de que o seu funcionamento só é permitido nas versões 1.9 ou inferiores do ambiente Moodle. Assim, nas versões 2.0 em diante, o MLE-Moodle não é compatível e não pode ser utilizado.

### 2.5.2. Moodle Mobile

O Moodle Mobile é uma aplicação que pode ser instalada no dispositivo móvel do usuário, devendo ser realizada a sua configuração de acordo com os dados nos quais o ambiente Moodle está hospedado, como o seu endereço *Web*. A Figura 6 apresenta a tela do aplicativo.

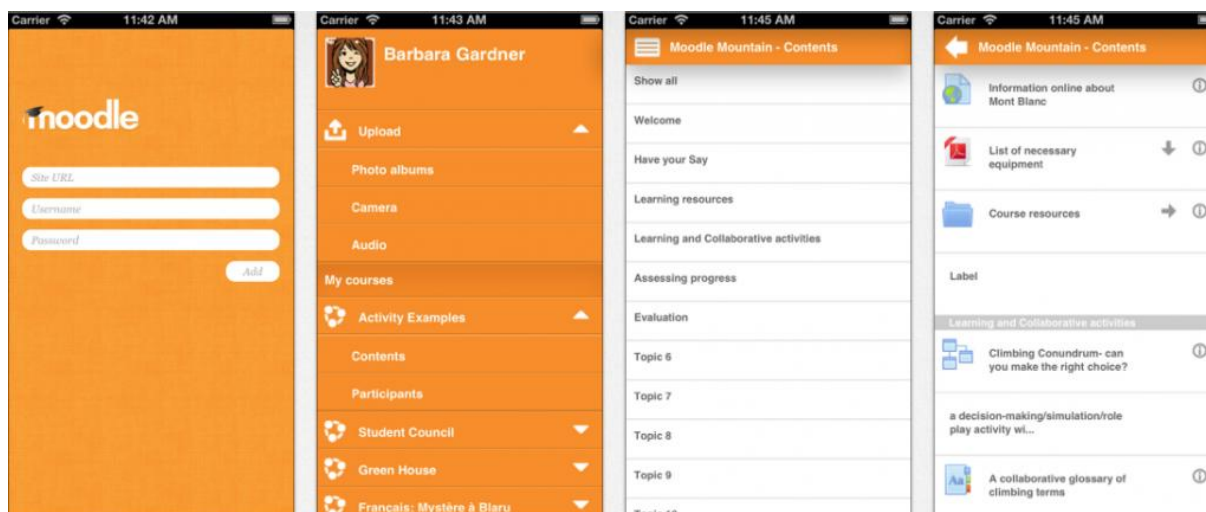


Figura 6 – Interface do Moodle Mobile

Fonte: Site oficial da ferramenta<sup>1</sup>

Os cursos nos quais o usuário está matriculado são apresentados, assim como os respectivos tópicos ou semanas destas disciplinas estão dispostos no formato vertical, sendo expandidos ao clicar. Os recursos disponibilizados no ambiente são o glossário, tarefas, arquivos em diferentes formatos, dentre outros.

### 2.5.3. Bootstrap Theme

O Moodle possui temas ou *themes*, que são *templates* / *interfaces* previamente definidas que podem ser aplicados ao *layout* geral do ambiente. O tema Bootstrap<sup>2</sup>, que é uma espécie de *framework* formado por *Cascading Style Sheets* (CSS), pode ser integrado ao ambiente Moodle na seção de *plugins*, na qual este é inserido como tema. Com a sua instalação realizada, a configuração da *interface* a ser apresentada pode ser efetuada para diferentes tipos de dispositivos.

Na opção de seleção dos temas a serem carregados na *interface* do Moodle, o ambiente provê a seleção para quatro tipos: *Default*, *Legacy*, *Mobile* e *Tablet*. Na opção *Default*, a *interface* escolhida pelo administrador do ambiente será carregada quando o acesso for realizado via *desktop* ou *notebook*. Com o mesmo processo de funcionamento, no tipo *Mobile* e *Tablet* é selecionado escolhido em virtude do acesso utilizando um *Smartphone* ou

<sup>1</sup> Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.moodle.moodlemobile&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.moodle.moodlemobile&hl=pt_BR)

<sup>2</sup> Disponível em: [https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=theme\\_bootstrap](https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=theme_bootstrap)

*Tablet*. Por fim, a opção *Legacy* serve para os arquivos legados, sendo neste caso, por padrão, mantida a *interface* original do Moodle.

O tema Bootstrap adapta a interface do Moodle (Figura 7), modificando o tamanho dos botões, o modo de apresentação dos conteúdos e ferramentas, dentre outros aspectos, para se adequarem ao tamanho da tela do usuário. Como este tema modifica somente a *interface* do ambiente, os recursos existentes no Moodle tradicional são mantidos e podem ser acessados normalmente pelo usuário.

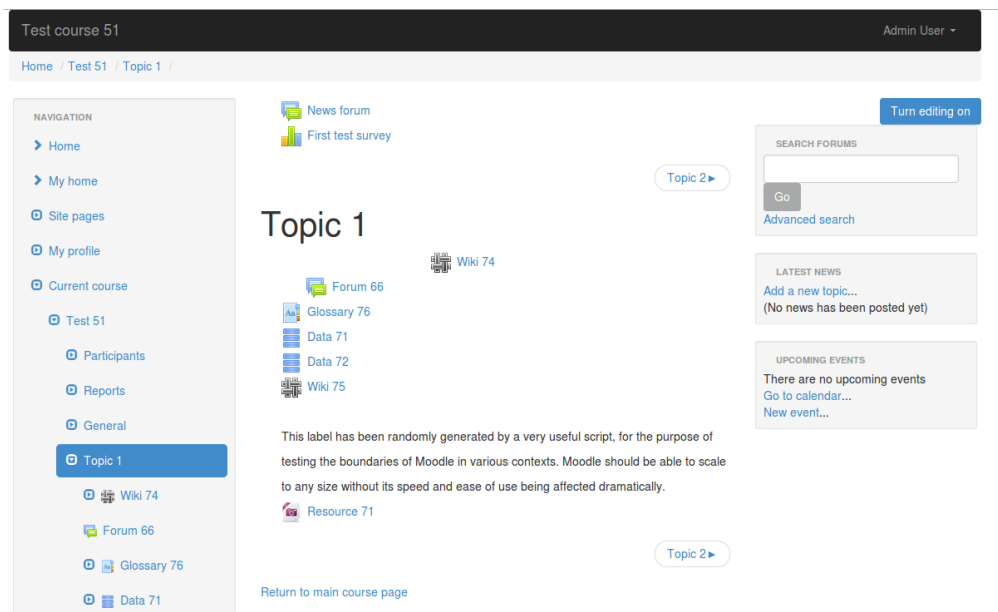


Figura 7 – *Interface* do Bootstrap Theme

O Bootstrap foi selecionado com base no estudo realizado em Voss et al. (2013) para ser integrado ao ambiente Moodle e prover a adaptação para dispositivos móveis. A seção 4.5 detalha o seu funcionamento no ambiente e a forma de operação.

## 2.6. Teste de *Software*

Esta seção fornece o embasamento necessário para o processo de avaliação do UVLE<sup>QoC</sup>, com o intuito de contextualizar e esclarecer os aspectos gerais envolvidos no processo de validação do ambiente. Para isso, são explanados conceitos a respeito de Qualidade de *Software*, Teste de *Software* e demais conteúdos relacionados.

A Qualidade de *Software* é definida por Pressman (2011) como uma gestão de qualidade efetiva aplicada de modo a criar um produto útil que forneça valor mensurável para

aqueles que o produzem e para aqueles que o utilizam. Para que tal processo seja garantido, existem diversos componentes que são utilizados para avaliar a qualidade de um sistema, como o uso de padrões internacionais e nacionais, auditorias, testes de *Software*, dentre outros.

De forma mais específica, o Teste de *Software* pode ser visto como uma parcela do processo de Qualidade de *Software*, que segundo Sommerville (2011), destina-se a mostrar que um programa faz o que é proposto a fazer e para descobrir os defeitos do programa antes do uso. É por meio de testes que podem ser identificados problemas e defeitos no sistema em desenvolvimento, envolvendo desde a análise de seus aspectos internos de implementação, como as funcionalidades externas de alto nível.

Para a realização de um teste, existem diversos princípios que devem ser seguidos, como a elaboração do caso de teste. Craig e Jaskiel (2002) definem caso de teste como uma condição particular a ser testada e que é composto por valores de entrada, restrições para a sua execução e um resultado ou comportamento esperado. A sua elaboração pode abranger os aspectos internos de um *Software*, verificando possíveis defeitos, assim como verificar se os requisitos de *Software* foram plenamente atendidos.

Com base nisso, a seguir são descritos os principais tipos de teste de *Software*, assim como é detalhada as técnicas para teste de *Software*.

### 2.6.1. Níveis de Teste de *Software*

Os testes de *Software* podem ser divididos em diferentes níveis, que podem avaliar desde o início do desenvolvimento de um sistema até o outro extremo, na qual é realizada sua avaliação de forma completa, como um pacote inteiro. Com base em Rocha et al. (2001), são descritos alguns dos principais níveis de testes de *Software*.

O teste de unidade, também conhecido como teste de módulo, é definido por Myers (2004) como o processo de teste de subprogramas e sub-rotinas individuais, ou de procedimentos em um programa. Envolve os menores elementos de um sistema, separando-o em unidades para a realização dos testes.

Segundo Pressman (2011), o teste de unidade focaliza o esforço de verificação na menor unidade de projeto de *Software*: o componente ou módulo de *Software*. Nesta fase são testadas as menores unidades de *Software* disponíveis, verificando assim diversas partes pequenas do sistema e não ele como um todo, com os componentes integrados entre si.

O teste de integração é definido por Pressman (2011) como uma técnica sistemática para construir a arquitetura de *Software*, ao mesmo tempo em que conduz testes para descobrir erros associados com as *interfaces*. Corresponde a forma como o sistema se comportará com a integração de todas as unidades funcionando conjuntamente.

O autor destaca que este tipo de teste tem como objetivo construir uma estrutura de programa determinada pelo projeto, a partir de componentes testados em unidade. Posteriormente a realização dos testes de unidade, é realizada a integração dos componentes verificados com o intuito de testá-los de forma conjunta e analisar seu comportamento.

O teste de sistema está relacionado à averiguação do sistema como um todo, de forma que sejam executadas ações em todas as suas partes, por meio da realização de diferentes tipos de teste. Segundo Pressman (2011), cada um dos testes realizados no sistema tem uma finalidade diferente, mas todos funcionam no sentido de verificar se os elementos do sistema foram integrados adequadamente e executam as funções a eles alocadas.

O teste de aceitação é definido por Myers (2004), como o processo de comparar o programa às suas necessidades iniciais e as necessidades atuais de seus usuários finais. Ainda segundo o autor, é um tipo incomum de teste, em que geralmente, é realizado pelo cliente do programa ou usuário final, e, normalmente não é considerada a responsabilidade da organização de desenvolvimento.

Os testes de regressão são executados após terem sido realizadas melhorias funcionais ou determinados tipos de reparações no sistema (Myers, 2004). Ainda segundo o autor, a sua finalidade é determinar se a alteração regrediu outros aspectos do programa.

Os testes selecionados e executados no ambiente foram o Teste de Unidade e Teste de Integração, por ser se adequaram ao tipo de desenvolvimento realizado, com o uso de módulos e a integração destes ao ambiente Moodle. Também foi avaliada a possibilidade da realização de testes de sistema, mas como o Moodle é um ambiente já desenvolvido, ou seja, utilizado por milhares de usuários em diferentes locais do mundo, não seria aplicável avaliar o sistema como um todo, visto que foram somente adicionadas unidades à estrutura já existente. O teste de aceitação também se encaixa dentro desta mesma linha de pensamento, além de que, foi optado pela realização de testes com o uso de questionários desenvolvidos seguindo determinadas métricas que não encaixariam na característica de um teste de *Software* propriamente dito, como com o uso de casos de teste.

## 2.6.2. Técnicas de Teste de *Software*



As técnicas para testar *Softwares* têm como principal objetivo identificar falhas no seu funcionamento. Conforme explicado em Rocha et al. (2001), as técnicas de teste são classificadas de acordo com a origem das informações utilizadas para estabelecer os requisitos de teste. As técnicas existentes são: técnica funcional ou de caixa branca e técnica estrutural ou de caixa preta.

O teste de caixa branca é comumente utilizado pelos desenvolvedores, sendo também conhecido como teste estrutural ou orientado à lógica. De acordo com Myers (2004), esta estratégia permite que seja analisada a estrutura interna de um programa, sendo os dados de teste derivados a partir de um exame da lógica do sistema. Com isso, toda a parte estrutural do sistema é testada, verificando se existem problemas e defeitos no código implementado. Assim, é possível corrigir falhas existentes e proceder com o desenvolvimento do sistema.

Outra técnica de teste comumente utilizada é a caixa preta, também conhecida como teste funcional, orientado a dado ou orientado a entrada e saída. Para Sommerville (2006), esta é uma abordagem na qual os testes são derivados da especificação do programa ou componente. Este tipo de técnica é aplicável para todos os níveis de testes de *Software* descritos anteriormente.

Segundo Myers (2004), para utilizar este método, o sistema deve ser visto como uma caixa preta, onde o objetivo é ser completamente indiferente sobre o comportamento interno e da estrutura do programa, concentrando-se em encontrar circunstâncias em que o programa não se comporta de acordo com as suas especificações. Nos testes realizados neste tipo de método, quanto maior o número de entradas que forem fornecidas para diferentes casos de teste, mais elevada será a riqueza dos resultados obtidos.

Diversos tipos de técnicas podem ser aplicados no teste de caixa preta. A seguir são descritos algumas das principais técnicas existentes.

- Baseado em grafo: verifica o efeito combinado de dados de entrada, as causas (condições de entrada) e os efeitos (ações) são identificados e combinados em um grafo, a partir do qual é montada uma tabela de decisão, e a partir desta, são derivados os casos de teste e as saídas (Rocha et al., 2001);
- Particionamento em classes de equivalência: os dados de entrada para um programa se dividem em uma série de diferentes classes, que têm características comuns, por exemplo, números positivos, números negativos, *strings* sem “brancos”, entre outros (Sommerville, 2006);

- Análise de valor limite: visto que muitos erros podem ocorrer na entrada no sistema, esse critério de teste explora os limites dos valores de cada classe de equivalência para preparar os casos de teste (Pressman, 2011);
- Caso de uso: constituem uma técnica baseada em cenários *Unified Modeling Language* (UML) que identificam os agentes em uma interação, e que descrevem a interação em si (Sommerville, 2006).

O teste de Caixa Preta foi utilizado para avaliar as funcionalidades do UVLE<sup>QoC</sup>, sem abordar as questões ligadas aos testes com código fonte. Para este teste, a elaboração de Casos de Uso foi realizada com o objetivo de criar roteiros de atividades de utilização do ambiente.

## 2.7. Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta uma descrição dos trabalhos relacionados na área de Qualidade do Contexto, demonstrando de forma geral o que tem sido abordado nas pesquisas e quais as características que diferenciam este trabalho dos demais apresentados. Além disso, foi construído um quadro comparativo sobre ambientes adaptativos na área educacional, de forma a esclarecer quais as características presentes neste ambiente em relação aos que já foram desenvolvidos.

### 2.7.1. Trabalhos na área de QoC

Em uma análise realizada por Nazário et al. (2012) em um *survey* sobre Qualidade do Contexto, foi verificado que com relação aos tipos de cenários em que são aplicados estudos nesta área, destacam-se os ambientes inteligentes (*smart-home, personal smart space, smart vehicle*, rede veicular), cenários de saúde (*Medical Advice / Emergency System, M-health, Health, tele-monitoring*), cenários de desastres, entre outros. A seguir são apresentados alguns destes trabalhos.

Kim e Lee (2006) propuseram um método para quantificar a qualidade das informações de contexto em ambientes ubíquos. Os autores justificam o desenvolvimento do trabalho pelo fato de que as informações de contexto devem ser consideradas como muito relevantes nestes tipos de ambientes, assim como a qualidade das mesmas.

Desta forma, foram definidos etapas: separação das informações de contexto; definição dos parâmetros de qualidade (acurácia, completude, representação de consistência, segurança de acesso e atualidade das informações); desenvolvimento do método de

mensuração da qualidade; e, avaliação do mesmo. Para uma primeira avaliação do método proposto, foi utilizado um cenário de *UbiHome*, com sensores espalhados em uma casa, no qual foram realizadas medições sobre os dados obtidos dos sensores utilizando os parâmetros de qualidade acurácia e completude, com o uso de métodos estáticos e informações do número de dados disponíveis, respectivamente. Os dados obtidos foram considerados satisfatórios, visto que ficou dentro de intervalos válidos, o que significa um correto funcionamento do cenário desenvolvido.

O trabalho de Manzoor et al. (2008) realiza uma avaliação dos parâmetros de Qualidade de Contexto, no qual são quantificados para serem apresentados de forma adequada e utilizados em ambientes pervasivos. Um modelo de QoC para o suporte em situações de desastre foi criado e é apresentado no artigo, no qual os seguintes parâmetros foram avaliados e estruturados: atualidade das informações, confiabilidade, completude e significância. Como resultados foram elaborados as fórmulas para medição e os atributos envolvidos, assim como o desenvolvimento do algoritmo para esses quatro parâmetros.

Em Yasar et al. (2011) são definidos os atributos de Qualidade do Contexto e de reputação pares para nós em redes veiculares, com o objetivo de propiciar comunicações eficientes. Os autores dividiram a proposta em duas fases, na qual a primeira está centrada exclusivamente na Qualidade do Contexto, enquanto a segunda está na determinação da reputação dos nós envolvidos na comunicação. Suas contribuições são as definições de limites de informações aceitáveis com o objetivo de garantir um mínimo de qualidade, eliminando aquelas que não estão dentro dos padrões aceitáveis.

Zheng et al. (2011) propuseram um *framework* sensível ao contexto que suporta o gerenciamento de QoC em diversas camadas, realizando a eliminação de contextos duplicados e a retirada dos inconsistentes. Os autores compararam as probabilidades do contexto ser válido utilizando diferentes algoritmos de análise, como a seleção do mais novo serviço e do que possui maior relatividade. Com o *framework* é possível avaliar o contexto na sua forma bruta, descartando aqueles que são duplicados ou inconsistentes para prover informações de contexto com boa qualidade para as aplicações.

No trabalho de Filho et al. (2010) são abordados os conflitos que podem ser gerados na coleta de informações para dar suporte às decisões das aplicações adaptativas. Os autores explicam que os parâmetros de QoC podem ser utilizados para realizar essas tarefas, buscando resolver os conflitos internos e externos baseado em dois indicadores: a probabilidade de correção e a confiabilidade. A abordagem proposta é incorporada na camada de fusão de

contexto da estrutura de gerenciamento desenvolvido pelos autores, para suportar serviços sensíveis ao contexto e aplicações.

Além dos trabalhos apresentados, podem ser citadas demais pesquisas envolvendo QoC, como em Widya et al. (2006), Sheikh et al. (2007), Pawar et al. (2007) e Fanelli et al. (2011).

Os trabalhos apresentados abordam diferentes domínios de aplicação, como redes de nós veiculares, casas inteligentes, cenários de desastres naturais, dentre outras, enquanto que este trabalho está focado na área educacional, com a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem. Na presente pesquisa, parâmetros de Qualidade do Contexto são aplicados para criar maiores garantias de que o contexto formulado seja condizente com a realidade do usuário e a adaptação do ambiente ocorra corretamente.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é o estudo aprofundado que foi efetuado para identificar o maior número possível de parâmetros presentes na literatura, sendo realizada a análise individual de cada um destes para identificar quais se adequavam ao contexto deste trabalho e poderiam ser aplicados no ambiente. Nos demais trabalhos analisados, os parâmetros de QoC são em número bem reduzido, sendo específico para o tema proposto na pesquisa, não realizando um trabalho de identificação de todos os parâmetros que poderiam ser aplicados nos sistemas propostos, ou seja, os autores delimitam os parâmetros a serem utilizados como testes iniciais.

### 2.7.2. Ambientes adaptativos

Diversos ambientes adaptativos educacionais têm sido desenvolvidos para auxiliar professores e estudantes em cursos à distância e presenciais na realização de suas atividades acadêmicas. Uma pesquisa realizada identificou uma grande quantidade de trabalhos desenvolvidos, como em Jones e Jo (2004), Hwang et al. (2009), Wu et al. (2008) e Hsieh et al. (2007), porém em todos os casos citados foi identificado que se tratava de protótipos, ou seja, não possuem uma versão oficial para testes ou sequer tiveram algum tipo de validação.

Uma seleção de quatro trabalhos foi efetuada, levando em consideração os que detinham um maior grau de similaridade com o UVLE<sup>QoC</sup>. Os ambientes analisados foram os seguintes: AdaptWeb (Oliveira et al., 2003), SEDECA (Mozzaquatro, 2010), U-SEA (Piovesan, 2011), Sistema Hiperídia Adaptativo (SHA) para Educação a Distância (EaD) (Marques, 2006) e o UVLE<sup>QoC</sup>.

O ambiente AdaptWeb<sup>3</sup> (Oliveira et al., 2003) é um ambiente de código aberto que modifica a forma de apresentação das disciplinas de cursos presenciais e a distância, em que são realizadas adaptações nos conteúdos dispostos de acordo com os estilos de aprendizagem dos educandos. Assim, a finalidade do ambiente é adaptar o conteúdo, a apresentação e a navegação de acordo com o perfil do usuário.

Ele armazena informações referentes ao curso, conhecimento, preferências e histórico navegacional de cada usuário, em que é formulado um modelo flexível para ele e com base nisso são realizadas as adaptações dos conteúdos e recursos apresentados no ambiente. O ambiente continua em constante desenvolvimento e possui diversos trabalhos publicados (Oliveira et al., 2003; Pernas et al., 2009) sobre as pesquisas realizadas envolvendo a sua utilização em cursos à distância.

O SEDECA (Mozzaquatro, 2010) trata da identificação do perfil cognitivo dos alunos, no qual por meio da aplicação de um questionário, ele define o perfil do usuário (Holista, Divergente, Serialista ou Reflexivo), suas preferências quanto ao conteúdo e ferramentas, realizando as adaptações do ambiente. As adaptações executadas são realizadas com o uso da Hipermídia Adaptativa, nas quais são apresentados os materiais e ferramentas preferenciais do usuário na disciplina, além de prover uma adaptação para dispositivos móveis.

O U-SEA (Piovesan, 2011) aborda a identificação do contexto computacional em que o usuário está inserido, por meio da verificação da sua velocidade de conexão, adaptando o ambiente para carregar os arquivos suportados de acordo com sua velocidade, baseado em regras previamente estabelecidas. Os testes realizados com usuários foram considerados positivos, pois os alunos consideraram as adaptações propostas adequadas com as suas necessidades. O ambiente também provê uma adaptação para uso em dispositivos móveis.

O SHA\_EAD (Marques, 2006) utiliza a Hipermídia Adaptativa para executar adaptações nos conteúdos instrucionais dispostos nas disciplinas para cursos à distância. Desta forma, de acordo com o estilo cognitivo de cada aluno identificado pelo ambiente por meio de um questionário, os materiais a serem apresentados eram selecionados para satisfazer as particularidades do usuário.

Além disso, a adaptação da *interface* do ambiente também é realizada com o objetivo de modificar a forma de apresentação dos *Links* e páginas de acordo com o perfil do usuário. Uma validação do ambiente foi executada com o uso de questionários para avaliar a interação

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/adaptweb/>

dos usuários, na qual foram obtidos resultados considerados positivos para o protótipo inicial desenvolvido.

Um comparativo com os ambientes descritos e com o proposto nesta pesquisa foi realizado, a fim de demonstrar as suas características e o que foi abordado no UVLE<sup>QoC</sup>. Para isso, foram formulados 8 indicadores que foram utilizados na análise no comparativo descrito:

1. O ambiente utiliza como base o Moodle ou é autônomo?
2. Usa informações de contexto?
3. Quais tipos de informação de contexto são utilizados?
4. A adaptação é realizada utilizando Hipermídia Adaptativa?
5. Que técnica (s) e métodos (s) de HA são aplicados?
6. São utilizados parâmetros de QoC para tratar as informações de contexto?
7. Possui adaptação para dispositivos móveis?
8. Que tipo de adaptação é aplicado?

A Tabela 4 apresenta o resultado do comparativo realizado entre os ambientes selecionados e os indicadores analisados.

É possível observar no quadro comparativo que todos os ambientes apresentados utilizam informações de contexto para adaptar o sistema às preferências dos usuários. Há uma predominância quanto aos tipos de informações utilizadas nestes ambientes, como o perfil cognitivo, velocidade de conexão e o tipo de dispositivo.

Um ponto importante que deve ser ressaltado é a métrica de Qualidade do Contexto, que não é adotada em nenhum dos ambientes observados, sendo uma particularidade aplicada no UVLE<sup>QoC</sup>. Isso demonstra que a qualidade não é um fator que está sendo considerado nestes ambientes como relevante nas adaptações de acordo com o contexto do usuário.

Essa ausência de tratamento das informações de contexto coletadas no ambiente pode ser prejudicial às adaptações dos conteúdos e ferramentas de acordo com as preferências dos usuários, pois podem não refletir a sua situação momentânea e causa modificações inadequadas que dificultam a interação do usuário com o ambiente. Assim, ressalta-se a importância e o diferencial que o UVLE<sup>QoC</sup> possui em relação aos demais ambientes analisados, ao tratar a questão da qualidade das informações que formulam o contexto do usuário.

Tabela 4 - Quadro comparativo de ambientes *U-Learning*

<b>Ambientes / Indicadores</b>	<b>AdaptWeb</b>	<b>SEDECA</b>	<b>U-SEA</b>	<b>SHA_EAD</b>	<b>UVLE<sup>QoC</sup></b>
<b>(1)</b>	Autônomo	Moodle	Moodle	Autônomo	Moodle
<b>(2)</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>(3)</b>	Preferência navegação; Tipo de conexão;	Perfil cognitivo; Tipo do dispositivo;	Velocidade conexão; Tipo do dispositivo;	Perfil cognitivo;	Perfil cognitivo; Velocidade de conexão; Tipo do dispositivo;
<b>(4)</b>	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
<b>(5)</b>	Utiliza técnicas e métodos de Apresentação Adaptativa e Navegação Adaptativa.	Apresentação Adaptativa: explicação variante e o método de Página Variante.	-	Utiliza técnicas e métodos de Apresentação Adaptativa e Navegação Adaptativa.	Apresentação Adaptativa: Fragmento Variante e o método de explicação variante.
<b>(6)</b>	Não	Não	Não	Não	Sim
<b>(7)</b>	Não	Sim	Sim	Não	Sim
<b>(8)</b>	-	MLE Moodle	MLE Moodle	-	Bootstrap

Outro aspecto está relacionado à utilização da Hipermídia Adaptativa para modificar a estrutura de apresentação dos conteúdos e *interface* do ambiente, que com exceção do U-SEA, foi adotada por todos os demais sistemas. O AdaptWeb e o SHA\_EAD utilizam tanto a Apresentação Adaptativa como a Navegação Adaptativa para realizar modificações no ambiente, incluindo diversos tipos de técnicas e métodos de adaptação. Já o UVLE<sup>QoC</sup> e o SEDECA adotaram somente o uso da Apresentação Adaptativa e a aplicação de um tipo de

técnica e método, visto que as adaptações nos materiais e ferramentas poderiam ser realizadas somente com o uso destes tipos de recursos, sem a necessidade de incluir outras técnicas e métodos de forma conjunta.

Por fim, a adaptação para dispositivos móveis no AdaptWeb é realizada por meio do uso de uma página com *interface* específica para dispositivos móveis, e, o SHA\_EAD não possui adaptação, enquanto que no U-SEA e SEDECA foi utilizado o MLE-Moodle para realizar a adaptação e no UVLE<sup>QoC</sup> foi aplicado o tema Bootstrap, que modifica somente o *layout* e mantém os demais recursos do ambiente, adequando-se ao tamanho da tela do dispositivo do usuário.

Desta forma, é possível perceber as diferenças existentes entre os ambientes adaptativos existentes e o que foi desenvolvido, além de esclarecer que os sistemas que utilizam Qualidade do Contexto têm um foco voltado para outras áreas, conforme apresentado na seção anterior, enquanto que este aborda a utilização de um ambiente na área educacional.





### **3. METODOLOGIA**

Do ponto de vista de sua natureza, a pesquisa empregada classifica-se como uma pesquisa aplicada, cujo objetivo é descritivo e tem uma abordagem quantitativa. Conforme Silva e Menezes (2001), a pesquisa pode ser classificada como aplicada, que tem como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

O objetivo da pesquisa é descritivo e a abordagem quantitativa, na medida em que foram realizadas investigações empíricas visando avaliar um ambiente. Neste caso, relacionado à definição dos parâmetros de QoC, suas métricas e o processo de avaliação do ambiente.

Para melhor compreensão da metodologia empregada, optou-se por uma descrição das etapas envolvidas: verificação dos ambientes U-SEA e SEDECA; definição das técnicas de HA a serem utilizadas; estudo das tecnologias de adaptação móvel para o AVA; pesquisa, análise e seleção dos parâmetros QoC e suas respectivas métricas; modelagem e desenvolvimento do ambiente; e, avaliação do ambiente por meio de diferentes tipos de testes.

#### **3.1. Etapas da pesquisa**

A seguir são descritas as etapas de pesquisa que foram definidas para o desenvolvimento deste trabalho, visando esclarecer de forma detalhada os procedimentos adotados e a forma de avaliação estabelecida.

##### **3.1.1. Verificação dos ambientes U-SEA e SEDECA**

O UVLE<sup>QoC</sup> utiliza as informações de contexto referentes à velocidade de conexão do usuário e seu perfil cognitivo. Para realizar a captura dessas informações, foram integrados dois módulos ao ambiente: o U-SEA (Piovesan, 2011), que captura a velocidade de conexão e o SEDECA (Mozzaquatro, 2010), que define o perfil cognitivo do usuário.

Para a realização destes procedimentos, foi necessário efetuar uma reestruturação do código fonte destes ambientes, assim como a atualização das ferramentas utilizadas nestes. A

seção 4.2.1 descreve estas atividades realizadas, de forma que estes dois módulos pudessem ser integrados ao UVLE<sup>QoC</sup>, realizando a captura destas informações de contexto.

### 3.1.2. Definição de técnicas de HA

O uso da Hipermédia Adaptativa teve por objetivo efetuar modificações na forma de apresentação dos conteúdos e ferramentas em cada disciplina do UVLE<sup>QoC</sup>. As modificações implementadas estão relacionadas à disponibilização dos materiais e ferramentas de acordo com o perfil tecnológico e cognitivo do usuário, apresentando somente aqueles que estão de acordo com as preferências e necessidades dos usuários.

Para tais operações, foi aplicada a técnica de HA denominada de Fragmento Variante, sendo executada de forma conjunta a esta o método de explicação variante. A inserção destas no ambiente é abordada de forma detalhada na seção 4.3.

### 3.1.3. Estudo de tecnologias para adaptação móvel do AVA

Para a adaptação da *interface* quando acessada via dispositivos móveis, foi realizado um estudo (Voss et al., 2013) acerca das tecnologias existentes para efetuar tal ação no UVLE<sup>QoC</sup>. O resultado deste estudo apontou para a utilização do tema Bootstrap, sendo que a pesquisa realizada e a escolha desta tecnologia também são detalhadas na seção 4.5.

### 3.1.4. Análise e seleção dos parâmetros de QoC

Para o tratamento das informações de contexto coletadas, determinados parâmetros de qualidade foram utilizados para selecionar somente aquelas informações que estão dentro de um intervalo válido previamente estabelecido. Os parâmetros usados neste trabalho foram selecionados com base em uma análise realizada para verificar quais se encaixavam nos tipos de informação de contexto utilizadas pelo ambiente, no caso o perfil cognitivo e a velocidade de conexão do usuário.

Os seguintes parâmetros de qualidade foram aplicados: Atualidade das Informações (*Up-to-dateness*); Completude (*Completeness*); Permissão de acesso (*Access Right*); Tempo de Vida (*Freshness*); Cobertura (*Coverage*); Repetibilidade (*Repeatability*); Frequência (*Frequency*); Precisão (*Precision*); Atraso (*Delay Time*); Representação de consistência (*Representation Consistency*); Precisão (*Precision*).

Com a definição destes parâmetros, também foram estabelecidas as métricas para cada um deles, com o objetivo de quantificá-los para verificar se eram válidos e conseqüentemente estabelecer que a respectiva informação possa ser utilizada na formulação do contexto do usuário. Todo o processo de análise, seleção e demais atividades aplicadas é descrito na seção 4.3.

### 3.1.5. Modelagem e desenvolvimento do UVLE<sup>QoC</sup>

A modelagem do ambiente foi realizada com base nas definições estabelecidas nas etapas já apresentadas. Para esta etapa, foi desenvolvido juntamente ao modelo ER já existente do Moodle, um “recorte” no qual são demonstradas as tabelas e atributos que foram adicionados e integrados. Além disso, os diagramas de UML foram criados para demonstrar a modelagem do ambiente, sendo construídos diagramas de caso de uso e atividades. A arquitetura do ambiente também foi definida para esclarecer de forma detalhada o funcionamento do UVLE<sup>QoC</sup>, demonstrando todos os componentes e tecnologias que integram este. A seção 4.6 apresenta todos os elementos citados nesta etapa.

O desenvolvimento do ambiente abrange a integração dos módulos, tecnologias e demais recursos apresentados anteriormente em um único sistema, que tem como base o AVA Moodle. As tecnologias utilizadas foram o Wamp, que engloba o Apache para hospedar o ambiente, a linguagem de programação PHP e o banco de dados MySQL que estão presentes no Moodle, selecionado por ser amplamente utilizado no meio acadêmico e com vasta documentação existente, assim como possui código aberto para edição.

### 3.1.6. Avaliação do UVLE<sup>QoC</sup>

Com relação à avaliação do UVLE<sup>QoC</sup>, foram estabelecidos dois tipos de avaliação para o UVLE<sup>QoC</sup>: Teste de *Software* e a utilização deste por um grupo de usuários. Para a realização desta avaliação, foi utilizado um servidor com IP público para acesso por parte dos usuários, que detinha das seguintes configurações: processador Intel Xeon X3363 2.83 GHz, 8 GB de memória RAM e HD de 1 TB. Cada uma destas etapas é descrita de forma sucinta nas próximas seções.

Para o Teste de *Software*, foi realizado um estudo teórico acerca deste tópico, conforme apresentado na seção 2.6, na qual serviu como embasamento para selecionar os testes que foram executados no ambiente. Com base nisso, foi selecionado o Teste de

*Software* denominado de Teste de Caixa Preta, que avalia as funcionalidades do ambiente e não os aspectos relacionados ao código fonte. Dentro do Teste de Caixa Preta, foram escolhidos dois tipos de teste de *Software* para a avaliação do ambiente: teste de unidade e teste de integração.

Quanto à técnica que foi escolhida para a execução dos testes de unidade e integração, foi optado pela utilização de Casos de Teste, no qual foram montados os respectivos Casos de Uso para cada um destes, com diferentes aspectos e valores de entrada e saída para a verificação do ambiente.

Os participantes envolvidos nesta etapa de avaliação do UVLE<sup>QoC</sup> foram dois usuários que trabalharam no desenvolvimento do ambiente, efetuando as ações necessárias, como entrada de dados aleatórios de forma manual, para posterior coleta dos dados e análise dos resultados.

As informações analisadas durante os testes realizados, por meio dos casos de teste, foram o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão. Além disso, foi verificado se a adaptação para dispositivos móveis ocorreu corretamente e os parâmetros de qualidade de contexto aplicados executaram as ações propostas.

Posterior à verificação utilizando casos de testes, foi realizada uma avaliação do ambiente com usuários. Para isso, nesta etapa foi selecionado um grupo de usuários integrantes dos cursos de graduação e pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que detinham uma experiência de uso do Moodle tradicional de no mínimo 2 anos.

Eles interagiram no ambiente para analisar se os módulos inseridos funcionaram de forma correta e a adaptação dos recursos estava de acordo com o contexto do usuário. Foram aplicados dois tipos de questionários para avaliar a utilização do ambiente pelos usuários, no qual o primeiro envolveu aspectos específicos dos módulos desenvolvidos com a disposição de 11 questões de múltipla escolha e duas dissertativas, enquanto que o segundo é o questionário denominado *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996), que avalia a usabilidade do ambiente e possuía 10 questões de múltipla escolha.

Os participantes envolvidos nesta etapa de avaliação do ambiente corresponderam a um grupo de usuários específicos para a realização dos testes, que foram 12 pessoas com conhecimentos avançados em informática, no qual 5 indivíduos realizam o curso de graduação em Ciência da Computação, enquanto que os demais pertenciam ao Mestrado em Ciência da Computação. Os usuários já detinham conhecimentos prévios sobre o ambiente

Moodle e já haviam utilizado o mesmo em outras disciplinas de graduação, além desta própria em questão.

Em um estudo realizado por Bevan et al. (2003), ele definiu que existe um número mágico de cinco usuários para serem utilizados em um teste de usabilidade. Contudo, em uma análise realizada por Faulkner (2003), é demonstrado que é necessário que o número de usuários seja representativo. Seguindo estas linhas, estabeleceu-se como meta um número mínimo de cinco pessoas para realizar a avaliação do ambiente, tendo como resultado a realização dos testes por 12 usuários. Todo este processo envolvendo a aplicação de ambos os questionários é detalhado na seção 5.2.

As informações analisadas após os testes realizados, por meio dos questionários aplicados, estavam relacionadas à usabilidade do sistema e aos módulos desenvolvidos. No questionário do SUS foram aplicadas 10 questões de múltipla escolha para a avaliação da usabilidade do ambiente, sendo a sua avaliação realizada conforme regras previamente estabelecidas no próprio questionário.

No questionário sobre os módulos desenvolvidos, foram formuladas 11 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas que abordavam detalhes específicos de cada módulo com o propósito de averiguar o seu funcionamento. Para a mensuração dos resultados obtidos neste, foi utilizada a escala Likert (Likert, 1932), na qual foram estabelecidas as seguintes respostas: Discordo plenamente, Discordo em parte, Não Concordo nem Discordo, Concordo em parte e Concordo Plenamente. As respostas tinham valores de 1 a 5, sendo 1 a resposta Discordo Totalmente e 5 a resposta Concordo Totalmente.

A análise dos resultados foi realizada por meio de Estatística Descritiva, que trata da coleta, organização, classificação, apresentação e descrição dos dados observados (Moraes et al., 2011). Os dados são apresentados em forma de gráficos e tabelas, sendo as informações contidas nestes resumidas por meio de medidas estabelecidas.

Uma avaliação do questionário sobre os módulos também foi efetuada por meio de uma técnica denominada de Alfa de Cronbach (Peterson, 1994). Ela realiza uma verificação do questionário aplicado aos usuários, com o intuito de validar a confiabilidade do mesmo e garantir uma maior credibilidade aos resultados obtidos.

O material de teste utilizado nas duas etapas de avaliação, contou com o uso de dispositivos móveis, como *tablets* e *Smartphones*, com um tamanho de tela de 4" e 10" respectivamente, cujo sistema operacional era o Android. Mesmo que a *interface* dos dispositivos utilizados seja similar, optou-se por utilizá-los distintamente uma vez que a diferença no tamanho das telas representa um aspecto de grande relevância. Além disso,

também foi utilizado um *notebook* para acessar o ambiente, portando o sistema operacional Windows 8 e com um tamanho de tela de 14”.

A descrição dos dispositivos utilizados pode ser vista na Tabela 5. Quanto ao tipo de conexão, foi utilizado tanto no *notebook*, quanto no Galaxy S3 Mini, a banda larga, enquanto que no *tablet* e também no Galaxy S3 Mini foi usada a rede de dados móveis 3G.

Tabela 5 – Especificações dos dispositivos utilizados nos testes

Dispositivo / Características	<i>Tablet</i> 10.1	Galaxy S3 Mini	<i>Notebook</i>
Fabricante	Samsung	Samsung	Dell
Modelo	GT-N8000	GT-I8190L	Inspiron 14z
Versão SO	Android 4.1.2	Android 4.1	Windows 8.1
Ecrã	10,1”	4”	13”
Memória	2 GB	1 GB	4 GB
Processador	Quad Core 1.4 GHz	Dual Core 1 GHz	Core i5 1.80 Ghz

Quanto ao desenvolvimento do material utilizado nos testes com o ambiente, foram selecionados conteúdos de um tópico específico de uma disciplina de Redes de Computadores, denominado de Segurança em Redes. Este conteúdo foi utilizado nesta disciplina e estava organizado em diferentes tipos de mídias: *slides*, textos longos ou artigos, vídeos, imagens e *Links* para diferentes páginas *Web*.

Estes materiais foram dispostos no UVLE<sup>QoC</sup>, em uma disciplina criada com o nome de Redes de Computadores, na qual foram inseridos os diferentes tipos de mídias em dois tópicos da disciplina. Todos os aspectos envolvendo a avaliação do ambiente são apresentados detalhadamente na seção 5.

## 4. UVLE<sup>QoC</sup>

Nesta seção é descrito de forma detalhada todos os processos envolvidos no desenvolvimento deste ambiente. É apresentado separadamente cada um dos módulos utilizados, como o SEDECA, U-SEA, QoC e a adaptação para dispositivos móveis, assim como o modo de adaptação adotado utilizando a Hipermídia Adaptativa.

Com a descrição de todos os elementos que compõe o ambiente, a sua modelagem é apresentada, sendo posteriormente efetuado o seu desenvolvimento. Estas etapas incluem as alterações efetuadas no banco de dados, formulação da arquitetura e as ilustrações do ambiente em funcionamento.

### 4.1. U-SEA 1.0

No estudo realizado por Piovesan (2011) foi verificado por meio de uma análise teórica, que os estudantes estavam tendo dificuldades na utilização do ambiente do Moodle, devido ao tamanho dos arquivos que eram apresentados ao usuário e suas baixas velocidades de conexão. Isto tornou a sua interação com o ambiente onerosa e insatisfatória, gerando em diversos casos até uma rejeição de uso por parte do usuário.

Com base nisso, foram propostas adaptações ao tipo de contexto tecnológico dos usuários, mais especificamente relacionado à velocidade de conexão. Desta forma, os materiais apresentados ao usuário nas disciplinas variavam de acordo com a velocidade de conexão de rede no momento atual em que ele acessava o ambiente.

Caso a sua velocidade de conexão, no momento em que realizava o acesso ao ambiente fosse inferior a 500 Kbps, somente os arquivos denominados de adaptados, cujo tamanho era menor que 400 Kb, eram carregados na página da disciplina. Se o valor verificado fosse superior a 500 Kbps, os arquivos chamados de não adaptados, com tamanho maior a 400 Kb eram apresentados nas disciplinas para os alunos.

O ambiente utilizado foi o Moodle, no qual o usuário de perfil Professor deveria adicionar materiais semelhantes de um mesmo conteúdo, mas com tamanhos diferentes. Desta forma, o ambiente identificava quais eram os adaptados e não adaptados, mostrando somente aqueles que estavam de acordo com o contexto tecnológico do usuário.



Uma adaptação para dispositivos móveis foi utilizada por meio do uso do módulo MLE-Moodle<sup>4</sup>. Ele provia a modificação da *interface* do ambiente para o seu uso em diferentes tipos de dispositivos móveis. Também foram realizadas modificações nele para apresentar o conteúdo adaptativo de acordo com a velocidade de conexão.

#### 4.2. SEDECA 1.0

O trabalho desenvolvido por Mozzaquatro (2010) apresentou o desenvolvimento de um ambiente adaptativo ao estilo cognitivo do educando. Inicialmente foi realizada uma análise do perfil dos estudantes em diferentes disciplinas à distância.

Para esta análise foi aplicado um questionário que continha 68 questões objetivas e uma questão dissertativa, denominado de SEDECA. Foram formuladas 4 questões sobre cada um dos 17 tipos de estilos cognitivos abordados neste questionário.

As respostas obtidas foram analisadas e comparadas às médias de todos os estilos, onde aquele que tinha a maior média era o estilo predominante do usuário. Após a aplicação deste questionário, outro complementar ao SEDECA foi aplicado, sendo embasado nos estudos de Bariani (1998) e Geller (2004), composto por treze questões de caráter subjetivo e dissertativo.

O conteúdo abordado neste questionário referiu-se a indicação das ferramentas de comunicação (*chat*, *wiki*, fórum, livro e questionário) e formato dos materiais preferenciais (artigos, tutoriais, endereços de página *Web*, esquemas, diagramas e gráficos) ao aluno.

O SEDECA foi aplicado a cento e quarenta e nove alunos de diversos cursos. Os estilos cognitivos de maior predominância foram:

- Divergente: de acordo com Bariani et al. (2001), está vinculado à necessidade de experimentar situações novas, de ousar e tentar criar algo diferente, identificando indivíduos aptos a formular, com frequência, respostas originais e criativas;
- Holista: segundo Bariani et al. (2001), está associado a indivíduos que enfatizam o contexto global e não os aspectos específicos de tarefas realizadas, uma vez que considera o contexto global de uma determinada situação como elemento mais relevante para a tomada de decisão;

---

<sup>4</sup> Disponível em: <http://mle.sourceforge.net/>

- Serialista: esses indivíduos colocam sua atenção aos pequenos elementos informativos de um material de estudo ou trabalho, enfatizando cada tópico separadamente, buscando depois estabelecer as relações entre as partes (Mozzaquatro, 2010);
- Reflexivo: conforme Bariani et al. (2001), está associado a indivíduos muito atentos e organizados, que costumam pensar bastante antes de tomar decisões.

Quanto ao questionário complementar, os mesmos alunos que responderam ao SEDECA, também responderam a este:

- Divergente: demonstraram maior interesse pela apresentação do conteúdo em tópicos, *Links* e pela utilização da *Internet*, como fonte de pesquisa. Em relação às imagens, a preferência é por gráficos e/ou diagramas;
- Reflexivo: demonstraram preferência em relação ao uso de textos e imagens da seguinte forma: livros ao invés de textos da *Internet*, textos mais detalhados e gosta de gráficos e/ou diagramas;
- Holista: demonstraram interesse pela apresentação do material didático através de textos e imagens, mesclando as duas;
- Serialista: demonstraram interesse pela apresentação do material didático através de textos e imagens, com o uso de apostilas, tutoriais, gráficos e imagens que definam uma sequência lógica.

Quanto às ferramentas de interação preferencial, as que obtiveram maior destaque foram os fóruns, *chat* e mensagem. Com a aplicação dos questionários, foi definido os 4 estilos cognitivos predominantes entre as respostas obtidas, assim como os tipos de materiais e ferramentas preferenciais de acordo com o perfil cognitivo. Após isso, o desenvolvimento do ambiente adaptativo foi realizado, sendo efetuadas adaptações no ambiente Moodle, cuja versão era a 1.9.

No seu primeiro acesso ao ambiente, o usuário deveria responder a um questionário contendo 16 questões, que definiria o seu perfil cognitivo. Com base neste perfil, foram realizadas adaptações nos materiais e ferramentas apresentados na disciplina de acordo o perfil cognitivo do usuário, por meio da utilização da Hiperídia Adaptativa.

Para a adaptação proposta com HA, foi utilizado o método de explicação variante, sendo implementado pela técnica de Página Variante, que foram explicados de forma detalhada anteriormente na seção 2.4.

Além disso, uma adaptação para o uso do ambiente em dispositivos móveis também foi desenvolvida, com o uso do MLE-Moodle, a fim de que os usuários pudessem ter um conteúdo adaptativo via dispositivo móvel, acessando a qualquer momento e em qualquer lugar. Para isso, foram realizadas modificações neste módulo para apresentar o conteúdo adaptativo de acordo com o perfil cognitivo do usuário quando acessado via dispositivo móvel.

#### 4.2.1. Evolução para as versões 2.0 do U-SEA e SEDECA e integração dos módulos

As atualizações realizadas no ambiente Moodle, da versão 1.9 em diante, fizeram com que diversos aspectos fossem modificados no seu funcionamento, como mudanças na estrutura das tabelas do banco de dados e a inserção de novos recursos, assim como a remoção de outros. Estas modificações acabaram por impossibilitar a utilização dos módulos U-SEA e SEDECA, assim como as adaptações propostas pelo trabalho em versões mais recentes do AVA Moodle.

Com isso, foi proposta neste trabalho a reestruturação destes módulos para a sua utilização nas versões mais atuais do Moodle, conforme visto na Tabela 6, realizando um trabalho de modificação do código fonte e também nas tabelas do banco de dados que haviam sido modificadas. Os dois módulos, que foram desenvolvidos em ambientes Moodle separados, foram integrados ao UVLE<sup>QoC</sup> para serem utilizados de forma conjunta na adaptação do ambiente.

Tabela 6 – Modificações realizadas no U-SEA e SEDECA

Características / Ambientes	SEDECA 1.0	U-SEA 1.0	UVLE <sup>QoC</sup> (SEDECA e U-SEA 2.0)
Moodle	1.9	1.9	2.5.1+
Adaptação Móvel	MLE Moodle	MLE Moodle	Bootstrap
Informação de Contexto utilizadas	Perfil Cognitivo	Velocidade de Conexão	Perfil Cognitivo e Velocidade de Conexão
Método e Técnica de HA	Explicação Variante; Página Variante;	Não foi utilizado HA	Explicação Variante; Fragmento Variante;

A utilização dos 4 estilos cognitivos definidos no trabalho de Mozzaquatro (2010) foram mantidos, assim como a estrutura geral dos questionários, disponível no Anexo A – Questionário SEDECA. Outro aspecto que necessitou ser alterado foi a adaptação para dispositivos móveis, que devido a incompatibilidade existente entre o módulo do MLE-Moodle com as versões 2.0 em diante do AVA Moodle, impossibilitou a sua utilização no ambiente. Para isso, um estudo foi realizado acerca das tecnologias existentes, conforme pode ser visto na seção 2.5, para verificar a mais adequada a ser utilizada na adaptação do ambiente para dispositivos móveis, sendo selecionado o tema Bootstrap.

O método e a técnica adotada no uso da Hiperídia Adaptativa para o módulo SEDECA foram modificados, visto que no ambiente desenvolvido pela autora foram adicionadas quatro páginas na tela inicial do Moodle para cada um dos estilos cognitivos, onde era apresentada somente a página correspondente ao perfil cognitivo do aluno. Porém, isto torna o ambiente estático, visto que para cada disciplina teriam que ser criadas quatro páginas referentes a ela para o usuário acessar.

Assim, com a modificação da técnica e do método adotado, buscou-se fornecer uma maior transparência ao usuário, já que a estrutura das páginas do Moodle não foi modificada, sendo a adaptação realizada diretamente dentro de cada disciplina, nos seus materiais e ferramentas. Estas alterações são apresentadas de forma detalhada na seção 4.6.

### **4.3. Adaptação do UVLE<sup>QoC</sup> utilizando Hiperídia Adaptativa**

A utilização da Hiperídia Adaptativa em ambientes educacionais possibilita realizar alterações no modo de apresentação da sua *interface* e/ou recursos disponibilizados aos usuários. No UVLE<sup>QoC</sup>, a HA foi utilizada para adaptar os materiais e ferramentas mostrados aos alunos na disciplina.

A Figura 8 apresenta a sua estrutura básica de operação. São observados na figura três componentes básicos: modelo do aluno, modelo de domínio e o mecanismo de adaptação.

O modelo do aluno detém as informações acerca das preferências dos usuários, perfil cognitivo, conhecimentos e objetivos. No ambiente, este modelo provê as informações sobre o perfil cognitivo do usuário, que é capturado no momento que ele inicia sua interação com o ambiente, no qual responde ao questionário para definir as suas preferências, além da sua velocidade de conexão que é verificada durante a sua interação com o ambiente.

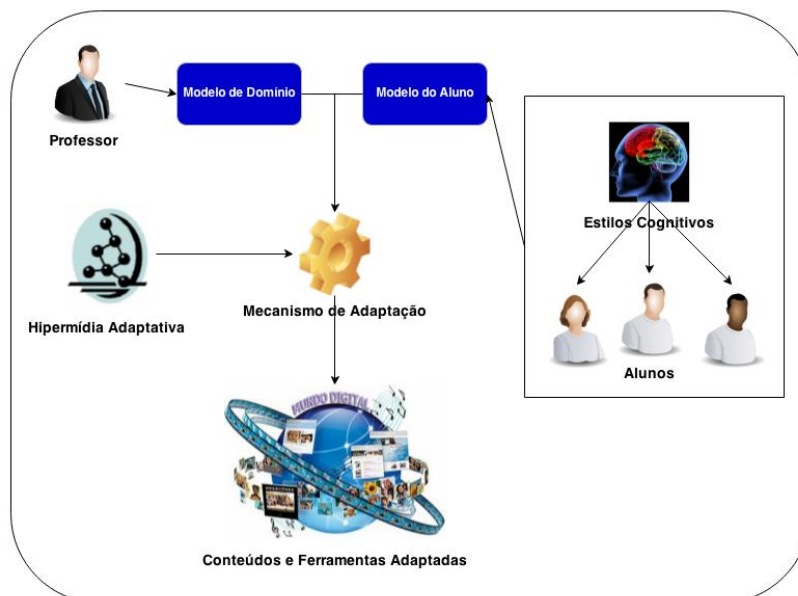


Figura 8 – Estrutura básica de HA no UVLE<sup>QoC</sup>

Fonte: Adaptado de Mozzaquatro (2010)

No modelo de domínio estão presentes os materiais instrucionais que são apresentados aos usuários e a forma de estruturação e aplicação adotada para que isto ocorra. No escopo deste ambiente são os materiais e ferramentas adaptadas ao estilo cognitivo e velocidade de conexão, que são organizados para serem posteriormente apresentados aos usuários.

Por fim, o mecanismo de adaptação utiliza de forma conjunta o modelo do aluno e de domínio para executar as modificações propostas no AVA adaptativo ao perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão. Para isso, o método de Explicação Variante foi usado, sendo implementado pela técnica de Fragmento Variante.

A aplicação desta técnica no ambiente consiste em apresentar em uma mesma página diferentes tipos de conceitos, que no caso da disciplina, são os tópicos ou semanas. Estas detinham diversos fragmentos variantes, ou seja, uma variedade de materiais e ferramentas de diferentes tipos em cada uma das semanas ou tópicos.

Desta forma, utilizando o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão é realizada a adaptação dos materiais e ferramentas apresentadas na página da disciplina por meio do método de Explicação Variante. Este método consiste em mostrar ou esconder partes das informações, disponibilizando somente as partes que são do interesse do usuário.

Na disciplina são ocultados os materiais e ferramentas que não estão de acordo com as preferências definidas no perfil cognitivo do usuário e àqueles que não são apresentados devido a valor da sua velocidade de conexão. Desta forma, caso a preferência do usuário seja

por vídeos e por fóruns, os materiais e ferramentas deste gênero são visualizados por ele, enquanto que os demais são ocultados na disciplina.

Ressalta-se que com relação ao ambiente desenvolvido por Mozzaquatro (2010), no qual foram criadas 4 páginas diferentes independentes das disciplinas presentes no Moodle, no UVLE<sup>QoC</sup> foram integradas estas modificações às próprias disciplinas, adaptando de forma transparente ao usuário e sem páginas externas, como no caso do SEDECA.

O aspecto estático presente anteriormente foi substituído por um modo mais dinâmico, no qual o usuário só necessita responder a um questionário para definir suas preferências que são gravadas pelo ambiente e utilizadas todas as vezes que ele acessar qualquer disciplina, ocultando elementos não desejados e apresentando os demais que possui interesse. Outro aspecto está relacionado à utilização da HA para a adaptação dos materiais e ferramentas de acordo com a velocidade no U-SEA, visto que está técnica não havia sido abordada no trabalho anterior.

A integração destes dois módulos é visto como um diferencial no funcionamento do UVLE<sup>QoC</sup>, pois trata tanto da velocidade, como do perfil cognitivo de forma simultânea, com as adaptações dos materiais e ferramentas sendo baseadas nestes dois tipos de contexto.

#### **4.4. Parâmetros de QoC selecionados**

A utilização dos parâmetros de Qualidade do Contexto no ambiente almeja obter garantias de que as informações de contexto coletadas estivessem de acordo com a situação momentânea do usuário. Com base no estudo realizado na seção 2.3, as próximas seções apresentam de forma detalhada os parâmetros que foram selecionados para serem utilizados, conjuntamente às formas de mensuração adotadas para estes, bem como os descartados.

Bellavista et al. (2012) afirma que uma das questões mais desafiadoras em aberto nesta área é a padronização de um (ou mais) *frameworks* de QoC com parâmetros gerais e parâmetros específicos de QoC, para os aspectos principais de contexto (computação, tempo, físico e contexto de usuário). Tal afirmação pode ser utilizada para justificar a necessidade de terem sido selecionados parâmetros criados por diferentes autores e com formas alternativas para a sua mensuração, dada esta diversidade presente na literatura.

Para atingir o objetivo de implementação de QoC, doze (12) parâmetros foram selecionados, conforme descrito na seção 2.3, sendo estes: *Up-to-dateness*, *Completeness*, *Access Right*, *Freshness*, *Coverage*, *Repeatability*, *Frequency*, *Precision*, *Probability of Correctness*, *Delay Time*, *Representation Consistency* e *Priority*.

Para a mensuração destes parâmetros, as seguintes formas de quantificação foram utilizadas, devido a sua facilidade de aplicação e também pela sua adequação ao formato com que as informações de contexto eram coletadas:

- Descrição de alternativas para a quantificação de parâmetros de forma textual, utilizada no trabalho de Sheikh et al. (2007);
- Fontes e parâmetros de QoC (Manzoor et al., 2008; Manzoor et al., 2010), em que os valores das fontes são usados para determinar os parâmetros de QoC;
- Indicadores e parâmetros de QoC (Filho et al., 2010), nos quais os parâmetros são usados para medição dos indicadores de QoC;
- Fórmulas para o cálculo dos parâmetros, considerando a média ponderada desses parâmetros calculados (Yasar et al., 2011);
- Fórmulas para o cálculo de diversos parâmetros baseados na literatura (Zheng et al., 2011).

Demais alternativas de mensuração, como o uso de ontologias (Gu et al., 2004), métodos estáticos (Henricksen et al., 2002), UML (Neisse et al., 2008), dentre outros, não foram usadas por não se adequarem aos tipos de parâmetros selecionados e também devido a sua forma de aplicação, que não está de acordo com a estrutura presente no ambiente.

#### 4.4.1. Atualidade das Informações (*Up-to-dateness*)

A atualidade das informações, de acordo com Buchholz et al. (2003) é especificada por meio da adição de um *time-stamp* (data e hora) junto à informação de contexto, assim, é necessária uma sincronização de tempo entre a fonte de contexto e o dissipador de contexto. Ainda segundo o autor, isso pode ser determinado, solicitando as informações de contexto atuais ou através da instalação de um serviço de evento na fonte de contexto, atualizando de forma confiável as informações de contexto, se o valor contexto atual difere significativamente da informação de contexto anteriormente fornecida.

O cálculo para este parâmetro foi definido por Manzoor et al. (2008) como segue:

$$\text{Age (O)} = T_{\text{curr}} - T_{\text{meas}}$$

$T_{\text{curr}}$  = tempo atual, capturado no momento em que a verificação é realizada. O seu tipo é DATETIME, com a data no formato xx/xx/xxxx e o horário no formato 00:00:00.

Tmeas = tempo em que foi medida pela primeira vez a informação de contexto que foi utilizada. O seu tipo é DATETIME, com a data no formato xx/xx/xxxx e o horário no formato 00:00:00.

$$\mu = 1 - \frac{Age}{Lifetime}$$

*Lifetime*: tempo de vida útil que a informação poderá ter. Por exemplo, poderá ter 3 minutos de vida útil.

Quanto mais perto o valor de 1, melhor será a situação da informação para ser utilizada na formulação do contexto do usuário. Caso seja mais perto de 0, isso significa que a informação não é adequada para ser utilizada, pois pode estar desatualizada.

Neste trabalho, sua aplicação se deu na velocidade de conexão do usuário, onde a cada atualização ele realiza uma verificação e caso o valor esteja igual a 0,3 ou menor, a velocidade de conexão deve ser medida novamente. Caso contrário, ela será utilizada no ambiente.

Para isso, o *lifetime* da informação de contexto será de 5 minutos, ou seja, quando estiver em 3,5 deverá ser medido novamente. Este valor foi estimado com base no conhecimento empírico dos autores, visto que a medição de forma precisa do tempo necessário de vida útil de uma informação é um processo complexo, no qual não existem estudos consistentes para determinar um valor correto.

Com a realização dos testes, foi verificado se estes valores satisfazem as necessidades dos usuários, por meio da análise da usabilidade do ambiente por parte deles. Assim é possível estimar se o valor estipulado está adequado no processo de formulação do contexto e não traz dificuldades de uso do ambiente pelos usuários.

No seu perfil cognitivo, utilizando o mesmo processo de estimação descrito anteriormente, a verificação se aplica ao questionário, no qual o *lifetime* será de 2 meses. Cada vez que o usuário faz *login* no ambiente é verificado se ele já respondeu ao questionário, caso ele já tenha respondido, então será verificado se a informação é válida ainda. Quando chegar a 0,3, ou seja, quando estiver com 42 dias de vida, deverá ser exibido uma mensagem perguntando se o usuário deseja verificar novamente seu perfil, caso não responda até atingir os 60 dias de vida útil da informação, ele será obrigado a assinalar se deseja realizar ou não novamente o teste sobre seu perfil cognitivo.



#### 4.4.2. Completude (*Completeness*)

Esta medida de qualidade indica a quantidade de informação que é fornecida por um objeto de contexto (Manzoor et al., 2008). Zheng et al. (2011) explica que a completude de um objeto de contexto é calculada como a razão entre a soma dos pesos dos atributos disponíveis de um objeto de contexto, e a soma dos pesos de todos os atributos do objeto de contexto.

$$C(O) = \frac{\sum_{j=0}^m w_j(O)}{\sum_{i=0}^n w_i(O)}$$

Fonte: Manzoor et al. (2008)

É utilizado na velocidade de conexão e no perfil do usuário. Será verificado quando for realizada uma seleção destas informações no banco de dados, analisando se todas as informações estão dispostas, ou seja, não podem existir informações vazias (*null*).

N = 1 atributo (velocidade de conexão).

Wi = 1 - máximo ou essencial.

Na velocidade de conexão, o peso máximo é 1 e existe somente 1 atributo (velocidade), que é essencial para o funcionamento. Então o valor poderá ser 0 ou 1, onde 1 é igual a informação completa e 0 é igual a informação incompleta, devendo ser medida novamente.

No perfil cognitivo, o peso máximo será 7, portanto todos atributos devem estar presentes, caso um deles não esteja, a informação não poderá ser utilizada, pois não estará completa. Assim, caso o valor não seja igual 1, significa que ela está incompleta e não pode ser utilizada.

N = 7 atributos (user\_id, tipo\_estilo, tipo\_material\_1, tipo\_material\_2, tipo\_ferramenta, tipo\_comunicação, timer).

Wi = 7 – máximo ou essencial.

#### 4.4.3. Permissão de acesso (*Access Right*)

Indica a medida na qual o proprietário da informação permite que o consumidor de contexto acesse esta (Manzoor et al., 2010). O acesso a determinadas páginas pode ser restringido para garantir que o contexto do usuário não seja afetado.

Caso seja igual a 1, significa que o usuário tem acesso a informação e poderá visualizar e editar. Caso seja 0, não terá acesso. Isso será verificado baseado no tipo do usuário.

No questionário do SEDECA, será verificado se o usuário é aluno ou professor. Caso seja aluno, poderá responder ao questionário. Caso seja professor, deverá ser feita outra averiguação, a fim de constatar se ele não está matriculado como aluno em nenhuma outra disciplina, caso esteja, ele poderá responder ao questionário, mas caso seja somente professor no Moodle, então não poderá acessar o questionário.

1 = aluno ou professor que é aluno em outra disciplina.

0 = admin ou professor que não é aluno em outra disciplina.

Na página para adicionar os arquivos, que será explicada detalhadamente na seção 4.6, o funcionamento descrito procede da mesma maneira, onde somente o usuário professor poderá entrar nessa página, ou seja, se for aluno, não terá acesso.

#### 4.4.4. Tempo de vida (*Freshness*)

O tempo de vida é utilizado como um indicador temporal do contexto que está sendo descrito / detectado a partir do ambiente. Este parâmetro reflete o tempo máximo para a passagem do contexto para os consumidores (Zheng et al., 2011). Sheikh et al. (2007) explica que refere-se ao tempo que decorre entre a determinação de informações de contexto e sua entrega a um solicitador.

Neste trabalho, este parâmetro está relacionado ao intervalo de tempo entre a busca das informações de contexto no banco de dados do Moodle e a apresentação das informações para ser usada na adaptação da página inicial da disciplina de acordo com as preferências dos usuários.

O tempo para que isso ocorra será de 1 minuto, ou seja, dentro de 1 minuto o sistema deverá fazer o *select* e apresentar as informações. Caso não esteja dentro deste intervalo, pode significar que já tenham ocorridas mudanças e a informação selecionada depois de 1 minuto poderá estar desatualizada. A sua escolha também é baseada no conhecimento empírico dos autores deste trabalho em questão, visto a dificuldade existente em mensurar um valor exato, dada a ausência de estudos específicos dentro deste escopo.

#### 4.4.5. Cobertura (*Coverage*)

A quantidade de contexto potencialmente detectado sobre o qual a informação é entregue (Gray e Salber, 2001). Nazário et al. (2012) define a cobertura como o conjunto de todos os valores possíveis para um atributo de contexto.

Na velocidade de conexão, foi estipulado pelo autor deste trabalho que os valores que representam uma conexão inferior a 50 Kbps não serão considerados válidos, pois este valor representa uma velocidade muito baixa, até se considerada para uma conexão discada com velocidade de 56 Kbps, o que resulta em uma utilização do ambiente de forma extremamente limitada. Quanto ao limite máximo, não foi estipulado valores limites para a velocidade, visto que uma velocidade de conexão poderá ter valores elevados. Essa verificação é feita antes de inserir o valor no banco de dados, caso ela seja igual ou menor a 50 Kbps, deverá ser realizada uma nova apuração, caso contrário poderá ser utilizada.

#### 4.4.6. Repetibilidade (*Repeatability*)

Refere-se à estabilidade da medida ao longo do tempo (Gray; Salber, 2001). As informações de contexto capturadas durante determinado período de tempo podem ser utilizadas como base de informações e também serem calculadas médias para determinados propósitos específicos.

A cada *login* no UVLE<sup>QoC</sup>, a velocidade de conexão poderá ser medida diversas vezes com objetivo de analisar se existe uma estabilidade nas verificações ou se há uma variação muito grande. Caso haja, problemas podem ocorrer na adaptação dos materiais a serem mostrados, visto que um usuário de conexão baixa pode ter tido uma velocidade de conexão verificada de forma imprecisa, que com a ajuda desta estabilidade verificada é possível perceber se erros como estes citados estão ocorrendo.

Para a medição deverá ser feita a média das velocidades, que a cada acesso dentro de um intervalo de 5 minutos é incluída no banco de dados, e, verificar se a nova velocidade que será armazenada está muito diferente da média. Se estiver, deverão ser feitas novas medições de velocidade até atingir um total de 3 verificações.

Caso após estas 3 verificações o valor permaneça fora da média da velocidade, isto significa que o valor está correto e é armazenado. Um exemplo de diferença muito grande é a média possuir um valor igual a 200 Kbps e o valor verificado for 15 Mbps, o que significa

uma grande diferença entre as velocidades e que deverá ser analisada. Um desvio de no máximo 50% em relação à média foi estabelecido pelo autor deste trabalho para que seja verificada a velocidade, caso o valor esteja acima do desvio da média.

O perfil cognitivo será medido periodicamente ou quando o usuário desejar. Caso esteja havendo muitas modificações no tipo de perfil do usuário, uma mensagem via ambiente Moodle será enviada para ele, afim de verificar se existe algum problema com o perfil cognitivo que está sendo definido, por exemplo, se os materiais mostrados de acordo com seu perfil não estão satisfazendo as suas necessidades, e se as adaptações no ambiente estão de acordo com as suas preferências.

#### 4.4.7. Frequência (*Frequency*)

A frequência define quantas vezes a informação precisa ser atualizada (Nazário et al., 2012). Está relacionada às informações de contexto que são muito dinâmicas, como a localização do usuário, em que podem ser atribuídos intervalos de tempo, visto que estas informações precisam ser atualizadas para criar maiores garantias de que o contexto esteja correto.

As informações referentes ao estilo cognitivo do usuário precisam ser atualizadas em uma frequência previamente definida. Para isso, um intervalo de tempo de 2 meses foi definido para ser atualizado, conforme visto na variável *Lifetime* do *Up-to-dateness*. A definição deste valor foi realizada com base no conhecimento empírico do autor deste trabalho.

Foi definido que a velocidade não será medida a cada atualização da página, mas sim baseado no seu *lifetime*, ou seja, a cada frequência de 5 minutos é verificada a velocidade de conexão, conforme descrito também no parâmetro *Up-to-dateness*.

#### 4.4.8. Precisão (*Precision*)

Mede com quanta precisão as informações de contexto descrevem a realidade, por exemplo, a precisão de localização (Huebscher e McCann, 2004). Pode ser definida também, de acordo com Filho et al. (2010) como o nível de detalhes em que as informações de contexto caracterizam o mundo real.

Segundo Zheng et al. (2011), no caso de informação numérica, que é o tipo utilizado no caso da medição da velocidade de conexão, os autores afirmam que um valor descrito com 3 figuras significantes (32.2) é mais preciso que 2 figuras significantes (32).

A fim de usufruir e estabelecer um nível adequado de precisão na medição da velocidade, foi estabelecido uma medição utilizando 2 casas decimais após a virgula, ao invés de se utilizar números inteiros. Um exemplo é que 20 Mb/s é considerado errado, enquanto que 20,49 Mb/s é assinalado como correto.

#### 4.4.9. Probabilidade de correção (*Probability of Correctness*)

Esse parâmetro denota a probabilidade de um pedaço de informação de contexto estar correto (Buchholz et al., 2003). Segundo Bu et al. (2006), devido às limitações da tecnologia de sensores, a precisão dos dados detectados é difícil de garantir. No entanto, se o contexto for medido por meio de amostragem aleatória em um período extenso, com o registro da velocidade correta é possível fornecer uma medição quantitativa para a qualidade do contexto em um sistema sensível ao contexto.

A medição da velocidade de conexão pode ser realizada por meio de amostragem aleatória, ou por meio de períodos fixos baseados no *lifetime* da velocidade de conexão. Com isso, se tem registros e a velocidade média de conexão do usuário, sendo possível utilizá-la para estipular a velocidade de conexão em caso de falhas de medição. Esta medida em longo prazo permite estabelecer uma maior possibilidade de que a velocidade de conexão identificada esteja dentro da média que o usuário tem e assim utilizá-los em casos no qual a medição não seja possível.

#### 4.4.10. Atraso (*Delay Time*)

É o intervalo de tempo entre o momento em que a situação é identificada pelo ambiente e o momento em que a situação é transmitida para o sistema (Bu et al., 2006). Na velocidade de conexão, é o tempo entre o momento em que a velocidade é calculada e gerada seu resultado, e o momento em que esse resultado é inserido no banco de dados e utilizado como informação de contexto. O exemplo a seguir demonstra o uso deste parâmetro:

Tempo inicial: 14:29.

Tempo em que é inserido no BD e utilizado (tempo final): 14:32.

Tempo máximo = Foi definido que o tempo máximo será de 5 minutos.

$$D = \frac{TF - TI}{TM}$$

Fonte: Bu et al. (2006)

O resultado obtido no cálculo do exemplo é de 0,6 segundos, ou seja, se o resultado for igual a 0,7 ou superior, então o tempo é muito longo e a informação poderá estar desatualizada, devendo ser realizada uma nova medição. Se o resultado for menor que 0,7, então a informação tem pouco atraso e pode ser utilizada.

Com base no conhecimento empírico do autor deste trabalho, foi definido um tempo de 1 minuto para que estas informações sejam geradas no formato correto e armazenadas no banco de dados. Os testes realizados auxiliam para que seja verificada a validade destes valores definidos.

#### 4.4.11. Representação de consistência (*Representation Consistency*)

Medida em que o formato de representação de contexto é consistente às exigências dos consumidores (Manzoor et al., 2010). Aliado a precisão estipulada em Zheng et al. (2011), no qual são utilizadas 2 casas decimais após a virgula, a Representação de Consistência verifica se o formato dos dados está de acordo com o exigido para ser formado o contexto do usuário.

Na velocidade de conexão, o formato deverá ser numérico do tipo *float* para a velocidade e Datetime com precisão de segundos para o *timer*. No perfil cognitivo, todos deverão estar no formato numérico do tipo *int*, com exceção do *timer* que deverá ter com precisão de segundos.

#### 4.4.12. Prioridade (Priority)

Prioridade deriva da classe de qualidade do usuário (ouro, prata e bronze) e tem como objetivo permitir a diferenciação de tráfego quando vários dados têm de ser encaminhados (Fanelli et al., 2011).

No caso, sempre deverá ser medido primeiramente a velocidade de conexão e depois buscado no banco de dados as informações do perfil cognitivo, porque quando os arquivos são carregados, eles são trazidos de acordo com o perfil. Portanto, se a velocidade já não tiver sido calculada, ele pode trazer os arquivos não adaptados e mostrar, ou ter que depois de

buscar os arquivos, realizar uma nova seleção devido a velocidade ser baixa, pois podem haver atrasos na sua medição, por isso ela é prioritária em relação ao perfil.

#### 4.4.13. Síntese dos parâmetros de QoC utilizados no UVLE<sup>QoC</sup>

Com a seleção dos parâmetros de qualidade, foi possível estabelecer quais poderiam ser utilizados no escopo deste trabalho, que possui informações de contexto referentes ao perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão, assim como descartar os demais parâmetros que não encaixavam para serem usados no ambiente. Para exemplificar de forma mais clara, uma figura comparativa foi elaborada com o objetivo de demonstrar em uma visão geral a aplicação dos parâmetros de QoC dentro do ambiente UVLE<sup>QoC</sup>, conforme pode ser visualizado na Figura 9:

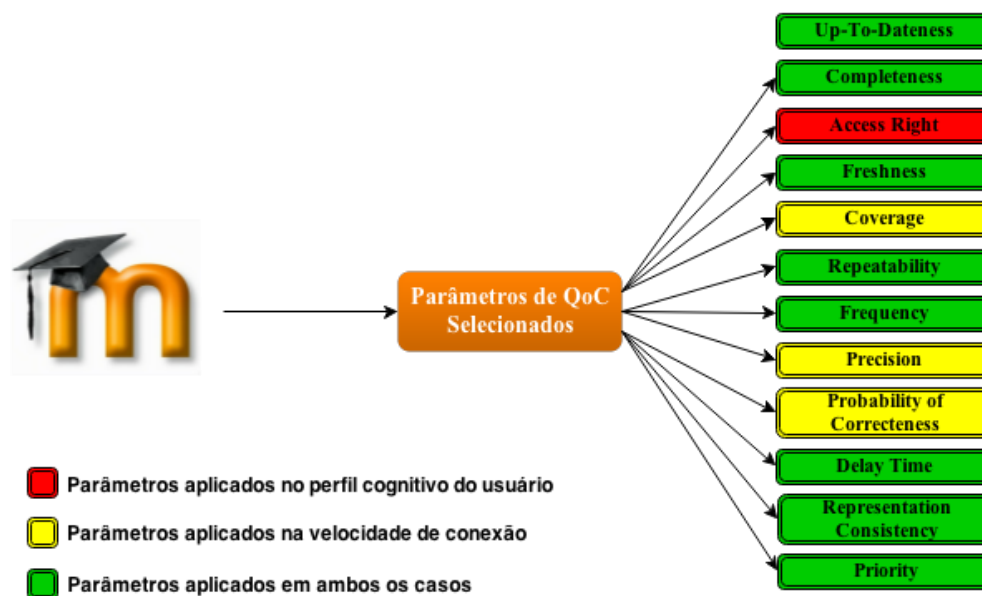


Figura 9 – Parâmetros de QoC e sua aplicação no UVLE<sup>QoC</sup>

Na Figura 9 é visualizada uma predominância de parâmetros que foram utilizados tanto no perfil no cognitivo do usuário, quanto em sua velocidade de conexão, sendo aplicadas métricas de quantificação para avaliar o estado destas informações e definir se poderiam ser utilizadas na formulação do contexto do usuário. Os parâmetros de *Coverage*, *Precision* e *Probability of Correctness* são aplicados somente na velocidade de conexão do usuário, por se tratarem neste caso específico do ambiente, de medições explícitas para tipos

de dados numéricos, o que não tornou possível a sua utilização no perfil cognitivo do usuário, visto que se trata de dados com caracteres, nos quais não se encaixa as fórmulas aplicadas.

Por fim, o parâmetro de *Access Right* foi inserido no perfil cognitivo do usuário em função do questionário aplicado no ambiente, já que o seu acesso é restrito ao tipo de perfil Aluno. A velocidade de conexão não necessitou de nenhum tipo de restrição de acesso, portanto não foram aplicadas as regras envolvendo este parâmetro neste tipo de informação.

#### 4.5. Adaptação do Moodle para dispositivos móveis

A escolha do tema Bootstrap para ser utilizado neste trabalho foi embasada no estudo realizado em Voss et al. (2013) acerca das tecnologias existentes para adaptação móvel no ambiente Moodle. Com relação às demais tecnologias analisadas, o MLE-Moodle não foi utilizado devido a sua particularidade de acesso, pois é realizado em um endereço diferente do qual o Moodle tradicional está hospedado. Além disso, o MLE-Moodle não é compatível com as versões 2.0 ou superiores do Moodle, o que impede o seu uso neste ambiente devido a incompatibilidade de versões.

Já o Moodle Mobile, dada a necessidade de instalação do aplicativo no dispositivo do usuário, além da sua configuração, teve a sua escolha descartada por estes motivos.

O Bootstrap provê uma adaptação automática para dispositivos móveis, ou seja, quando o usuário acessa o ambiente, este de forma automatizada identifica o tipo de dispositivo e adapta a sua *interface*. Desta forma, não é necessário o acesso a um endereço diferente do Moodle tradicional como ocorre no MLE-Moodle, ou a instalação de uma aplicação de modo separado no dispositivo do usuário, como no Moodle Mobile.

Com a sua instalação realizada, a configuração da *interface* a ser apresentada foi efetuada para diferentes tipos de dispositivos, conforme pode ser visualizado na Figura 10.

Na opção de seleção dos temas a serem carregados na *interface* do Moodle, o ambiente provê a seleção para quatro tipos: *Default*, *Legacy*, *Mobile* e *Tablet*. Na opção *Default*, a *interface* padrão do Moodle é mantida para os acessos via *desktop* e *notebook*. Nas opções *Mobile* e *Tablet*, é selecionado o tema Bootstrap, desta forma quando o acesso for feito utilizando um *Smartphone* ou *Tablet*, a *interface* carregada é a deste tema. Por fim, a opção *Legacy* serve para os arquivos antigos que foram mantidos em pastas separadas devido à atualização da versão do ambiente, sendo neste caso mantida a *interface* padrão do Moodle.



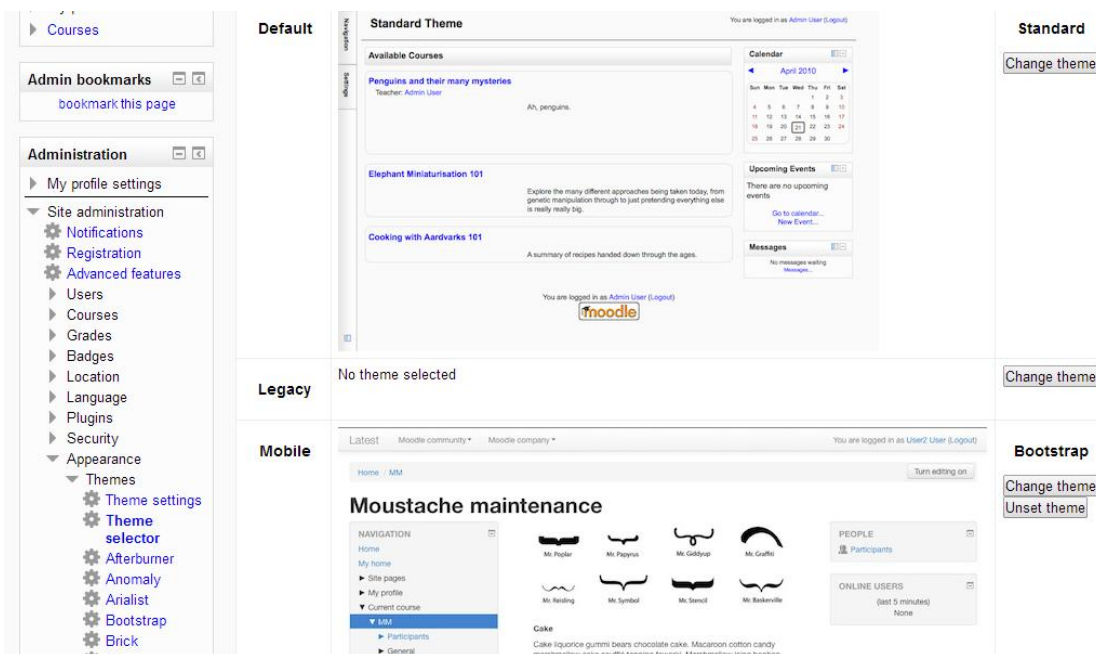


Figura 10 – Seleção do tema Bootstrap

Os testes com o uso do tema Bootstrap são detalhados na seção 5.1, na qual é apresentada ilustrações do ambiente sendo utilizado com este tipo de adaptação em dispositivos móveis.

#### 4.6. Implementação do UVLE<sup>QoC</sup>

O trabalho proposto objetivou desenvolver um AVA ubíquo, no qual foram aplicados parâmetros de qualidade sobre o contexto formulado para o usuário, a fim de criar maiores garantias de uma correta adaptação. O contexto é formado por seu perfil cognitivo e velocidade de conexão, modificando os materiais e ferramentas de acordo com suas preferências. Outro aspecto está relacionado à adaptação do ambiente para dispositivos móveis, que também foi abordado neste trabalho.

Para isto, foi necessária a realização de algumas etapas, como a definição das melhorias e o modo de funcionamento dos módulos SEDECA 2.0 e U-SEA 2.0, para capturar o contexto do usuário. Também foi definido a técnica e o método de Hipermedia Adaptativa, que executou as adaptações dos materiais e ferramentas do ambiente.

Com o contexto do usuário definido por meio destes módulos, foi realizada uma análise dos parâmetros de QoC que poderiam ser aplicados neste, assim como as formas de

mensuração destes. Por fim, as tecnologias existentes para dispositivos móveis foram verificadas, de forma a selecionar a que mais se adequou ao contexto do trabalho.

Posteriormente a realização de todas estas etapas, foi necessária a execução da modelagem do ambiente em questão, com o uso de diagramas de caso de uso, modelo entidade-relacionamento (ER) e a especificação da arquitetura do ambiente. Os aspectos relacionados à modelagem do ambiente e seu desenvolvimento são apresentados a seguir.

#### 4.6.1. Modelo ER

O modelo ER é apresentado na Figura 11, no qual são demonstradas as tabelas criadas e agregadas as já existentes no ambiente Moodle. Além disso, também podem ser visualizadas as modificações realizadas em tabelas que já faziam parte da estrutura do banco de dados do Moodle.

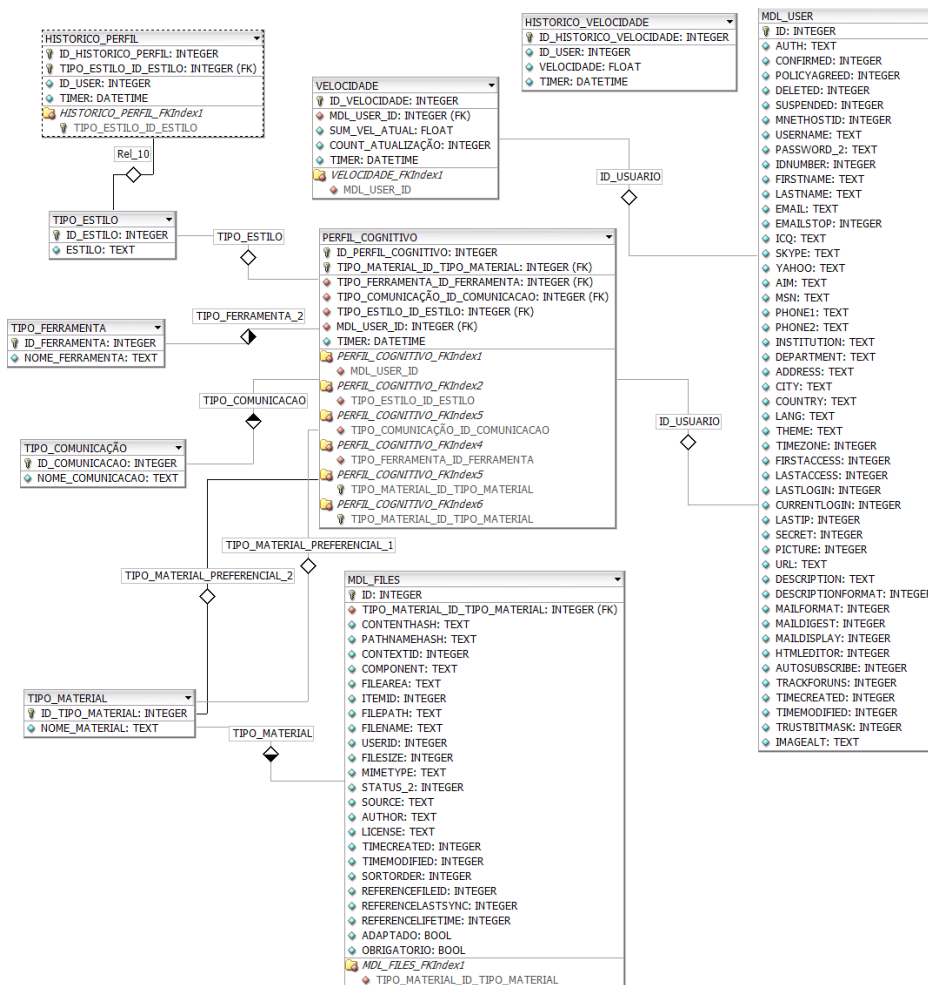


Figura 11 – Modelo ER UVLE<sup>QoC</sup>

No modelo ER apresentado, foram inseridas as seguintes tabelas no banco de dados do Moodle:

- **PERFIL\_COGNITIVO**: nela está armazenado o perfil cognitivo de cada usuário, sua preferência quanto ao tipo de ferramenta, de comunicação e os tipos de materiais preferenciais, assim como um *timer* para armazenar a data e hora da definição do perfil;
- **TIPO\_MATERIAL**: possui o nome do material (artigo, vídeo, *slide*, imagem, livro, *Links*) e o seu respectivo código, que é inserido na tabela **PERFIL\_COGNITIVO** e também na tabela **MDL\_FILES**;
- **TIPO\_COMUNICACAO**: detém o nome do tipo de comunicação (*chat* e fórum) e o seu respectivo código, que é inserido na tabela **PERFIL\_COGNITIVO**;
- **TIPO\_FERRAMENTA**: possui o nome do tipo de ferramenta (lição, questionário e tarefa) e o seu respectivo código, que é inserido na tabela **PERFIL\_COGNITIVO**;
- **TIPO\_ESTILO**: contém o nome dos estilos cognitivos (Holista, Divergente, Serialista e Reflexivo) e o seu respectivo código, que é inserido na tabela **PERFIL\_COGNITIVO**;
- **HISTORICO\_PERFIL**: armazena os perfis cognitivos de cada usuário com a data de definição para possibilitar análises de padrões e demais tipos de consultas;
- **VELOCIDADE**: contém a média de velocidade de cada usuário, caso precise ser utilizado este valor no ambiente, assim como a data do último armazenamento e um contador que é atualizado a cada nova velocidade inserida na média, sendo zerado após o limite de 10 velocidades na média terem sido atingidos;
- **HISTORICO\_VELOCIDADE**: armazena os históricos de velocidades de conexão de cada usuário com a respectiva data de armazenamento para permitir análises de padrões e demais tipos de consultas.

Com relação às tabelas já existentes no banco de dados do Moodle, foi adaptada a tabela **MDL\_FILES**, que contém os dados dos materiais adicionados no ambiente, sendo adicionados os atributos:

- **ID\_TIPO\_MATERIAL:** contém o código correspondente ao tipo de material, identificando assim qual material foi adicionado pelo professor no ambiente;
- **ADAPTADO:** este atributo identifica se o material é menor que 400 KB (adaptado) ou possui um tamanho superior (não adaptado), sendo apresentado conforme a velocidade de conexão do usuário;
- **OBRIGATORIO:** sinaliza se o arquivo inserido deve ser apresentado para todos os usuários, independente do seu tipo de perfil cognitivo e velocidade de conexão, ou seja, é o material apresentado sem seguir nenhuma adaptação do ambiente.

Além desta tabela, também foi utilizada a `MDL_USER` para capturar os dados necessários dos usuários do ambiente, porém não foram realizadas modificações nela. A seguir é apresentada a arquitetura do ambiente e os diagramas de caso de uso utilizados na sua modelagem, detalhando o seu funcionamento e modo de operação.

#### 4.6.2. Modo de funcionamento do UVLE<sup>QoC</sup>

A arquitetura do UVLE<sup>QoC</sup> pode ser visualizada na Figura 12, na qual são descritos os elementos que compõe o ambiente e suas ligações.

O ambiente está hospedado em uma máquina com endereço IP público para acesso por parte dos usuários, na qual está instalada a aplicação Wamp 2.2<sup>5</sup>, que possui um conjunto de ferramentas para auxiliar no desenvolvimento de sistemas. Dentre essas, está o Apache 2.4.4, um servidor local que hospeda o UVLE<sup>QoC</sup> e possibilita o seu acesso.

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) MySQL 5.6.12 também está acoplado ao Wamp, no qual está localizado o banco de dados do Moodle, onde estão armazenados os dados do ambiente, assim como as tabelas e atributos que guardam as informações de contexto referentes ao estilo cognitivo do usuário, a velocidade de conexão, os tipos de materiais inseridos (texto inteiro, vídeo, *slides*, entre outros) e ferramentas (*chat*, fórum, entre outros) preferenciais de cada usuário. Além disso, a linguagem PHP 5.3.13 está disponível para desenvolvimento e edição de códigos no ambiente Moodle, que foi construído utilizando esta linguagem.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <http://www.wampserver.com/>

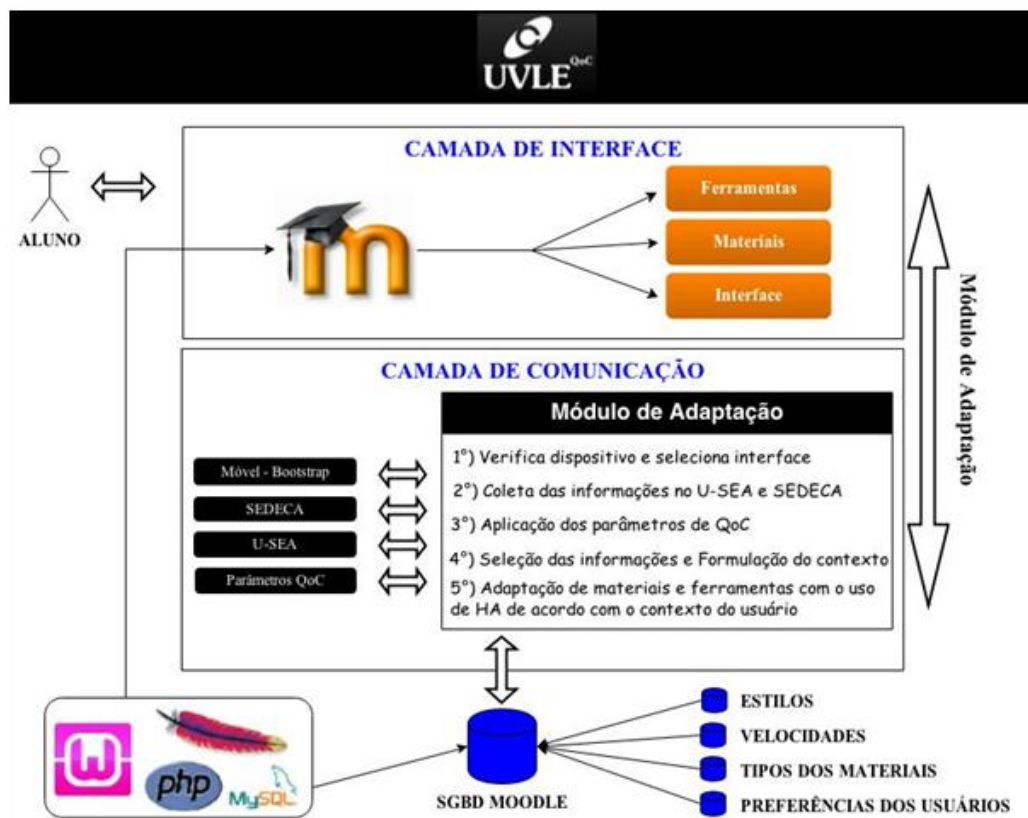


Figura 12 – Arquitetura do UVLE<sup>QoC</sup>

O ambiente Moodle<sup>6</sup> foi selecionado por ser amplamente usado por pesquisadores e usuários em diferentes locais do mundo, além de ser gratuito e de código aberto para edição. A versão utilizada foi a 2.5.1+, que era a mais recente na época do desenvolvimento do ambiente.

Com relação ao modo de funcionamento do UVLE<sup>QoC</sup>, o Diagrama de Atividades representado na Figura 13 descreve o modo de funcionamento do ambiente de forma geral. No diagrama está representado todo o processo envolvido no acesso por parte do aluno aos materiais de uma disciplina, por meio de um dispositivo móvel do tipo *Smartphone*. Todo este fluxo é descrito a seguir de forma minuciosa para esclarecer como o ambiente opera em uma situação normal.

<sup>6</sup> Disponível em: <http://www.moodle.org.br/>

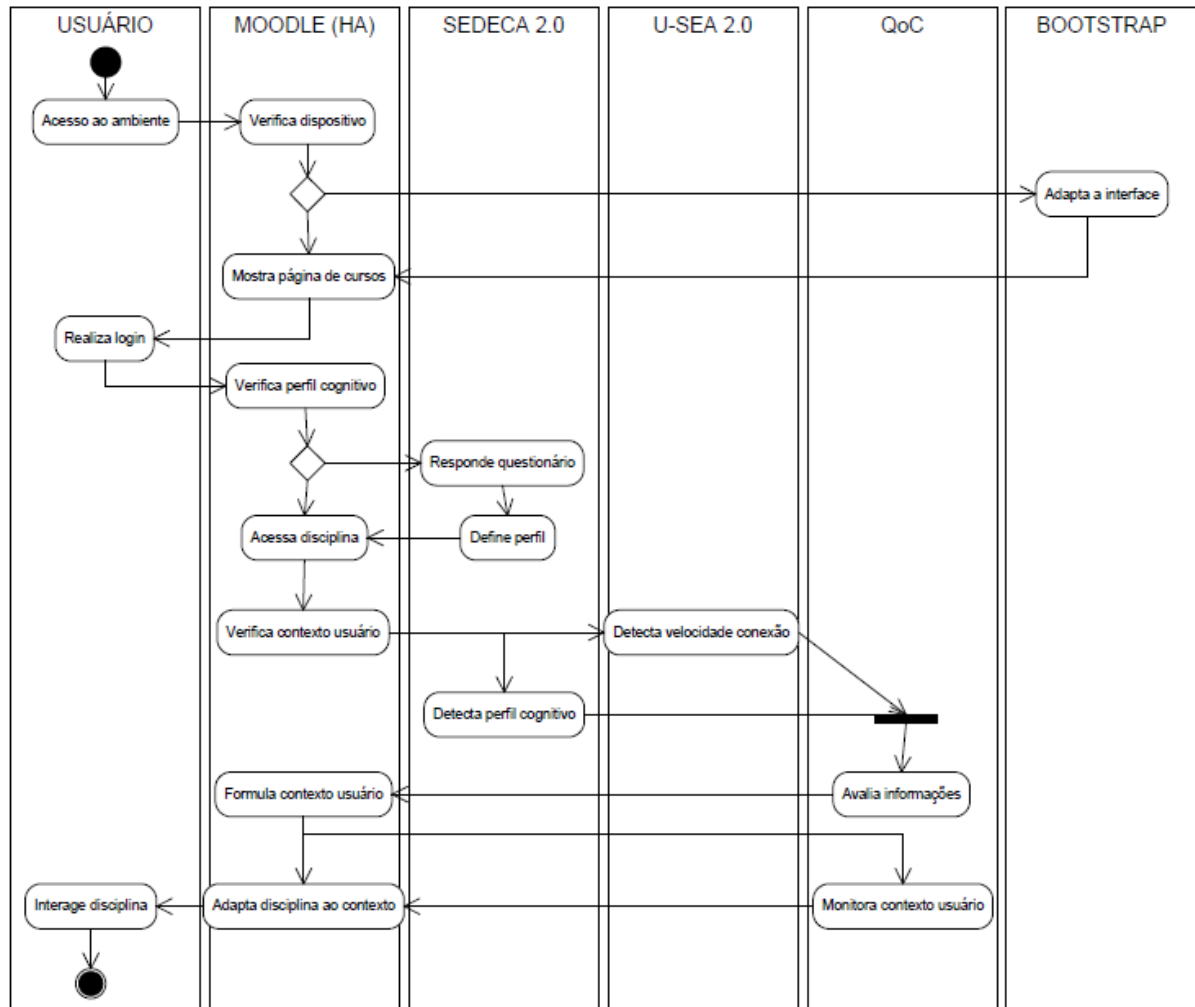


Figura 13 – Diagrama de Atividades UVLE<sup>QoC</sup>

Em um primeiro momento, as informações são coletadas para dar início ao processo de formulação do contexto do usuário e adaptação do ambiente de acordo com suas preferências. A coleta das informações de contexto é realizada pelos dois módulos já descritos anteriormente: SEDECA 2.0 e U-SEA 2.0.

O SEDECA 2.0 trata da identificação do perfil cognitivo dos alunos, no qual por meio da aplicação de um questionário, ele define o perfil do usuário (Holista, Divergente, Serialista ou Reflexivo), suas preferências quanto ao conteúdo e ferramentas, realizando as adaptações do ambiente. O questionário é obrigatoriamente aplicado ao usuário no momento do seu primeiro acesso ao ambiente, ou seja, ao realizar o *login* pela primeira vez, ele terá que responder ao questionário para poder ter acesso às demais páginas do ambiente.

O questionário do SEDECA 2.0 (Mozzaquatro, 2010) está disponível no Anexo A – Questionário SEDECA e contém 16 questões sobre o perfil do usuário, sendo 4 questões para

cada um dos 4 estilos cognitivos utilizados neste ambiente. A disposição das questões está organizada da seguinte maneira:

- estilo Divergente: corresponde as perguntas 1, 5, 9 e 13;
- estilo Reflexivo: corresponde as perguntas 2, 6, 10, 14;
- estilo Holista: corresponde as 3, 7, 11, 15;
- estilo Serialista: corresponde as perguntas 4, 8, 12, 16.

Assim, o sistema coleta as respostas e associa cada uma ao tipo de estilo correspondente, por exemplo, as respostas 3, 7, 11 e 15 estão ligadas ao estilo Holista. As respostas são calculadas por meio da escala Likert, na qual os valores são classificados de 1 (Discordo Totalmente) à 3 (Concordo Totalmente), sendo obtido o valor total para cada estilo, no qual o que possuir a soma mais alta será o perfil cognitivo do usuário.

Além disso, são dispostas 3 questões sobre as preferências dos usuários quanto aos tipos de materiais, ferramentas e atividades que são realizadas no Moodle. O usuário poderá escolher o seu tipo de material preferencial e secundário (Artigo, Livro, *Slide*, Imagem, Vídeo ou *Link*), para em caso de ausência do primeiro, o segundo é apresentado. As ferramentas de comunicação disponibilizadas são o *Chat* e o Fórum, enquanto que as ferramentas de atividades para a sua escolha é a Lição, Questionário e Tarefa.

Com o perfil cognitivo do usuário definido, ele poderá acessar a página principal do Moodle, na qual estão listadas as disciplinas disponíveis no ambiente. Ao entrar em uma disciplina, o U-SEA 2.0 realiza a identificação do contexto computacional em que o usuário está inserido, por meio da verificação de sua velocidade de conexão, que é medida com o envio de um arquivo do servidor para o computador do usuário com um tamanho de 100 KB.

O tamanho deste arquivo foi escolhido, conforme Piovesan (2011), por não interferir na velocidade de conexão do usuário. No momento do seu envio, um cronômetro é iniciado para medir o tempo de sua transferência, sendo realizado após o término do envio, um cálculo do tamanho do arquivo sobre o tempo, resultando na velocidade de conexão do usuário, conforme exemplo apresentado a seguir.

$$\frac{100 \frac{Kb}{s}}{0,2 s} = 500 \text{ Kb/s}$$

Fonte: Piovesan (2011)

O arquivo com tamanho de 100 Kb é enviado para a máquina do cliente, levando um tempo de 0,2 segundos para ser concluída esta operação. Assim, o resultado obtido é uma velocidade de conexão com o valor de 500 Kbps.

As regras para adaptação dos materiais no ambiente de acordo com a velocidade de conexão do usuário foram baseadas no estudo realizado no trabalho de Piovesan (2011). Se a velocidade verificada for inferior a 500 Kbps, somente os arquivos com tamanho menor que 400 Kb são apresentados aos usuários, sendo estes denominados de adaptados. Caso a velocidade seja superior a 500 Kbps, os arquivos chamados de não adaptados são mostrados na disciplina, ou seja, somente aqueles com tamanho superior a 400 Kb.

Com a captura das informações sobre o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão, o contexto do usuário pode ser formulado e as adaptações na disciplina efetuadas. Contudo, antes que isso ocorra, o módulo de Qualidade do Contexto executa determinadas verificações para criar maiores garantias de que o contexto formulado esteja de acordo com as preferências e necessidades do usuário.

As verificações foram detalhadas na seção 4.4, sendo descritas de forma resumida a seguir:

- Tempo de vida da informação de contexto (*Up-to-dateness*): se a velocidade de conexão possui um tempo de vida menor que 5 minutos e a definição do perfil cognitivo é inferior a 2 meses, então a informação de contexto pode ser utilizada. Caso contrário, uma nova verificação da velocidade deve ser realizada, e/ou, o perfil cognitivo do usuário deve ser novamente definido;
- Completude das informações de contexto (*Completeness*): se todos os atributos das informações sobre o perfil cognitivo do usuário (PERFIL\_COGNITIVO) e velocidade de conexão (VELOCIDADE) estão preenchidos, então estas podem ser usadas. Se não estiverem, novas verificações devem ser realizadas para preencher as mesmas que estão ausentes;
- Tempo de vida (*Freshness*): é verificado o intervalo de tempo com que as informações são selecionadas e se tornam disponíveis para uso no ambiente, caso seja inferior a 1 minuto, então poderá ser usada. Caso contrário, uma nova seleção das informações é realizada;
- Cobertura das informações (*Coverage*): o intervalo limite para que a velocidade de conexão do usuário possa ser considerada é superior a 50 Kbps, ou seja, todas as velocidades com valor inferior a este não serão consideradas, necessitando desta forma serem realizadas novas medições;
- Frequência de atualização das informações (*Frequency*): de acordo com o Up-to-dateness, a frequência com que devem ser atualizadas as informações de



contexto é de 5 minutos. Quanto ao perfil cognitivo do usuário, o tempo definido foi de 2 meses para que seja realizada uma nova verificação;

- Precisão dos dados apresentados (*Precision*): o formato com que a velocidade de conexão deve ser apresentada na disciplina é decimal, com 2 figuras significantes e 2 casas decimais após a vírgula;
- Atraso na gravação das informações (*Delay Time*): se o tempo decorrido entre a verificação da velocidade de conexão e sua gravação no banco de dados for válido, então ela poderá ser inserida. Caso contrário, uma nova verificação deve ser realizada;
- Representação da consistência das informações (*Representation Consistency*): são verificados os formatos com que as informações são apresentadas, como a velocidade e a data de verificação da mesma, assim os dados relacionados ao perfil cognitivo. Se estiverem de acordo com as regras estipuladas, podem ser utilizadas, ou então uma nova seleção deve ser realizada;
- Prioridade das informações (*Priority*): a velocidade de conexão é verificada primeiramente para carregar todos os arquivos de acordo com esta, sendo posteriormente realizada a seleção dos tipos destes que serão apresentados na disciplina.

As verificações descritas são realizadas durante a formulação do contexto do usuário, ou seja, no momento em que ele realiza o seu acesso à disciplina. Assim, as adaptações dos conteúdos e ferramentas na disciplina são efetuadas, somente após todos estes parâmetros tenham sido verificados e todas as condições propostas sejam válidas.

Além destas verificações realizadas de forma dinâmica no momento em que o usuário acessa a disciplina, demais parâmetros são utilizados durante a sua interação para verificar aspectos referentes à qualidade do contexto. Os parâmetros são os seguintes:

- Permissão de acesso do usuário (*Access Right*): o questionário somente poderá ser respondido por usuários do tipo aluno, os demais usuários não têm acesso a esta página;
- Repetibilidade dos dados (*Repeatability*): é verificada a estabilidade da velocidade de conexão por meio do histórico de velocidades e da média calculada. Da mesma forma, o perfil cognitivo é armazenado e verificado se existem muitas alterações no tipo de perfil definido pelo usuário. Assim é

possível verificar se existem muitas variações nos dados obtidos e tomar as medidas necessárias para a resolução de problemas que podem existir;

- Probabilidade de Correção dos dados (*Probability of Correctness*): possibilita que sejam utilizados os dados da velocidade de conexão para traçar uma média, que pode ser utilizada em situações nas quais o contexto não consegue ser formulado, mesmo depois de serem realizadas novas verificações, como pode ocorrer nos parâmetros *Up-to-dateness*, *Freshness* e *Precision*.

Todas as verificações efetuadas envolvendo os parâmetros de qualidade são realizadas com o objetivo de criar maiores garantias de que o contexto formulado para o usuário reflita de forma realista a sua situação momentânea. Assim, se todo o processo estiver de acordo com estas regras previamente estabelecidas, o contexto do usuário é formulado.

Em posse destas informações, o ambiente realiza as adaptações utilizando a técnica e o método de HA adotado, conforme descrito na seção 4.3, selecionando os materiais e ferramentas a serem apresentados na disciplina, de acordo com o perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão. O diagrama de caso de uso, na Figura 14, apresenta de forma resumida todo o processo descrito anteriormente.

O usuário do tipo Professor desempenha um papel vital no processo de adaptação do ambiente de acordo com o contexto do usuário, visto que ele é responsável pela inserção dos materiais na disciplina. No momento em que realiza o *upload* do arquivo, são apresentadas 3 opções para o professor assinalar: tipo de material, obrigatório e adaptado. Estas opções foram descritas anteriormente e realizam a classificação do arquivo inserido.

Optou-se por não definir como obrigatório a inserção de tipos de arquivos diferentes, visto que o professor deverá ter consciência de que está utilizando um ambiente adaptativo, no qual é necessária a inserção de diferentes tipos de arquivos e ferramentas. É importante ressaltar que o usuário do tipo professor acessa o ambiente normalmente, sem que nenhum tipo de adaptação seja realizado, visto que ele deve ter acesso e visualizar todos os recursos presentes na disciplina.

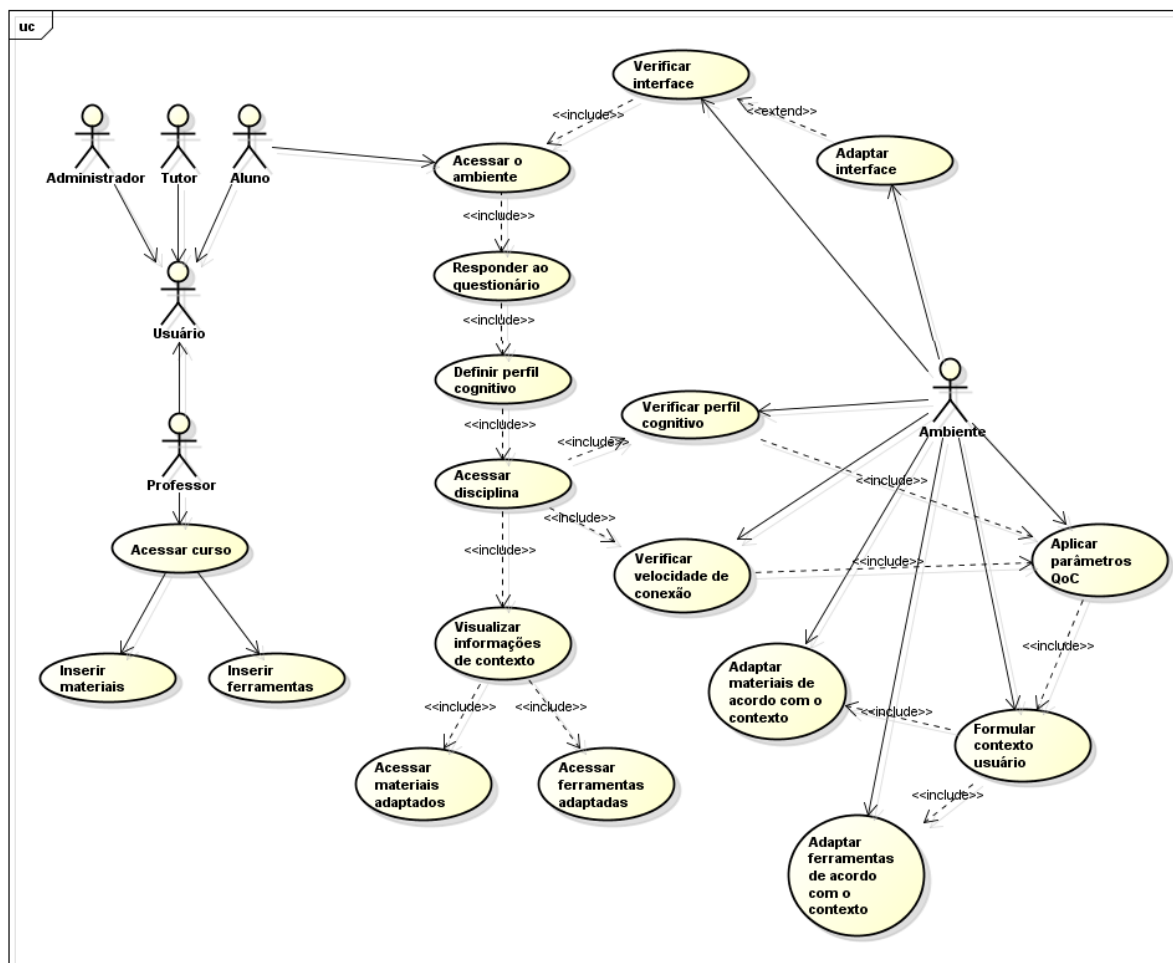


Figura 14 – Diagrama de caso de uso do UVLE<sup>QoC</sup>

Quanto à adaptação do ambiente de acordo com o tipo de dispositivo do usuário, este processo ocorre no momento em que ele realiza o seu acesso ao AVA. De forma automática, o ambiente identifica se o acesso está sendo efetuado via dispositivo móvel, *tablet*, *notebook*, entre outros, e de acordo com as regras previamente estabelecidas, conforme descrito na seção 4.5, adapta a sua *interface* utilizando o tema Bootstrap ou mantém o *layout* padrão do Moodle.

Na próxima seção é apresentado o desenvolvimento do ambiente, no qual estão ilustrações do sistema em funcionamento, de forma que seja possível tornar mais detalhado todos os processos descritos nessa seção.

#### 4.7. Resultados

O desenvolvimento do ambiente foi realizado com base nas especificações descritas na etapa de modelagem, com todos os aspectos sendo atendidos conforme estipulado. Esta seção

apresenta diversas ilustrações do ambiente, demonstrando o seu modo de operação no papel de aluno e professor.

A Figura 15 apresenta o questionário que o usuário do tipo aluno deve responder ao realizar o seu primeiro acesso ao ambiente. Ele obrigatoriamente é direcionado para esta página e somente terão acesso as demais partes do ambiente, após responder ao questionário.

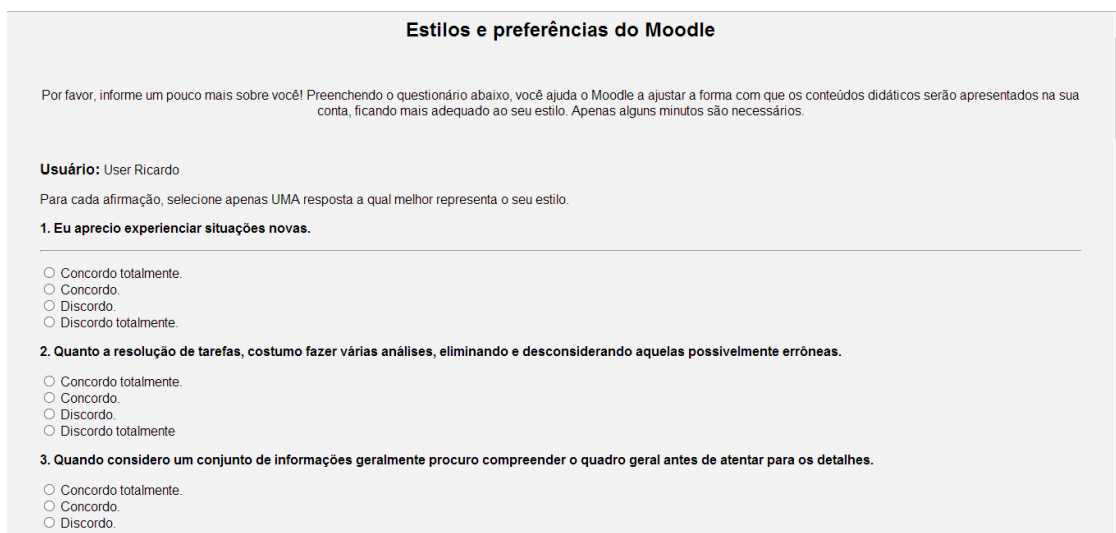


Figura 15 – Questionário SEDECA 2.0 no UVLE<sup>QoC</sup>

São 16 questões ao total, sendo 4 questões para cada um dos 4 tipos de estilos cognitivos (Reflexivo, Divergente, Serialista e Holista). Além disso, foram inseridas 3 questões para assinalar as preferências dos usuários sobre as materiais e ferramentas do Moodle.

Na Figura 16 está a página inicial do UVLE<sup>QoC</sup>, na qual estão dispostos os cursos cadastrados e demais recursos disponíveis para o usuário administrador. É possível visualizar que a página inicial do ambiente não sofreu modificações, sendo mantido o seu formato original.

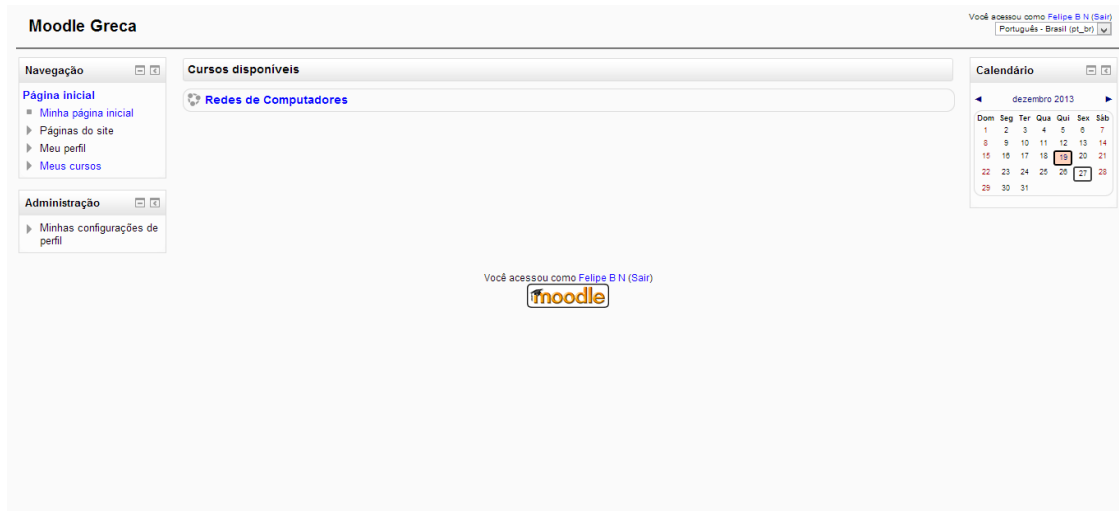


Figura 16 – Tela inicial do UVLE<sup>QoC</sup>

No momento que o usuário acessa a disciplina (Figura 17), a sua velocidade de conexão é verificada, juntamente com o seu perfil cognitivo, nos quais são aplicados os parâmetros de qualidade para criar maiores garantias de que o contexto formulado para o usuário está de acordo com sua situação momentânea. Na figura é possível visualizar que o perfil cognitivo do usuário é Holista, sendo descrito as características deste tipo de estilo, assim como a sua velocidade de conexão.



Figura 17 – Tela inicial da disciplina com as informações de contexto

A Figura 18 apresenta a página inicial da disciplina sem haver nenhum tipo de adaptação, demonstrando como era o funcionamento do ambiente antes de serem realizadas as adaptações propostas. Nesse caso, o contexto do usuário não é considerado e todos os materiais e ferramentas disponíveis são apresentados na disciplina para o usuário.

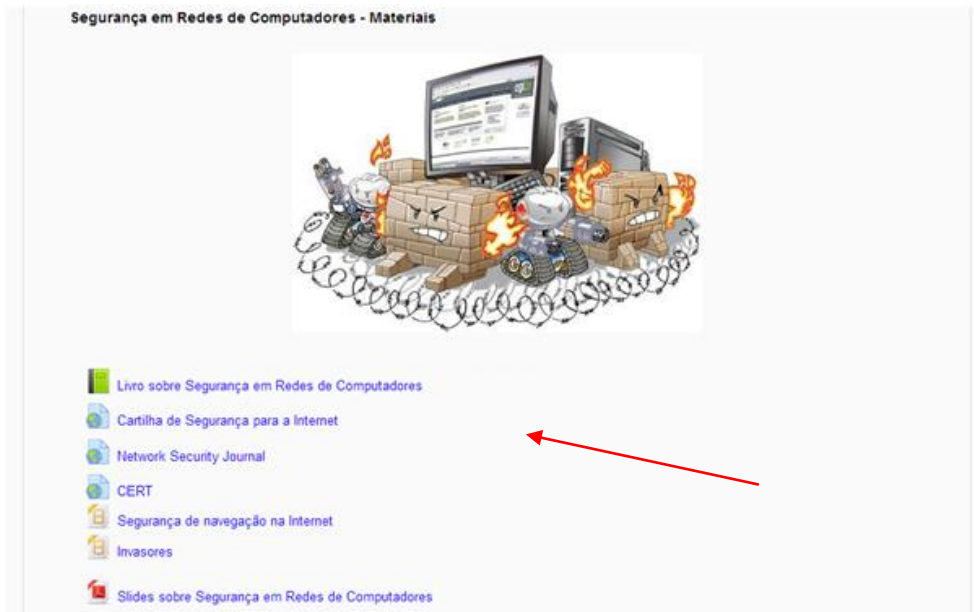


Figura 18 – Disciplina sem adaptações no UVLE<sup>QoC</sup>



Figura 19 – Disciplina com adaptações no UVLE<sup>QoC</sup>

Na Figura 19 é demonstrado o ambiente com as adaptações propostas, modificando o modo de apresentação dos conteúdos e ferramentas, diferentemente da figura anteriormente apresentada. Os recursos do Livro e *Links* foram ocultados, sendo somente apresentados os Vídeos e Artigos que eram de preferência do usuário. Outro aspecto está relacionado à sua velocidade, que são apresentados somente os materiais não adaptados, ou seja, aqueles com tamanho maior que 400 Kb, pois sua velocidade é superior a 500 Kbps.

Todos os acessos apresentados anteriormente foram efetuados utilizando um *notebook* ou *desktop*, portanto a *interface* padrão do Moodle foi mantida. A Figura 20 apresenta o acesso ao ambiente utilizando um dispositivo móvel do tipo *Smartphone*, conforme descrito na seção 3.1.6, com um tamanho de tela de 4” e conexão banda larga, sendo a *interface* do ambiente automaticamente modificada pelo tema Bootstrap.

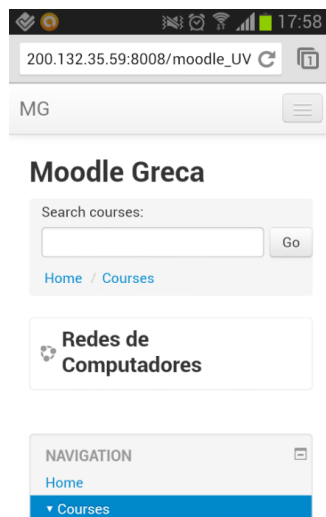


Figura 20 – Adaptação do UVLE<sup>QoC</sup> com o tema Bootstrap

É possível visualizar que a *interface* do ambiente se adéqua ao tamanho da tela do dispositivo do usuário. A página inicial do ambiente é disposta de forma a facilitar a interação do usuário com ela, como a inserção de botões com tamanhos maiores e *layout* adequado à tela do dispositivo.

Na **Figura 21**, o acesso foi realizado utilizando um dispositivo móvel do tipo *Tablet*, conforme descrito na seção 3.1.6, cujo tamanho da tela é 10” e com conexão *Wi-Fi*, na qual é apresentada a página inicial da disciplina. Todos os recursos presentes na *interface* padrão do Moodle, também estão disponíveis neste *layout* adaptado, visto que o tema Bootstrap modifica somente a aparência, sem alterar os recursos do ambiente.



Figura 21 – Acesso ao ambiente utilizando um *Tablet*

Com relação ao usuário do tipo Professor, visto que todos os acessos apresentados foram realizados no perfil de aluno, ao entrar na disciplina, o seu formato padrão é mantido com todos os tipos de materiais e ferramentas dispostas, ou seja, o contexto do usuário não é levado em consideração quando o acesso é realizado pelo professor. A única modificação realizada para ele ocorreu na página de inserção de arquivos, conforme pode ser visto na Figura 22.

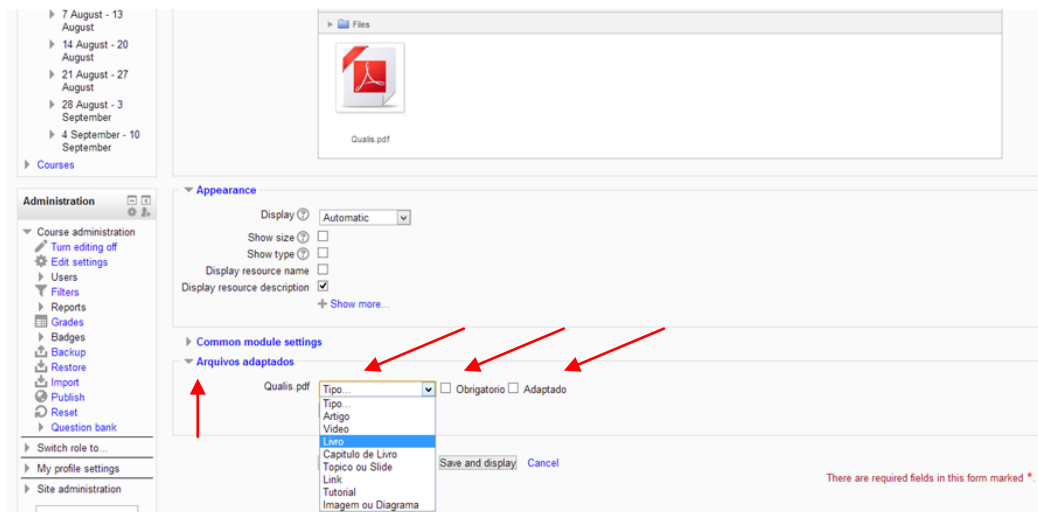


Figura 22 – Página modificada para inserir arquivos adaptados



Nesta página foram inseridos três campos adicionais, sendo eles: tipo de material, no qual é assinalado pelo professor se é um conteúdo no formato de vídeo, *slides*, texto longo, entre outros; adaptado, para determinar se ele deve ser apresentado com velocidades de conexões baixas ou altas; e, obrigatório, que identifica aqueles materiais que precisam ser visualizados independentes do perfil cognitivo do usuário ou sua velocidade de conexão.

A opção obrigatório foi adicionada com o objetivo de fornecer uma alternativa para o professor quando ele não tiver diferentes tipos de materiais para cada estilo cognitivo, ou seja, ele possui somente um tipo material para aquele tópico, por exemplo, um vídeo. Assim, este material é apresentado para todos os usuários de forma obrigatória e sem levar em consideração o tipo de perfil cognitivo de cada um.

Desta forma, todo processo de funcionamento do ambiente do ponto de vista do usuário e professor foi apresentado, visando esclarecer o seu modo de funcionamento. Na próxima seção são apresentados os testes realizados e as avaliações obtidas pelas respostas dos usuários.

## 5. AVALIAÇÃO DO UVLE<sup>QoC</sup>

Nesta seção é descrita de forma detalhada a avaliação executada no ambiente, na qual aborda os Testes de *Software* realizados com os módulos do U-SEA 2.0, SEDECA 2.0, QoC e Adaptação Móvel. Além disso, também foi avaliada a utilização do sistema por um grupo de usuários que interagiram com os materiais e ferramentas em uma disciplina criada no Moodle.

Posteriormente, eles responderam a 2 questionários que avaliaram a usabilidade do ambiente e os módulos implementados. Os resultados obtidos foram analisados com o auxílio de gráficos para averiguar qual a opinião dos usuários quanto aos módulos e funcionamento do ambiente. Todas estas etapas são abordadas nas seções a seguir.

### 5.1. Teste de *Software* no UVLE<sup>QoC</sup>

Os testes realizados no ambiente foram de caixa preta, na qual objetivou avaliar as suas funcionalidades, descartando assim a verificação envolvendo trechos de código fonte. Foram utilizados testes de unidade e de integração, nos quais foram avaliados elementos individuais em cada um dos módulos desenvolvidos e também de forma conjunta, respectivamente nos dois testes.

Para isso foram formulados casos de teste que definiram o que seria verificado em cada um dos módulos envolvidos, assim como o funcionamento destes de forma conjunta. As próximas seções apresentam os resultados obtidos nos testes realizados, verificando se o funcionamento do ambiente está de acordo com as especificações.

#### 5.1.1. Teste de Unidade

Para a realização dos testes de unidade foram elaborados quatro tipos de casos de teste, nos quais foram abordadas separadamente cada uma das unidades criadas: U-SEA 2.0, SEDECA 2.0, QoC e Adaptação Móvel. O Apêndice A – Caso de testes das unidades **Apêndice A – Caso de testes das unidades**

contém os quatro casos de teste executados, sendo estes descritos a seguir.

##### 5.1.1.1. Teste de Unidade no SEDECA

O primeiro caso de teste envolveu a avaliação das funcionalidades do módulo SEDECA 2.0, conforme visto no Apêndice A – Caso de testes das unidades, **Apêndice A – Caso de testes das unidades**

no qual são descritos os passos efetuados, os dados necessários e as condições para antes e depois da realização dos testes. Foram criados quatros usuários utilizando-se de dados sintéticos para executar as etapas descritas no caso de teste.

Visto que foram estabelecidos quatro tipos de perfis cognitivos possíveis no questionário aplicado, com base na disposição das questões de acordo com cada estilo, conforme descrito na seção 4.6.2, para cada um dos usuários foi estabelecido um perfil diferente. Assim é possível verificar se o questionário está realizando de forma correta o cálculo das respostas e a definição do perfil cognitivo do usuário, assim como se está adaptando os materiais e ferramentas de acordo com suas preferências.

A Tabela 7 apresenta os usuários utilizados nos testes e o respectivo perfil cognitivo definido para cada um destes. Para isso, com base na tabela de disposição das questões, eram respondidas as questões de um tipo de perfil cognitivo com a opção Concordo Totalmente e nas demais foram assinaladas opções aleatórias, sendo desta forma definido um perfil diferente para cada usuário.

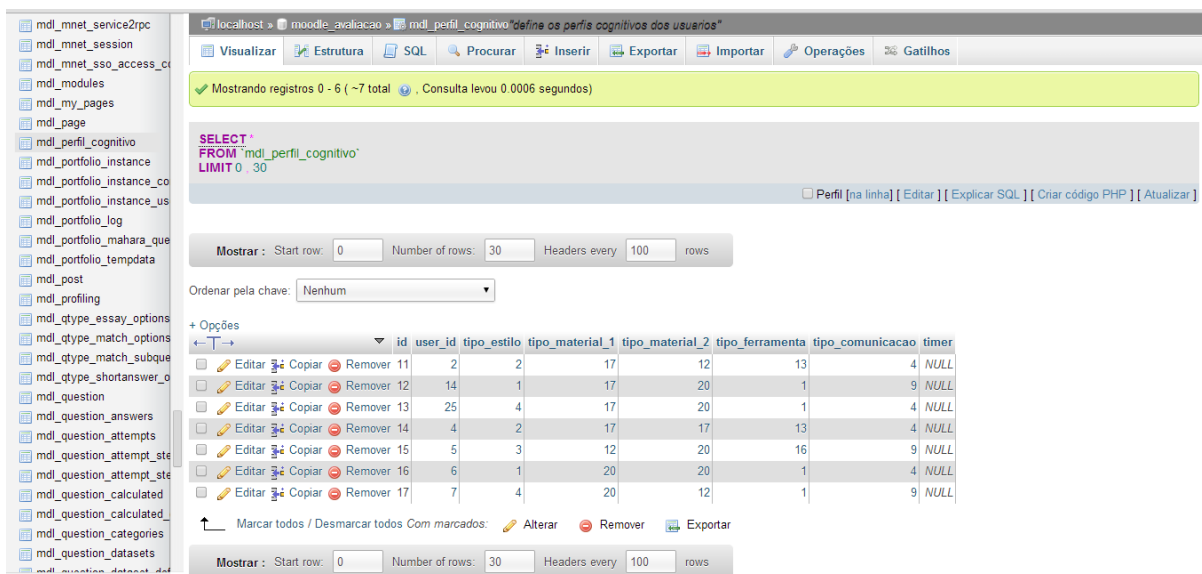
Tabela 7 – Dados do teste de unidade realizado no SEDECA 2.0

Usuário / Perfil	Holista (tipo_estilo: 1)	Divergente (tipo_estilo: 2)	Serialista (tipo_estilo: 4)	Reflexivo (tipo_estilo: 3)
user_01 (user_id: 4)		X		
user_02 (user_id: 5)				X
user_03 (user_id: 6)	X			
user_04 (user_id: 7)			X	

É possível visualizar no quadro anterior que cada usuário teve um tipo diferente de perfil cognitivo definido. Isso sugere que o questionário aplicado está realizando de forma correta a verificação das respostas e a emissão do perfil cognitivo de cada usuário.

A Figura 23 reforça esta afirmação ao demonstrar o resultado dos testes realizados na tabela mdl\_tipo\_estilo do banco de dados, na qual foram inseridos o ID de cada usuário no

Moodle e o seu tipo de perfil cognitivo, conforme descritos no quadro anterior pelos atributos `user_id` e `tipo_estilo`, respectivamente. Os demais atributos representam os IDs de cada tipo de material, ferramenta e comunicação. Por exemplo, o usuário de ID 6 tem preferência por materiais do tipo *Link* ou *Vídeo*, representados por seus IDs nesta tabela.



Mostrando registros 0 - 6 (~7 total) . Consulta levou 0.0006 segundos

```
SELECT *
FROM 'mdl_perfil_cognitivo'
LIMIT 0 30
```

Mostrar : Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

Ordenar pela chave: Nenhum

	id	user_id	tipo_estilo	tipo_material_1	tipo_material_2	tipo_ferramenta	tipo_comunicacao	timer
Editar Copiar Remover	11	2	2	17	12	13	4	NULL
Editar Copiar Remover	12	14	1	17	20	1	9	NULL
Editar Copiar Remover	13	25	4	17	20	1	4	NULL
Editar Copiar Remover	14	4	2	17	17	13	4	NULL
Editar Copiar Remover	15	5	3	12	20	16	9	NULL
Editar Copiar Remover	16	6	1	20	20	1	4	NULL
Editar Copiar Remover	17	7	4	20	12	1	9	NULL

Mostrar : Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

Figura 23 – Dados sobre o estilo cognitivo de cada usuário

Outro fator relevante está no acesso dos usuários ao ambiente, no qual para todos eles foi apresentada a página do questionário em seu primeiro acesso, não sendo possível navegar por nenhuma outra parte do ambiente sem ter sido definido primeiramente o perfil cognitivo. Também foi realizada a verificação de tentar um acesso pela primeira vez ao ambiente, no qual foi apresentada a página do questionário, efetuando então a saída do sistema e posteriormente uma nova tentativa para acessar as páginas deste, porém sem sucesso. Mesmo no segundo ou terceiro acesso, todas às vezes o ambiente redirecionou para a página do questionário, não permitindo o acesso a seus recursos.

Com relação à adaptação dos materiais na disciplina, foi realizado o acesso com os quatro usuários para verificar se os materiais e ferramentas foram adaptados corretamente ao perfil cognitivo do usuário. A Figura 24 apresenta o acesso realizado com o usuário `user_01` à disciplina, cujo estilo cognitivo era o divergente e as preferências quanto ao tipo de material eram por artigos ou *slides*, assim como por ferramentas e comunicação eram por *chat* e *lição*, respectivamente.



Figura 24 – Adaptação dos materiais com os módulos SEDECA e U-SEA

Na página inicial da disciplina é possível visualizar que os materiais apresentados foram do tipo vídeo, *slide* e artigos. Porém, a preferência neste caso era somente por artigos e *slides*, o que significa que houve falhas no processo de adaptação dos materiais na disciplina.

Assim, nos testes realizados foram identificadas falhas de implementação no código desenvolvido, visto que os materiais preferenciais estavam sendo apresentados, porém determinados tipos de materiais, como artigos e vídeos, também foram visualizados pelo usuário, assim como as ferramentas, que em determinados casos tiveram dois tipos mostrados no ambiente. Quanto aos materiais assinalados como obrigatórios de serem apresentados na disciplina, estes foram mostrados corretamente em todos os testes realizados.

A causa dos erros ocorridos foi identificada pelo tipo de estrutura adotada no ambiente Moodle, no qual é feita uma classificação em módulos dos tipos de arquivos de forma padronizada. Assim, por exemplo, *URL* e *Livro* são tipos de classificação fornecida pela estrutura do Moodle.

Mas no caso do tipo de arquivos, o ambiente classifica como “*Resource*”, não havendo uma separação da extensão com que ele pertence, como PDF, PPT, DOC, entre outros. Desta forma, com a realização dos testes foi possível observar que no momento em que é realizado o *upload*, o sistema detecta o tipo de módulo que está inserido (*URL*, *Livro*, *Resource*, etc.), porém não detecta a extensão do arquivo que está sendo adicionado.

Assim, a solução adotada temporariamente para o período de testes realizados foi somente realizar a separação com base nos módulos de tipos de arquivos existentes no Moodle, que no caso eram livro, *URL*, Imagem e *Resource*. Na disciplina foram mostrados todos os arquivos do tipo *Resource*, sem realizar a diferenciação da extensão de cada um para verificar se era um vídeo, PDF, ppt ou demais tipos, o que demonstra uma limitação existente na adaptação dos tipos de materiais apresentados no ambiente, que foi identificada com os testes realizados.

É importante ressaltar que a inserção do questionário no ambiente, definição do perfil cognitivo do usuário e suas preferências ocorreu de forma adequada, assim como a adaptação dos materiais citados (*URL*, Livro, Imagem, *Resource*) de forma transparente na disciplina, como proposto com o uso da técnica de Hipermídia Adaptativa. Porém, a adaptação não está totalmente completa devido às dificuldades anteriormente explanadas, dificultando a avaliação do ambiente com uma maior precisão.

#### 5.1.1.2. Teste de Unidade no U-SEA

Os testes realizados com o módulo U-SEA, conforme descrito no caso de teste (Apêndice A – Caso de testes das unidades) envolveu a verificação da velocidade de conexão medida no ambiente e também a adaptação dos materiais de acordo com a mesma. Para isso, foi escolhido um analisador denominado de RJNET, que é utilizado por diversos usuários e fornece sua velocidade de conexão.

Conforme descrito na seção 4.6.2, a fórmula para estabelecer a velocidade de conexão do usuário está baseada no envio de um arquivo, sendo medido o tempo inicial e final deste, para então calcular o tamanho do arquivo (100 Kb) pelo tempo decorrido e estabelecer a velocidade de conexão. O teste efetuado pelo RJNET também segue o mesmo princípio, sendo enviado um arquivo para a máquina do usuário e realizada a medição com base no tempo inicial e final.

Com isso é possível estabelecer um comparativo entre as velocidades analisadas, no qual foram realizados 10 testes de velocidades, sendo que em metade destes utilizou-se uma conexão de banda larga, enquanto que nos demais foi usada a conexão de rede de dados móveis 3G. Os testes ocorreram em um *notebook*, em que a cada verificação executada, um intervalo de 60 minutos era respeitado, com o objetivo de manter um espaço de tempo entre os testes efetuados, de forma que diversos horários fossem testados durante o período de um dia.

Além disso, também foi verificado se os arquivos estavam sendo apresentados de forma correta na disciplina. Os arquivos adaptados são mostrados na disciplina quando a velocidade de conexão for inferior a 500 Kbps, enquanto que, os não adaptados são visualizados pelo usuário quando a conexão tiver um valor superior a este. A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 8 – Dados dos testes de velocidade no ambiente e com o RJNET

Testes / Dados	Tipo Conexão	Velocidade Ambiente	Velocidade RJNET	Material Apresentado
Teste 01	Banda Larga	6558.49 Kbps	6571.37 Kbps	Não Adaptado
Teste 02	3G	2304.67 Kbps	2208.98 Kbps	Não Adaptado
Teste 03	Banda Larga	5497.44 Kbps	5557.75 Kbps	Não Adaptado
Teste 04	3G	1103.45 Kbps	937.08 Kbps	Não Adaptado
Teste 05	Banda Larga	4877.38 KBps	4792.88 Kbps	Não Adaptado
Teste 06	3G	2340.89 Kbps	2446.95 Kbps	Não Adaptado
Teste 07	Banda Larga	2593.26 Kbps	2291.33 Kbps	Não Adaptado
Teste 08	3G	902.45 Kbps	710.78 Kbps	Não Adaptado
Teste 09	Banda Larga	2593.27 Kbps	2401.95 Kbps	Não Adaptado
Teste 10	3G	3240.56 Kbps	3328.87 Kbps	Não Adaptado

Nos cinco testes realizados (Teste 01, 03, 05, 07, 09) com uma conexão de banda larga, todas as velocidades coletadas obtiveram um valor superior a 500 Kbps, o que significa que apenas os arquivos não adaptados foram apresentados no ambiente. Já em conexões utilizando o 3G, houve uma grande variação dos resultados obtidos, nos quais em três dos cinco valores capturados foi verificado pontos altos de velocidade para este tipo de conexão, enquanto que nos demais foi obtida uma velocidade normal. Em todos os testes (Teste 02, 04, 06, 08, 10), a adaptação ocorreu de forma correta, em que foram apresentados os materiais

adaptados para as velocidades baixas, e, os não adaptados para as demais medições com valores altos de conexão.

Quanto à variação das velocidades coletadas no ambiente e na ferramenta RJNET, foi possível observar uma estabilidade dos valores obtidos nas medições, conforme visto na Figura 25. A variação de valores ocorrida é considerada normal e com um baixo índice de diferença, visto que os valores de uma conexão podem variar constantemente, e, portanto não é provável que estes tenham velocidades iguais ou muito similares.

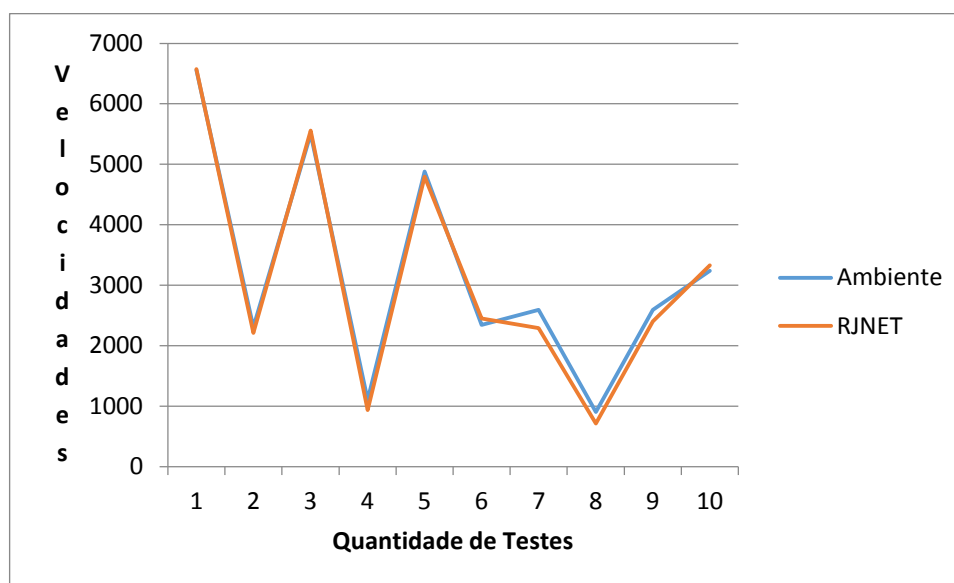


Figura 25 – Gráfico das velocidades coletadas

Os resultados obtidos nos testes realizados no módulo U-SEA demonstram que as funcionalidades propostas neste estão operando de forma adequada e de acordo com os requisitos estipulados. A medição da velocidade de conexão ocorreu de forma correta, com base nos testes comparativos executados com o ambiente e a ferramenta RJNET, além da adaptação dos materiais de acordo com esta velocidade, no qual em todos os casos verificados foi aplicada corretamente.

#### 5.1.1.3. Teste de Unidade no QoC

Os testes realizados no módulo de QoC, conforme visto no Apêndice A – Caso de testes das unidades, tiveram como objetivo avaliar se os parâmetros de qualidade selecionados estavam de acordo com as necessidades, assim como a forma de mensuração adotada nestes estava



adequada e operando corretamente. Para isso, foi utilizada uma ferramenta denominada de Firebug, que é um *plugin* do Mozilla Firefox que fornece detalhes referentes ao tempo de carregamento da página e outros aspectos envolvendo o seu código HTML e CSS.

Nele, os objetos contidos na página (imagens, ícones, funções, etc.) são apresentados detalhadamente, assim como o tempo de carregamento para cada um destes. No final é apresentado o tempo total que a página levou para ser carregada, com todos os elementos presentes.

Os testes realizados tiveram uma duração de 30 minutos, nos quais foram realizadas interações com a disciplina, como acessar os arquivos disponíveis, realizar as atividades, forçar a atualização da página, dentre outros aspectos. O intuito destas ações era avaliar determinados detalhes envolvendo os parâmetros de QoC aplicados, como o tempo de apresentação do conteúdo na página, formato da velocidade apresentada, se uma nova medição era realizada dentro de um intervalo específico de tempo, dentre outros aspectos que foram medidos com base nas especificações adotadas em cada parâmetro, conforme descrito na seção 4.4.

Para isso, com o uso do Firebug foram capturados dados referentes aos testes realizados durante o período de 30 minutos, no qual a cada intervalo de 5 minutos uma verificação dos dados abordados era realizada e gravada. Os dados observados foram os seguintes:

- Se a função para medir a velocidade de conexão foi executada a cada vez que a página era atualizada ou somente dentro do intervalo de 5 minutos conforme definido no parâmetro *Up-to-dateness* e *Frequency*;
- Se as informações do perfil cognitivo do usuário e velocidade de conexão eram apresentadas, o que significava que todos os dados necessários foram preenchidos de acordo com a definição feita no parâmetro *Completeness*, caso contrário, novas medições desses dados deveriam ser realizadas;
- Se o tempo total para o carregamento da página foi inferior a 1 minuto ou superior, devendo ser realizada uma nova verificação das informações, conforme estipulado nos parâmetros *Freshness* e *Delay Time*;
- Se a velocidade de conexão apresentada teve valores superiores a 50 Kb/s, sendo assim válida para o uso no ambiente, caso contrário, com um valor inferior a este, uma nova verificação de velocidade deveria ser feita, de acordo com os parâmetros *Coverage* e *Representation Consistency*;

- Se a velocidade de conexão apresentada possuía um formato decimal com precisão de 4 figuras significantes e 2 casas decimais após a vírgula (*Precision*);
- Se as repetições (*Repeatability*) dos valores observados na velocidade de conexão mantiveram uma média adequada aos padrões normais, ou seja, se não houve diferenciações de valores muito elevadas, o que poderia ser interpretado como falhas na análise da velocidade de conexão.

Para isso, foi preenchida uma tabela com os valores observados no *plugin* Firebug e as ações executadas no ambiente em cada um dos testes realizados. Um *notebook* foi utilizado para os testes em conjunto com uma conexão de banda larga. A Tabela 9 apresenta os dados observados nos testes.

Tabela 9 – Dados obtidos com o uso do Firebug

Tempo / Dados	Perfil Cognitivo apresentado	Velocidade Conexão apresentada	Tempo total de carregamento da página
5	Sim (Holist)	4905.91 Kbps	3,49s
10	Sim (Holist)	4900.17 Kbps	4,26 s
15	Sim (Holist)	3724.31 Kbps	5,01 s
20	Sim (Holist)	4975.74 Kbps	4,13 s
25	Sim (Holist)	4375.28 Kbps	4,21 s
30	Sim (Holist)	5350.19 Kbps	4,62 s

Com base nos dados obtidos e as observações realizadas foi possível verificar que, em todos os testes executados as informações referentes ao tipo de perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão foram apresentados na página inicial da disciplina. Isso representa que o parâmetro *Completeness* foi atendido de forma correta em todos os casos, visto que todos os dados necessários para a formulação destas informações foram preenchidos.

Observam-se nos dados da tabela que as especificações definidas nos parâmetros *Coverage* e *Representation Consistency* foram atendidas de forma adequada, pois em nenhum dos casos o valor da velocidade de conexão foi inferior a 50 Kb/s, portanto não sendo necessária a execução de uma nova medição. Além disso, o formato estabelecido no parâmetro *Precision*, com 4 figuras significantes e 2 casas decimais após a vírgula foi atendido, conforme pode ser visualizado nos valores coletados.

Também foi observado que a velocidade de conexão não era medida a cada atualização da página, mas somente depois de um período de 5 min. Desta forma, as especificações definidas nos parâmetros *Up-to-Dateness* e *Frequency* foram atendidas

corretamente, porém se faz necessária uma melhor avaliação com o uso de grande grupo de usuários para verificar se o tempo de 5 minutos para a vida útil de uma informação de contexto está adequado ou necessita ser recalculado.

O tempo para o carregamento total da página, ou seja, de todos os elementos necessários foi amplamente inferior ao estabelecido no parâmetro *Freshness*. Apesar de ser um resultado positivo, vale ressaltar que esta grande diferença observada deve ser verificada, pois o tempo de 1 minuto estabelecido pode estar demasiadamente longo, o que significa que para a realização de testes com um número elevado de usuários possa ser feito com um tempo inferior a este, como de 20 a 30 segundos.

Quanto à repetição dos valores observados na velocidade de conexão, a média dos resultados coletados foi de 4.576,28, o que significa que os valores mantiveram um padrão durante as medições. Isso reforça que as exigências definidas nos parâmetros de *Repeatability* e *Delay Time* têm sido cumpridas, embora seja necessária a execução de uma análise mais aprofundada e durante um período maior de tempo para gerar maiores garantias de que os valores estabeleceram uma média adequada.

A Figura 26 demonstra um exemplo de teste realizado com o *plugin* Firebug, no qual podem ser observados os valores referentes a cada um dos elementos e funções carregadas na página, o tempo total de carregamento, dentre outros aspectos. No caso, a velocidade observada foi de 4975.74 Kbps, o perfil cognitivo definido era o Holista e o tempo total decorrido para o total carregamento da página foi 4,13 segundos.

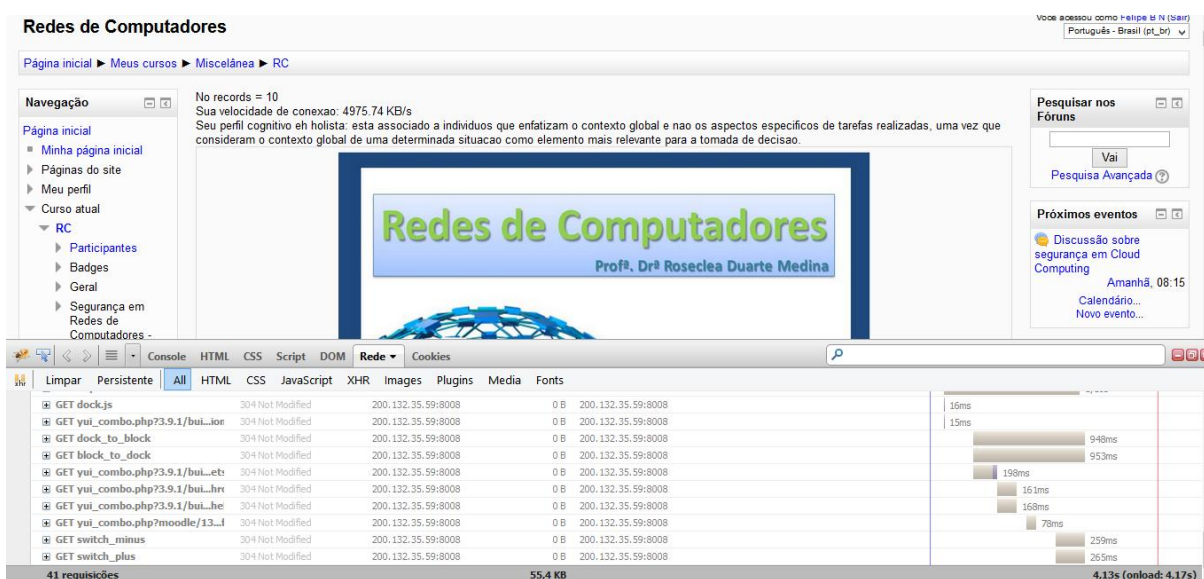


Figura 26 – Firebug e os dados obtidos ao acessar a disciplina

Demais testes também foram realizados envolvendo os parâmetros de *Delay Time*, *Priority*, *Access Right* e *Probability of Correcteness*. Estes testes foram executados de forma separada, visto que cada um dos parâmetros possui funções e regras específicas que devem ser avaliadas de forma individual.

O parâmetro *Access Right* foi verificado com a análise dos usuários que tinham acesso à página do questionário do SEDECA, na qual somente o tipo aluno poderia visualizar e responder às questões. Para isso, o acesso foi realizado com dois usuários: o primeiro (user\_05) estava matriculado como professor em uma disciplina, enquanto que o segundo (user\_06) detinha desta matrícula como aluno, além de ser professor em uma segunda disciplina.

O user\_05 teve seu acesso negado ao questionário do ambiente, visto que somente alunos poderiam responder ao mesmo, enquanto que o user\_06, por ser aluno em uma disciplina, pode responder as questões do SEDECA. Com isso, as regras estabelecidas no parâmetro *Access Right* foram seguidas corretamente.

Os dados acerca da velocidade de conexão que foram gravados no ambiente possibilitaram a análise do parâmetro de *Probability of Correcteness*. As velocidades inseridas no banco de dados, conforme Figura 27, representam os dez últimos valores de velocidade de conexão de cada usuário específico, gravados a cada intervalo de 5 minutos.

Por exemplo, o usuário com ID = 14 teve sua velocidade de conexão registrada por seis vezes, ou seja, sua interação ocorreu durante um período de 30 minutos. Desta forma, pode-se realizar a média das últimas 10 velocidades do usuário armazenadas no banco de dados para serem utilizados em casos que a velocidade de conexão do usuário não possa ser estabelecida diretamente, sendo necessária uma consulta ao histórico.

	id	user_id	speed	time
<input type="checkbox"/>	170	25	5128.48	1389486662
<input type="checkbox"/>	174	25	3826.97	1389568486
<input type="checkbox"/>	182	14	6421.15	1389745316
<input type="checkbox"/>	196	14	4946.4	1389793633
<input type="checkbox"/>	197	14	4905.91	1389795765
<input type="checkbox"/>	198	14	4650.28	1389796505
<input type="checkbox"/>	199	14	4900.17	1389799031
<input type="checkbox"/>	200	2	5497.44	1389799122
<input type="checkbox"/>	201	2	5596.73	1389799966
<input type="checkbox"/>	202	2	5236.64	1389800329
<input type="checkbox"/>	203	2	5210.62	1389800537
<input type="checkbox"/>	204	2	4609.4	1389800800
<input type="checkbox"/>	205	4	4695.31	1389801695
<input type="checkbox"/>	206	2	5585.29	1389802011
<input type="checkbox"/>	207	4	5316.29	1389802347
<input type="checkbox"/>	208	5	5460.84	1389802351
<input type="checkbox"/>	209	4	4924.38	1389802607
<input type="checkbox"/>	210	6	4672.94	1389803317
<input type="checkbox"/>	211	2	4877.38	1389803524
<input type="checkbox"/>	212	6	4697.14	1389803580
<input type="checkbox"/>	213	2	5127.81	1389803749
<input type="checkbox"/>	214	14	3724.31	1389803892

Figura 27 – Histórico de velocidades dos usuários no banco do Moodle

Os testes realizados nos parâmetros buscaram verificar se as formas de quantificação estabelecidas estavam adequadas e satisfaziam as proposições definidas neles. De forma geral, os resultados obtiveram um caráter positivo, visto que as principais necessidades foram atendidas, como manter um contexto atualizado e garantir que as informações estivessem completas, porém vale ressaltar que alguns aspectos ainda precisam ser melhorados e testados de forma mais consistente para gerar maior credibilidade aos resultados obtidos.

#### 5.1.1.4. Teste de unidade no módulo de adaptação para dispositivos móveis

O teste realizado deveria envolver o acesso ao ambiente utilizando algum tipo de dispositivo móvel, que no caso conforme descrito na seção 3.1.6, foi um *Smartphone* com tamanho de tela de 4” e uma conexão de rede de dados móveis 3G. No momento em que o acesso ao ambiente foi realizado, a adaptação da *interface* para dispositivos móveis deveria ocorrer.

Então, o endereço em que o ambiente estava hospedado foi acessado e imediatamente a *interface* que foi apresentada na tela do dispositivo era a do tema Bootstrap, conforme visto na Figura 28. O *layout* do ambiente se adequou as dimensões do aparelho, de forma que a interação pudesse ocorrer com uma usabilidade mais adequada.

Pode-se visualizar na figura que os materiais são apresentados no mesmo formato que o *layout* tradicional do Moodle, sem haver modificações radicais na sua *interface*. Além disso, todos os recursos disponíveis no ambiente continuam presentes, visto que somente o *layout* de apresentação é alterado. Desta forma, o teste realizado ocorreu de forma adequada e atendeu as exigências propostas de adaptação ao tipo de dispositivo do usuário.

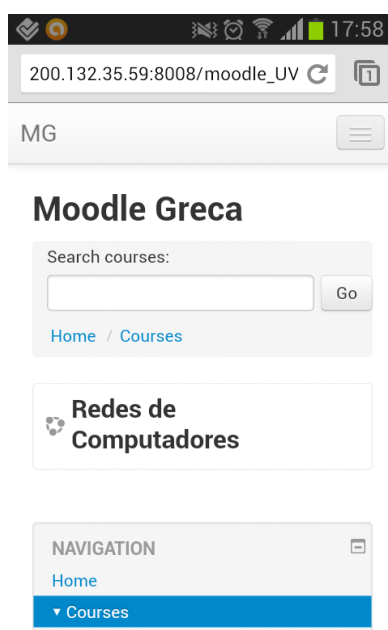


Figura 28 – Tela inicial do Moodle com o tema Bootstrap

### 5.1.2. Teste de Integração no UVLE<sup>QoC</sup>

Para a realização do teste de integração foi elaborado um casos de teste, no qual de forma conjunta foi abordada as unidades criadas: U-SEA, SEDECA, QoC e Adaptação Móvel. O teste envolveu o acesso utilizando um dispositivo móvel do tipo *Smartphone* (conforme descrito na seção 3.1.6) e uma conexão de rede de dados móveis 3G, no qual foi estabelecido um roteiro de atividades para serem executadas, conforme descrito no Apêndice B – Caso de testes de integração.

No primeiro acesso realizado ao ambiente, o questionário do SEDECA 2.0 foi apresentado, conforme Figura 29, sendo respondido e conseqüentemente definido o perfil cognitivo do usuário. Nota-se que a adaptação do tema Bootstrap não foi aplicada à *interface* do questionário, o que dificultou a marcação das opções de resposta nas questões, sendo um aspecto a ser corrigido durante o posterior desenvolvimento do ambiente.

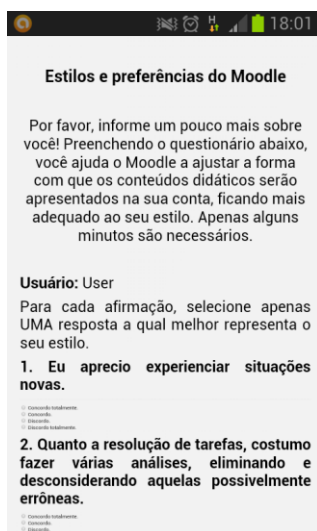


Figura 29 – Questionário SEDECA acessado via *Smartphone*

Com o acesso liberado no ambiente, foi possível entrar na disciplina denominada de Redes de Computadores (Figura 30), na qual em sua página inicial foi apresentado à velocidade de conexão e o tipo de perfil cognitivo, juntamente com uma descrição do mesmo. Nota-se que os aspectos relacionados aos parâmetros de QoC, descritos anteriormente nos testes realizados, também foram atendidos de forma adequada.



Figura 30 – Página inicial da disciplina com as informações de contexto

Com uma velocidade de conexão acima de 500 Kbps, os arquivos apresentados na disciplina foram do tipo não adaptados, de acordo com a Figura 31. Porém, em relação à adaptação de acordo com o perfil cognitivo do usuário, os testes realizados auxiliaram a detectar limitações envolvendo os tipos de arquivos apresentados, visto que embora tenham sido mostrados os materiais de tipo livro e *link*, também foi visualizado os arquivos de vídeos que não fazem parte das preferências definidas anteriormente no questionário do SEDECA.



Figura 31 – Materiais não adaptados na disciplina

Assim, a solução adotada temporariamente para o período de testes realizados foi somente realizar a separação com base nos módulos de tipos de arquivos existentes no Moodle, que no caso eram livro, *URL*, Imagem e *Resource*.

Por fim, a adaptação ao dispositivo móvel do usuário também foi executada corretamente com a apresentação do tema Bootstrap. Com estas observações realizadas, o tipo de conexão foi alterado para banda larga, com o objetivo de verificar se o sistema realizaria uma nova medição da velocidade de conexão, independente do tempo de vida da informação de contexto ainda ser válido. O resultado obtido foi uma nova verificação da velocidade de conexão, no qual o seu valor foi alterado e apresentado na página inicial da disciplina.

Os testes realizados demonstraram que os módulos foram integrados com sucesso, visto que o roteiro de atividades proposto foi realizado sem maiores problemas e de forma



adequada. Isso caracteriza que o funcionamento do ambiente com as novas unidades integradas a ele não foi afetada de forma problemática, pois todas as funcionalidades do Moodle continuam a operar normalmente.

Apesar disso, uma limitação já identificada e que ocorreu novamente foi relacionada à adaptação dos materiais e ferramentas de acordo com o perfil do usuário. Como solução deste problema para o período de testes realizados, foi definida de forma temporária que os tipos de materiais apresentados seriam Livro, *Links*, Imagens e *Resource*, sendo que este último engloba os *slides*, textos longos e vídeos, que originalmente deveriam ser separados e mostrados cada um destes três tipos de acordo com o perfil do usuário, por exemplo, somente textos longos e os outros dois não seriam apresentados. Portanto, quando a preferência dele era por algum destes três tipos de materiais, os demais eram mostrados também, por exemplo, o perfil definiu que vídeos deveriam ser apresentados na disciplina, mas com esta solução temporária, os *slides* e textos longos também foram mostrados.

Devido ao tempo de desenvolvimento do ambiente ser limitado, não foi possível realizar a manutenção do código dentro do período de testes executados para a sua avaliação. Assim, a resolução dos problemas identificados foi tratada como trabalhos futuros a serem realizados no desenvolvimento do UVLE<sup>QoC</sup>.

## 5.2. Avaliação do UVLE<sup>QoC</sup> com usuários

A avaliação com usuários foi realizada por um grupo de 12 pessoas com conhecimentos avançados em informática, que possuíam experiência mínima de 1 ano com o ambiente Moodle em seu formato tradicional e pertenciam aos cursos de graduação e pós-graduação da Ciência da Computação. O roteiro sugerido para a interação com o ambiente foi o seguinte:

- realizar o acesso com o *login* e senha informados;
- responder ao questionário do SEDECA 2.0 para definir o seu perfil cognitivo;
- acessar a disciplina denominada de “Redes de Computadores” e verificar se as informações acerca do seu perfil e velocidade de conexão foram apresentadas;
- observar se os materiais e ferramentas foram adaptados de acordo com a velocidade de conexão apresentada e o perfil cognitivo;
- acessar os materiais e interagir com as atividades propostas, como fórum, *chat*, tarefa, questionário, etc.;

- analisar se a velocidade de conexão era medida novamente dentro de um intervalo de 5 minutos, se a página foi carregada com um período inferior a 1 minuto, o formato numérico que a velocidade foi mostrada, de forma a saber se os parâmetros de QoC estão operando conforme especificado;
- foi sugerido também que o acesso ao ambiente fosse realizado via *desktop* ou dispositivos móveis, como *Tablet* e *Smartphone*, para observar as adaptações dos conteúdos e *interface*.

Para a avaliação da interação dos usuários com o UVLE<sup>QoC</sup>, foi solicitado o preenchimento de dois questionários: o primeiro era o questionário SUS que avaliava a usabilidade do sistema, enquanto que o segundo verificou o funcionamento dos módulos integrados ao Moodle. Posteriormente, também foi classificado o questionário sobre os módulos por meio de uma técnica chamada de Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), na qual verifica a confiabilidade dos questionários. Os resultados, a forma de mensuração e análise é apresentada nas próximas seções.

### 5.2.1. Resultados sobre o Questionário SUS

O questionário SUS avalia a capacidade de usabilidade de uma variedade de produtos ou serviços (Brooke, 1996). Ele pode ser usado por um amplo grupo de profissionais de usabilidade para avaliar quase qualquer tipo de *interface* do usuário, incluindo *sites*, telefones celulares, sistemas de resposta de voz interativa (IVR), aplicações de TV, e, muito mais (Bangor et al., 2009).

O SUS é composto por 10 questões (Anexo B – Questionário SUS) e possui cinco opções de resposta, que variam de “Discordo Plenamente” até “Concordo Plenamente”. A pontuação destas questões é feita com base na escala Likert (1932), sendo atribuídos os valores de 1 a 5.

Sua forma de avaliação não possui um nível de complexidade demasiado. Conforme explicado na pesquisa de Brooke (1996), para calcular a pontuação do SUS, primeiro deve-se somar as contribuições de pontuação de cada item do questionário. A pontuação de cada item irá variar de 1 a 5.

Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9 a pontuação é a escala da posição menos 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a pontuação é de 5 menos a escala da posição. Por exemplo, se a resposta da questão 1 foi 4, então será subtraído  $4 - 1$  e o resultado da questão é 3, sendo realizado o

mesmo processo para todas as demais questões, conforme regra para cada questão, e aplicada a soma destes itens.

Com a soma das pontuações efetuada, é preciso multiplicar este resultado por 2,5 para obter o valor global do SUS. Este valor estará situado dentro em um intervalo de 0 a 100, no qual foram definidas escalas adjetivas de classificação para avaliar o valor obtido (Figura 32):

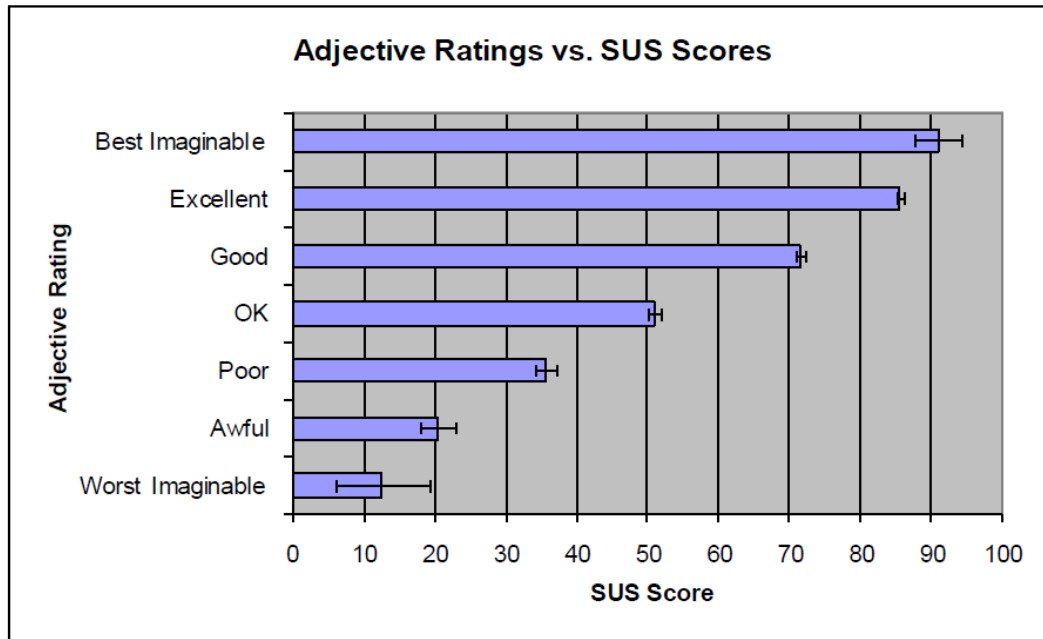


Figura 32 – Escala adjetiva de classificação do SUS

Foram criados intervalos de valores e atribuídos adjetivos para cada um destes, que variam desde “Pior imaginável” até “Melhor Imaginável”. Assim, com o valor global do SUS definido, é realizada sua classificação para determinar como foi avaliada a usabilidade do sistema verificado.

Com relação às respostas obtidas no questionário aplicado aos 12 usuários, a Figura 33 apresenta o resultado de cada questão, assim como a soma das respostas e o resultado global do SUS. São apresentadas as respostas de cada questão e o seu respectivo *Score*, que é o resultado da subtração para cada questão, por exemplo, na questão 2 (Q2) o resultado assinalado pelo usuário 1 foi 4, sendo então aplicada a regra para ela (5 - 4), o *Score* obtido foi de 1.

A soma das respostas de cada usuário foi realizada por meio da adição de todos os *Score's* de cada um, por exemplo, no usuário 1 foram somados todos os *Score's* dele nas 10

questões, resultando em um total de 30 que foi multiplicado por 2,5 e definido o SUS deste usuário como 75.

Questão / Usuário	Q1	S	Q2	S	Q3	S	Q4	S	Q5	S	Q6	S	Q7	S	Q8	S	Q9	S	Q10	S	Soma das respostas de cada usuário	SUS
1	5	4	4	1	5	4	2	3	5	4	3	2	4	3	4	1	5	4	1	4	30	75
2	3	2	3	2	4	3	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	4	3	1	4	30	75
3	4	3	1	4	4	3	1	4	4	3	2	3	3	2	3	2	4	3	1	4	31	77,5
4	4	3	1	4	5	4	2	3	4	3	2	3	4	3	4	1	5	4	4	1	29	72,5
5	5	4	1	4	5	4	1	4	5	4	2	3	5	4	1	4	5	4	1	4	39	97,5
6	4	3	1	4	5	4	1	4	3	2	5	0	5	4	1	4	5	4	1	4	33	82,5
7	5	4	2	3	5	4	1	4	5	4	2	3	4	3	2	3	5	4	2	3	35	87,5
8	5	4	1	4	5	4	1	4	4	3	1	4	4	3	1	4	5	4	1	4	38	95
9	4	3	2	3	4	3	2	3	4	3	2	3	3	2	2	3	4	3	2	3	29	72,5
10	4	3	2	3	4	3	2	3	4	3	3	2	4	3	4	1	4	3	1	4	28	70
11	5	4	1	4	5	4	1	4	5	4	1	4	5	4	1	4	5	4	1	4	40	100
12	4	3	1	4	4	3	4	1	5	4	1	4	4	3	2	3	4	3	2	3	31	77,5
Soma total por resposta		40		40		43		41		39		35		36		34		43		42		81,88

Figura 33 – Resultado final do SUS

Com o SUS definido para cada usuário, foi realizada a soma destes valores e a sua divisão por 12, que foi o número de usuários que responderam ao questionário, o que resultou em uma média de 81,88. Na escala apresentada na Figura 32 é possível visualizar os intervalos e seus respectivos adjetivos, que neste caso pode ser classificado como Excelente (*Excellent*).

As questões 1, 2, 3, 4, 9 e 10 foram avaliadas positivamente, obtendo uma soma de respostas maior que 40 pontos, levando em consideração os 12 usuários que avaliaram o ambiente. Isso significa em termos de pontuação, que as notas dadas estariam dentro do intervalo de resposta correspondente à 4 de 5, o que pode ser considerada uma avaliação positiva nessa primeira etapa de testes do ambiente envolvendo usuários. A avaliação da questão 5 e 7 também foi considerada positiva, visto que o valor final obtido foi satisfatório e encontra-se próximo as demais questões citadas anteriormente.

No que diz respeito às questões 6 e 8, o resultado obtido não pode ser considerado satisfatório, visto que os valores apresentados podem ser relacionados a um intervalo correspondente de uma pontuação 3, que pode ser classificado como mediano. As questões abordavam aspectos relacionados às inconsistências no ambiente e sua classificação intermediária condiz com o que foi observado nos Testes de *Software*, em que foram observadas algumas imprecisões na adaptação do módulo SEDECA 2.0.

É importante ressaltar que mesmo com a integração dos módulos no ambiente ter sido realizada, o funcionamento e o modo de operação do Moodle de forma geral foi mantido, sendo modificado apenas aspectos relacionados aos conteúdos apresentados. Isso demonstra que os usuários que avaliaram o ambiente, apesar de já possuírem experiência de utilização no Moodle tradicional, não consideraram que as adaptações realizadas no AVA tenham prejudicado ou modificado a sua usabilidade, o que significa que as integrações foram realizadas com sucesso e não alteraram o modo normal de funcionamento do Moodle.

Portanto, como visto anteriormente, o valor final do SUS de 81,88 foi classificado de acordo com a tabela adjetiva de intervalos pré-definidos como Excelente. Essa qualificação foi considerada satisfatória para uma primeira avaliação do ambiente envolvendo usuários, visto que na grande maioria das questões disponíveis, as pontuações obtidas foram positivas, restando somente àquelas relacionadas aos aspectos que já haviam sido identificados como problemáticos no ambiente.

### **5.2.2. Resultados sobre o Questionário dos Módulos**

Um questionário foi elaborado para avaliar o funcionamento dos quatro módulos integrados ao ambiente Moodle (SEDECA 2.0, U-SEA 2.0, QoC e Dispositivo Móvel), o qual deveria ser respondido pelos usuários com base nas suas percepções durante a utilização do ambiente. O questionário (Apêndice C – Questionário de avaliação dos módulos do UVLEQoC) continha 11 questões de caráter subjetivo e dois campos de observação.

A Figura 34 apresenta os resultados das respostas dos usuários para cada uma das questões. A escala Likert (1932) foi utilizada para mensurar as opções de respostas, que variavam de “Discordo Plenamente” (1) até “Concordo Plenamente” (5). Uma média dos valores de cada uma das questões foi executada, assim como a média das respostas por usuário, o que resultou em um valor geral de 4,36.

As questões 1 e 3 verificaram se as informações de contexto referentes ao perfil cognitivo do usuário e sua velocidade de conexão foram disponibilizadas para o usuário no ambiente, sendo em ambas obtida a pontuação máxima. Isso mostra que em todos os casos não houve falha no processo de coleta, formulação e apresentação do contexto do usuário, o que significa que os parâmetros de QoC aplicados trabalharam de forma adequada, visto que mesmo que tenha ocorrido algum problema na elaboração do contexto do usuário, as regras inseridas auxiliaram para a resolução deste, consequentemente sendo apresentada as informações.

Questão / Usuário	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Média de respostas
Usuário 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
Usuário 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
Usuário 3	5	4	5	4	2	4	5	4	4	3	3	3,91
Usuário 4	5	3	5	3	4	4	5	1	3	3	3	3,55
Usuário 5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4,82
Usuário 6	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4,82
Usuário 7	5	3	5	1	2	1	1	1	5	5	1	2,73
Usuário 8	5	4	5	1	3	2	5	2	5	5	3	3,64
Usuário 9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
Usuário 10	5	3	5	2	3	5	5	5	5	5	5	4,36
Usuário 11	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4,82
Usuário 12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4,64
Média por resposta	5	4,25	5	3,667	3,833	4,25	4,667	4	4,75	4,5	4	4,36

Figura 34 – Respostas dos usuários para o questionário sobre os módulos

Na questão 2 foi abordado se o perfil cognitivo do usuário estava de acordo com as preferências do usuários, na qual a grande maioria dos usuários assinalou que concordavam com tipo que havia sido estabelecido para ele, sendo que somente dois usuários assinalaram a resposta 3, o que significa que ficaram em dúvidas se o perfil cognitivo estipulado pelo ambiente estava realmente de acordo com suas características.

A questão 4 apresentou diversas variações nas respostas fornecidas, visto que metade dos usuários assinalou com nota máxima que concordavam com a sua velocidade de conexão apresentada, enquanto que os demais atribuíram notas 1 e 2 para os valores calculados, o que significa que pode ter ocorrido falhas na definição da velocidade de conexão do usuário. De forma a aprofundar os problemas, foram verificadas as observações realizadas pelos usuários com relação a este problema.

Em três comentários, os usuários relataram que a sua velocidade de conexão não foi medida corretamente, sendo em todas as ocasiões utilizando-se de uma conexão de rede de dados móveis 2G ou 3G. Acredita-se que devido à instabilidade existente na rede de dados móveis 2G e 3G, como já constatado em diversos locais do país, houve esta variação nos valores de velocidade de conexão, mesmo com a utilização de parâmetros de QoC. Com isso, apesar dos Testes de *Software* realizados com a velocidade terem sido positivos para este tipo de conexão, será necessário executar uma análise mais aprofundada e com um número maior

de usuários para verificar quais os problemas ocorridos na verificação da velocidade neste tipo de conexão.

A questão 5 avaliava se os materiais e ferramentas apresentados no ambiente estavam de acordo com o perfil cognitivo do usuário (SEDECA 2.0), na qual foram obtidos resultados considerados intermediários, já que como explanado nos Testes de *Software* envolvendo este processo de adaptação, apenas parte dos materiais estava sendo adaptada. Com isso, a nota atribuída reflete que as adaptações ocorreram, mas com inconsistências, como a apresentação de materiais de outros tipos, além dos preferenciais assinalados pelos usuários.

Na questão 6 foi verificado se o U-SEA 2.0 executou a adaptação dos materiais de forma condizente com a velocidade de conexão do usuário no momento do seu acesso à disciplina. A grande maioria das respostas foi positiva, ou seja, os materiais apresentados estavam condizentes com a velocidade de conexão do usuário. Porém, em dois casos foram assinaladas notas baixas, sendo os mesmos usuários que haviam reportado nos comentários que não tiveram sua velocidade de conexão medida corretamente, portanto devido a este problema, a adaptação dos materiais foi incorreta.

As questões 7 e 8 abordavam tópicos específicos dos parâmetros de QoC, nas quais foi verificado que os resultados obtidos foram satisfatórios, o que reflete em um adequado funcionamento das regras nos parâmetros de QoC aplicados no ambiente. Assim como na questão 6, os problemas ocorridos com os dois usuários também afetou o funcionamento dos parâmetros, visto que estes estão diretamente interligados com a velocidade de conexão, o que acabou por prejudicar o funcionamento destes parâmetros também.

Nas questões 9 e 10 foram abordados os aspectos relacionados a adaptação do ambiente utilizando *desktops*, *notebooks* e dispositivos móveis (*Tablets* e *Smartphones*), sendo que a verificação automática do tipo de dispositivo do usuário e a seleção da *interface* a ser apresentada ocorreu de forma satisfatória e predominante. Nos casos em que foi atribuída a nota 3, conforme comentários dispostos, a seleção da *interface* ocorreu perfeitamente, porém a *interface* não se adaptou de forma completa ao tamanho da tela do dispositivo, o que acarretou na necessidade de utilização da barra de rolagem para visualizar todo o conteúdo.

Por fim, a questão 11 mostra que as adaptações propostas no ambiente ocorreram mesmo quando utilizando um dispositivo móvel, ou seja, independente do tipo de *interface* aplicada no ambiente, os módulos realizam as modificações propostas. Além disso, foi considerada satisfatória as respostas obtidas com relação à adequada apresentação dos materiais de acordo com o estilo cognitivo e velocidade de conexão, mesmo com os problemas já discutidos anteriormente.

Com relação aos comentários inseridos nos campos de observação dispostos no questionário, alguns destes foram selecionados com o intuito de fornecer algumas visões gerais sobre o uso do ambiente por parte dos usuários que avaliaram o ambiente.

Observação 01: “Os recursos propostos para facilitar o acesso quando do uso de conexões restritas viabiliza o uso do ambiente para as conexões de dispositivos móveis que experimentamos em grande parte das localidades do interior do estado”. Esse comentário demonstra um aspecto importante que foi abordado neste trabalho, que é a dificuldade de acesso ao ambiente utilizando uma conexão de dados móveis, em que seu acesso pode ser restrito devido aos pontos sem cobertura de celular, baixas velocidades de conexão 3G, etc.

Observação 02: “O Moodle Adaptativo possibilita o acesso estar coerente com meu estilo de aprendizagem, acredito que isso facilitará na minha trajetória de aprendizagem. No Moodle tradicional muitas vezes se torna “massante” os materiais escolhidos pelos professores. Às vezes só tem *slides* e mais nada, nem artigo para ler, *Links*, etc. Já nesta nova proposta de Moodle, ele se adapta ao gosto do usuário, por exemplo para mim ele disponibilizou vídeos e imagens, que é os materiais que prefiro para estudar. Acho extremamente vantajoso para o aluno estudar com os materiais de sua preferência”. As proposições feitas pelo usuário explicitam as dificuldades que podem surgir em um ambiente tradicional, no qual o perfil do usuário não é considerado, sendo apresentada neste comentário alguns aspectos positivos que este usuário considera usufruir quando utilizando um ambiente adaptativo.

Observação 03: “Utilizando via *desktop*, não percebi muita diferença, mas via dispositivo móvel houve uma alteração notável na *interface* do ambiente. No entanto, tive dificuldade em acessar os materiais (principalmente vídeos e arquivos .pdf), pois ao tentar acessá-los, era feito o *download* para o dispositivo móvel, e isso consumiu o meu pacote de dados (que é pequeno) em poucos minutos, não sendo possível completar o *download* dos mesmos.” Mesmo com a adaptação correta da *interface* para o tipo de dispositivo do usuário, o mesmo reportou que teve dificuldades no acesso aos materiais, o que pode ser explicado pelo formato com que foram disponibilizados no ambiente, que ao invés de abri-los diretamente na página do Moodle, foi selecionada a opção para *download* na hora de inserir o arquivo, sendo este, um aspecto que deve ser observado pelo professor quando realizar tal tipo de ação.

Observação 04: “A adaptação de *interface* se faz necessária, visto que os dispositivos possuem diferentes tamanhos de telas, o que inviabilizaria uma boa visualização de conteúdos em um *Smartphone*, caso a mesma não seja adaptada”. A observação feita pelo usuário



confirma a necessidade atual em que se vive, na qual com o uso de diferentes tipos de dispositivos e com tamanhos de tela variados, a adaptação da *interface* de qualquer sistema é um requisito atualmente indispensável para que possa ocorrer uma interação do usuário com o ambiente de forma satisfatória.

Com a análise das respostas e também dos comentários inseridos pelos usuários, levando em consideração o cenário geral de avaliação do ambiente, a média final de 4,36 envolvendo todas as respostas computadas é classificada como satisfatória e positiva, visto que se trata de uma primeira avaliação do ambiente com usuários e também dos primeiros testes realizados com os módulos integrados com este tipo de público específico.

### 5.2.3. Avaliação dos questionários utilizando o Alfa de Cronbach

O coeficiente de Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951, como uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa. O alfa mede a correlação entre respostas em um questionário através da análise do perfil das respostas dadas pelos respondentes, ou seja, trata-se de uma correlação média entre perguntas (Hora et al., 2010).

Conforme apresentado em Hora et al. (2010), utilizando uma mesma escala de medição, o coeficiente  $\alpha$  é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador através da seguinte equação (Figura 35):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{soma}^2} \right) \quad s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

Figura 35 – Fórmula Alfa de Cronbach

Onde:

K = número de participantes;

$S_i^2$  = soma das variâncias das respostas em cada questão;

$S^2$  = é a variância total de cada individuo nos K itens.

O resultado do coeficiente obtido pode ser adjetivado de acordo com uma escala de valores previamente definidos, conforme pode ser visto na Figura 36.

Valor de alfa	Confiabilidade
Maior do que 0,9	Excelente
0,8 - 0,9	Bom
0,7 - 0,8	Aceitável
0,6 - 0,7	Questionável
0,5 - 0,6	Pobre
Menor do que 0,5	Inaceitável

Figura 36 – Intervalos de classificação do Alfa de Cronbach

Fonte: George e Mallery (2003)

Com base nisso, foi aplicado o teste de Cronbach no questionário que abordou o uso dos módulos integrados ao UVLE<sup>QoC</sup> com o objetivo de verificar a sua confiabilidade. A Figura 37 apresenta os dados e cálculos efetuados para determinar o coeficiente  $\alpha$ .

Questão / Usuário	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$
Usuário 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55,00	3.025,00
Usuário 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55,00	3.025,00
Usuário 3	5	4	5	4	2	4	5	4	4	3	3	43,00	1.849,00
Usuário 4	5	3	5	3	4	4	5	1	3	3	3	39,00	1.521,00
Usuário 5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	53,00	2.809,00
Usuário 6	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	53,00	2.809,00
Usuário 7	5	3	5	1	2	1	1	1	5	5	1	30,00	900,00
Usuário 8	5	4	5	1	3	2	5	2	5	5	3	40,00	1.600,00
Usuário 9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55,00	3.025,00
Usuário 10	5	3	5	2	3	5	5	5	5	5	5	48,00	2.304,00
Usuário 11	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	53,00	2.809,00
Usuário 12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	51,00	2.601,00
Variância	0	0,69	0	2,39	1,31	1,69	1,22	2,5	0,35	0,75	1,67	330,625,00	28.277,00
Soma das Variâncias ( $S^2_i$ ) = 12,6							N= 12	$\alpha = 0,8823317621454545$ (Bom)					

Figura 37 – Resultados dos cálculos do Alfa de Cronbach

O resultado obtido foi de um coeficiente  $\alpha = 0,8823317621454545$ . Levando em consideração a escala de classificação de valores, a confiabilidade do questionário aplicado

foi considerada como “Bom”. Este resultado obtido gera maiores garantias de que o questionário aplicado ao grupo de usuários foi válido e os valores inseridos por eles podem ser considerados confiáveis no aspecto relacionado à avaliação do ambiente.

### 5.3. Discussão geral dos resultados no UVLE<sup>QoC</sup>

Os resultados obtidos em ambos os testes realizados, tanto no de *Software* quanto no de usuários, apresentou similaridades nas verificações observadas. Os problemas envolvendo a adaptação dos materiais e ferramentas de acordo com o perfil cognitivo do usuário foram apontados em ambos os testes, nos quais foram especificadas as dificuldades verificadas.

Porém, com relação à velocidade de conexão, nos Testes de *Software* realizados foram identificadas paridades entre os valores observados em um medidor de velocidade e os valores obtidos pelo ambiente, enquanto que alguns dos usuários, mais especificamente, os que navegaram com conexão 3G tiveram problemas na identificação da velocidade no momento de acesso da disciplina. Outra observação foi com relação à adaptação da *interface* para o tamanho da tela do usuário, que nos testes realizados não apresentou nenhum problema de adequação ao dispositivo, enquanto que em alguns casos com usuários, eles reportaram que apesar de ter ocorrida a adaptação, ela não estava totalmente adequada ao seu dispositivo.

Nas demais observações realizadas envolvendo tanto os Testes de *Software* quanto os testes com os usuários, os resultados obtidos estavam de acordo em todas as situações observadas, o que pode gerar maiores garantias de que os módulos integrados ao ambiente tiveram seu funcionamento de acordo com o esperado. Assim, de forma geral é possível classificar a primeira avaliação do ambiente como satisfatória, visto que ainda existem diversos aspectos a serem melhorados, além da resolução dos problemas já identificados.

## 6. CONCLUSÃO

Esta seção apresenta o resumo da pesquisa descrita nesta dissertação, na qual são explanadas as suas contribuições, problemas encontrados durante o seu desenvolvimento e também as sugestões de trabalhos futuros.

### 6.1. Resumo do trabalho

Com as mudanças introduzidas na área educacional, na qual o paradigma tradicional de aprendizagem vem sendo substituído por novas formas de ensino, o uso da tecnologia tem se caracterizado como um fator chave neste processo de transição. Um exemplo está na utilização dos AVAs, como o Moodle, que fornecem subsídios para auxiliar nas tarefas realizadas pelos educandos, de forma a buscar facilitar e instigar mais a procura pelos conteúdos e demais atividades relacionadas às disciplinas.

Levando em consideração este novo cenário que tem sido abordado pelas instituições de ensino, mais especificamente com relação ao uso do Moodle, existem alguns aspectos e problemas que devem ser abordados e solucionados. Apesar do Moodle ser um ambiente consolidado na área acadêmica, ainda existem questões a serem tratadas em seu funcionamento, que são caracterizadas como necessidades atuais em sistemas deste gênero, como o tratamento individual do perfil do usuário, assim como de outras questões ligadas ao seu contexto, como a sua velocidade de conexão e tipo de *interface* que está utilizando.

A necessidade de ambientes *U-Learning*, sensíveis ao contexto e móveis, está presente no cenário atual, no qual um ambiente estático já não atende mais de forma completamente satisfatória as necessidades dos usuários, visto que estes desejam que o ambiente esteja adequado às suas preferências e não eles que tenham que se adaptar para utilizá-lo. Para isso, por meio desta pesquisa realizada, foi proposta adaptação do ambiente Moodle para um sistema que detinha características de *U-Learning*, com a utilização de informações de contexto para se adequar as necessidades dos usuários, acesso em qualquer local e momento, de forma a tornar a sua utilização por parte dos educandos, uma experiência motivadora e complementar às atividades executadas em sala de aula.

Através da proposta do UVLE<sup>QoC</sup>, objetivou-se adaptar um ambiente que tinha como base o Moodle, no qual foram inseridos módulos para formular um contexto do usuário com

qualidade e que se adequasse a sua situação momentânea. Assim, um ambiente considerado estático e sem adaptações ao perfil do usuário foi transformado em *U-Learning*, que busca se adaptar as preferências dos usuários de acordo com seu contexto e também provê o uso para dispositivos móveis.

Assim, um módulo que realiza o tratamento da qualidade do contexto formulado por meio da inserção de parâmetros de QoC no ambiente foi desenvolvido e integrado, de forma que as informações coletadas acerca do seu perfil cognitivo (SEDECA 2.0) e da sua velocidade de conexão (U-SEA), tivessem maiores garantias de estarem adequadas às preferências e necessidades dos usuários. Além disso, uma adaptação automática para dispositivos móveis também foi integrada ao ambiente para facilitar a interação dos usuários. Neste trabalho, como forma de avaliar o ambiente proposto, conseguimos ainda modelar, implementar e realizar experimentos sobre UVLE<sup>QoC</sup>.

## 6.2. Contribuições do trabalho

A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem possibilita que novas formas de aprendizagem sejam exploradas, como o uso de ferramentas e a inserção de diferentes tipos de materiais para auxiliar na transmissão do conhecimento para os educandos. Para isso, nas alternativas tradicionais existentes, podem ser realizadas modificações que tragam maiores possibilidades e facilidade de utilização tanto por parte dos professores, quanto para os alunos.

Assim, o uso do ambiente UVLE<sup>QoC</sup> é uma proposta que visa contribuir para a solução de alguns problemas identificados em AVAs tradicionais e que tem dificultado o processo de aprendizagem de forma descentralizada para os estudantes em alguns casos. O estudo, seleção e a inserção de parâmetros de Qualidade do Contexto em um ambiente educacional figuram como a principal contribuição deste trabalho, em que por meio deste módulo de QoC, o tratamento das informações de contexto foi realizado para que fossem geradas maiores garantias de que refletissem a situação momentânea do usuário.

Assim, as contribuições obtidas com este trabalho incluem:

- Especificação, modelagem e implementação do módulo SEDECA 2.0, no qual foram analisadas as melhorias que poderiam ser executadas e também como seria realizada a sua integração ao Moodle conjuntamente aos demais módulos;

- Especificação, modelagem e implementação do módulo U-SEA 2.0, no qual também foi realizado o mesmo processo adotado no módulo SEDECA 2.0 para efetuar sua integração ao ambiente Moodle;
- Análise extensiva na literatura de trabalhos envolvendo a subárea de QoC para mapear a maior quantidade possível de parâmetros existentes;
- Apresentação das dificuldades atuais envolvendo a área de QoC, na qual existem diversos parâmetros que foram definidos por diferentes autores que detém nomes diferentes e significados semelhantes ou iguais, assim como ocorre também em sua forma de mensuração;
- Especificação, modelagem e implementação dos parâmetros de QoC, em que foram descartados os parâmetros que não se adéquam ao escopo definido para este trabalho, e, sendo definidos aqueles que proporcionavam maiores garantias de qualidade aos tipos de informação de contexto abordadas no ambiente (perfil cognitivo e velocidade de conexão);
- O uso de parâmetros de QoC em um ambiente educacional se destaca como algo inovador, visto que dentre os estudos realizados em diferentes tipos de ambientes educacionais, nenhum destes apresentou nenhuma forma de tratamento da qualidade do contexto formulado, diferencial este que foi implementado no ambiente UVLE<sup>QoC</sup>;
- Análise das tecnologias de adaptação móvel disponíveis para o AVA Moodle, no qual foi realizado um estudo aprofundado (Voss et al., 2013), com a execução de testes em diferentes dispositivos móveis utilizando as tecnologias existentes para selecionar a opção mais adequada para o ambiente;
- Especificação, modelagem e implementação do UVLE<sup>QoC</sup>, em que foi realizada a inserção de novas tabelas no banco de dados já existente do ambiente Moodle, assim como definida sua arquitetura e modo de funcionamento, o que possibilitou o seu desenvolvimento;
- Testes de Unidade e de Integração realizados no ambiente auxiliaram para que fosse possível identificar limitações existentes e também comprovar que os módulos propostos atingiam os objetivos dispostos neste trabalho;
- A sua avaliação com grupo de usuários que responderam ao questionário do SUS, que possui ampla utilização no meio acadêmico e já foi

comprovadamente validado em diferentes tipos de pesquisas, o que permitiu a avaliação da usabilidade do UVLE<sup>QoC</sup>;

- A aplicação de um segundo questionário sobre os módulos desenvolvidos no ambiente, que foi fundamentado por meio da técnica de Alfa de Cronbach, sendo comprovada a confiabilidade do questionário formulado com uma classificação considerada como “Bom”, o que gera maiores garantias de que o questionário aplicado ao grupo de usuários foi válido e os valores inseridos por eles podem ser considerados confiáveis no aspecto relacionado à avaliação do ambiente;
- Publicação de artigos
  - 1 artigo completo publicado em anais de congresso nacional (Voss et al., 2013), 1 artigo curto publicado em anais de congresso nacional (Nunes et al., 2013b) e 2 artigos curtos publicados em anais de congresso internacional (Nunes et al. (2013a); Nunes et al. (2013c)).

### **6.3. Dificuldades e limitações encontradas**

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, foram identificadas algumas dificuldades a serem superadas. Por meio de um estudo aprofundando na área de Qualidade de Contexto, foi decidido utilizar este tipo de solução em informações de contexto que eram coletadas em um ambiente adaptativo.

Para viabilizar esta ideia, foi analisado e estabelecido que dois trabalhos anteriormente desenvolvidos no grupo podiam ser utilizados para fornecer o contexto do usuário, que seria formado por seu perfil cognitivo (SEDECA 2.0) e velocidade de conexão (U-SEA 2.0). Para isso, foi necessário primeiramente realizar um processo de reestruturação de código e também de funcionamento dos módulos abordados, como a definição de um novo método e técnica de HA, com o objetivo de integrá-lo à versão mais atual na época do ambiente Moodle (2.5.1+).

Com o término deste processo, utilizando como base o estudo teórico realizado sobre QoC, foram definidos parâmetros e formas de mensuração do contexto utilizado no ambiente, assim como a sua forma de integração ao mesmo. Por ser uma área relativamente recente, as pesquisas existentes são caracterizadas como exploratórias, nas quais não foram estabelecidos padrões de utilização de parâmetros e denominação dos mesmos, assim como nas formas de quantificá-los.

Isso acarretou em grandes dificuldades para a definição de quais poderiam ser utilizados, de forma a eliminar parâmetros com nomes diferentes e significados similares, assim como definir as suas regras de mensuração, nas quais foi preciso em grande parte dos casos, se apoiar nas pesquisas já realizadas com fórmulas estabelecidas pelos autores e também se utilizar do conhecimento empírico para possibilitar a sua utilização no ambiente.

Estes processos descritos anteriormente (Reestruturação do SEDECA 2.0 e U-SEA 2.0) ocuparam uma parcela significativa de tempo no cronograma de desenvolvimento deste trabalho, visto que se tratava da readequação de dois trabalhos de mestrado e suas integrações a um único ambiente. Agregado a isto, o estudo aprofundado que foi realizado envolvendo os parâmetros de QoC, fez com que o processo de desenvolvimento do ambiente para testes acabasse sendo comprometido, dado que o tempo existente para a realização da pesquisa e implementação era limitado.

Os testes realizados auxiliaram na identificação de limitações envolvendo a implementação no ambiente, como no processo de adaptação dos materiais e conteúdos de acordo com o perfil cognitivo do usuário, que ficou limitado em relação à ideia inicial. Isso se deve a complexa estrutura do Moodle, que acabou demandando um tempo de estudo exclusivo somente para a sua a forma de funcionamento interna, para então ser possível iniciar as modificações propostas.

Assim, devido ao curto tempo restante, as mudanças realizadas sofreram estas limitações por terem sido identificados problemas no código na hora dos testes executados, que não puderam ser solucionados a tempo de sua utilização com usuários. Contudo, a resolução destes problemas já está sendo analisada e posta em prática para que os trabalhos futuros possam ter continuidade.

Mesmo perante as dificuldades e limitações encontradas ao longo do percurso de desenvolvimento e com a impossibilidade de se estender o tempo e o escopo desta dissertação, o desenvolvimento do trabalho foi considerado como satisfatório, visto que os objetivos propostos foram atingidos e avaliados para averiguar o correto funcionamento das funcionalidades e já identificar as limitações que necessitam ser tratadas em trabalhos futuros.

#### **6.4. Trabalhos futuros**

O ambiente UVLE<sup>QoC</sup> foi desenvolvido com um escopo abrangente, o que acabou dificultando a sua especificação e desenvolvimento de forma completa para utilização durante este período de pesquisa proposto. Dessa forma, algumas restrições se fizeram necessárias



como forma de viabilizar o trabalho. Abaixo segue detalhamento de algumas possíveis extensões do ambiente proposto:

- Com relação aos parâmetros de QoC, por meio da realização de testes mais aprofundados em um período maior tempo com usuários em diferentes tipos de cenários, verificar se os valores que foram inicialmente definidos como limite, por exemplo, nos parâmetros de *Up-To-Dateness* e *Freshness*, estão de acordo com a realidade ou precisam ser modificados;
- Realizar alterações no código fonte para o correto funcionamento das partes problemáticas identificadas no módulo SEDECA 2.0. Para isso, uma nova forma de organização das categorias de arquivos existentes no Moodle deve ser elaborada, de forma que possa ser possível identificar de forma mais detalhada o tipo do arquivo no momento de sua apresentação na disciplina. Por exemplo, realizar a alteração do tipo *Resource* no Moodle, que engloba vídeos, PDF, textos, *slides*, dentre outros, para demais tipos de categoria ou prover alguma forma para que seja possível realizar uma nova classificação dos arquivos dentro deste tipo de categoria;
- Explorar novos tipos de informações de contexto que possam ser integradas ao ambiente Moodle, para a inclusão de novos módulos que realizem a adaptação dos materiais ou *interface* de acordo com o perfil do usuário;
- Verificar as técnicas existentes para realizar a identificação automática do tipo de material que o professor inseriu, por exemplo, se é vídeo, PDF, Word, etc., visando realizar desta forma automatizada a classificação em termos de tipo de material e também sobre o seu tamanho, já considerando-o adaptado ou não, pois atualmente na primeira versão do ambiente este processo é realizado de forma manual pelo professor;
- Validar o ambiente UVLE<sup>QoC</sup> durante um período mínimo de um semestre com um grupo significativo de usuários de diferentes tipos de cursos e disciplinas, que já tenham utilizado o Moodle durante um período mínimo de 2 anos e assim contam com experiência de uso neste tipo de AVA.

## 6.5. Considerações finais

A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem está em constante processo evolutivo, nos quais professores e alunos de diversas instituições no mundo estão se adequando e modificando o seu estilo tradicional de ensino, de forma a inserir o uso da tecnologia como apoio às suas atividades. O uso de ambientes *U-Learning* que tem como base o Moodle, geralmente possuem implementações independentes, que se apresentam como um diferencial no cenário proposto com o uso da tecnologia.

Um aspecto que precisa ser considerado em ambientes *U-Learning* são as informações de contexto, visto que elas possuem como características serem muito voláteis, o que pode acarretar em uma inadequada adaptação dos recursos do ambiente às preferências do usuário devido a falta de atualização destas informações ou imprecisões em sua aquisição. Assim, os usuários podem se sentir desmotivados e até criar rejeições quanto ao uso do ambiente, visto que este está realizando suas modificações de forma inapropriada à situação momentânea do usuário. O uso dos parâmetros de QoC que foram propostos neste trabalho abordam exatamente está problemática, na qual a sua aplicação visa criar maiores garantias de que o contexto formulado seja atual e o mais aproximado da realidade de cada usuário.

Com o desenvolvimento do UVLE<sup>QoC</sup>, foi proposto que o ambiente Moodle provesse adaptações ao contexto do usuário (Perfil Cognitivo e Velocidade de Conexão) de acordo com suas preferências e necessidades, em que foram inseridos os parâmetros de QoC com o objetivo de criar maiores garantias para que isto ocorra-se. Outro aspecto que também se levou em consideração foram as dificuldades existentes atualmente no uso de AVAs em dispositivos móveis, sendo proposta a utilização de uma adaptação automática ao tamanho da tela do dispositivo do usuário.

Desta forma, buscou-se fornecer soluções para os problemas identificados no uso dos AVAs, cuja solução com base nos resultados obtidos em testes realizados, se mostrou adequada com as adaptações sugeridas e foi bem aceita pelos usuários. Assim, a próxima etapa deste trabalho está em realizar as correções já identificadas, buscar novas alternativas que possam ser utilizadas no ambiente e testá-lo com um grupo de usuários mais abrangente e durante um período extenso.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDO, J. E.; RICO, M.; SANCHEZ, H.; VALOR, M. Registro de Aprendizaje Móvil en Moodle mediante Servicios Web. **IEEE-RITA**, v. 6, n. 3, p. 95–102, 2011.

BALDAUF, M.; DUSTDAR, S.; ROSENBERG, F. A survey on context-aware systems. **Int. J. Ad Hoc Ubiquitous Comput.**, v. 2, p. 263–277, 2007.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of usability studies**, v. 4, p. 114–123, 2009.

BARBOSA, A. T. R.; AZEVEDO, F. M. DE. Metodologia para desenvolvimento de um site com interface adaptativa usando redes neurais e a teoria das Inteligências Múltiplas. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Anais...** p.1–10, 2003. Rio de Janeiro.

BARBOSA, D. N. F. **Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz**, 2007. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática.

BARIANI, I. C. D.; SISTO, F.; SANTOS, A. Construção de um instrumento de avaliação de estilos cognitivos. ,2001. São Paulo.

BARTHOLO, V. F.; AMARAL, M. A.; CAGNIN, M. I. Uma Contribuição para a Adaptabilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Dispositivos Móveis. **RBIE - Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 2, p. 36–47, 2009.

BELLAVISTA, P.; CORRADI, A.; FANELLI, M.; FOSCHINI, L. A survey of context data distribution for mobile ubiquitous systems. **ACM Computing Surveys**, 2012.

BEVAN, N.; BARNUM, C.; COCKTON, G.; et al. The “magic number 5.”CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI '03. **Anais...** p.698, 2003.

BROOKE, J. SUS-A quick and dirty usability scale. **Usability evaluation in industry**, v. 189, p. 194, 1996. London: Taylor & Francis.

BRUSILOVSKY, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 6, p. 87–129, 1996.

BRUSILOVSKY, P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, Künstliche Intelligenz. **Anais...** p.19–25, 1999.

BRUSILOVSKY, P.; EKLUND, J. A study of user model based link annotation in educational hypermedia. **Journal of Universal Computer Science**, v. 4, n. 4, p. 429–448, 1998.

BU, Y. B. Y.; GU, T. G. T.; TAO, X. T. X.; et al. Managing Quality of Context in Pervasive Computing. **2006 Sixth International Conference on Quality Software (QSIC'06)**, p. 1–8, 2006.

BUCHHOLZ, T.; KÜPPER, A.; SCHIFFERS, M. Quality of context: What it is and why we need it. Proceedings of the 10th International Workshop of the HP OpenView University association (HPOVUA). **Anais...** p.1–14, 2003.

BUCHHOLZ, T.; SCHIFFERS, M. Quality of Context: What It Is And Why We Need It. In Proceedings of the 10th Workshop of the OpenView University Association: OVUA'03. **Anais...** , 2003.

BUNNINGEN, A. H. VAN; FENG, L.; APERS, P. M. G. Context for ubiquitous data management. International Workshop on Ubiquitous Data Management. **Anais...** p.17–24, 2005.

CASTRO, P.; MUNZ, R. Managing context data for smart spaces. **IEEE Personal Communications**, v. 7, p. 44–46, 2000.

CHEN, G.; KOTZ, D. **A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research**. 2000.

CRAIG, R. D.; JASKIEL, S. P. **Systematic Software Testing**. Boston: Artech House, 2002.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, 1951.

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

DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 5, n. 1, p. 4–7, 2001.

FANELLI, M.; FOSCHINI, L.; CORRADI, A.; BOUKERCHE, A. QoC-based Context Data Caching for Disaster Area Scenarios. IEEE ICC 2011 proceedings. **Anais...** p.1–5, 2011.

FAULKNER, L. Beyond the five-user assumption: benefits of increased sample sizes in usability testing. **Behavior research methods, instruments, & computers : a journal of the Psychonomic Society, Inc**, v. 35, p. 379–383, 2003.

FILHO, J. B.; MIRON, A. D.; SATOH, I.; GENSEL, J.; MARTIN, H. Modeling and Measuring Quality of Context Information in Pervasive Environments. Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference on. **Anais...** p.1–8, 2010.

FLEISCHMANN, A. M. P. **Sensibilidade à situação em sistemas educacionais na web**, 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática.

GARCINDO, L. A. S. **Uma abordagem sobre o uso da hipermídia adaptativa em ambientes virtuais de aprendizagem**, 2002. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

GASPARINI, I. Concepção de Interfaces WWW Adaptativas para EAD. **Cadernos de Informática**, v. 2, n. 1, p. 71–76, 2002.

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S.; OLIVEIRA, J. P. M. DE. Navegação e apresentação adaptativos em um ambiente de EAD na Web. Webmedia e LA-Web 2004 joint conference – 10th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. **Anais...** p.1, 2004.

GELLER, M. **Educação a Distância e Estilos Cognitivos: construindo um novo olhar sobre os ambientes virtuais**, 2004. UFRGS.

GEORGE, D.; MALLERY, P. **SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update**. 2003.

GOODENOUGH, D. R.; WITKIN, H. A. **Cognitive Styles : Essence and Origins - Field Dependence and Field Independence**. International Universities Press, Incorporated, 1981.

GU, T.; WANG, X. H.; PUNG, H. K.; ZHANG, D. Q. An Ontology-based Context Model in Intelligent Environments. IN PROCEEDINGS OF COMMUNICATION NETWORKS AND DISTRIBUTED SYSTEMS MODELING AND SIMULATION CONFERENCE. **Anais...** p.270–275, 2004.

HENRICKSEN, K.; INDULSKA, J.; RAKOTONIRAINY, A. Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems. Proceedings of the First International Conference on Pervasive Computing. **Anais...** p.167–180, 2002.

HONEY, P.; MUMFORD, A. **The learning styles helper's guide**. Peter Honey Publications, 2000.

HORA, H. R. M. DA; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85–103, 2010.

HSIEH, H.-C. H. H.-C.; CHEN, C.-M. C. C.-M.; HONG, C.-M. H. C.-M. Context-Aware Ubiquitous English Learning in a Campus Environment. Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007). **Anais...** p.351–353, 2007.

HUEBSCHER, M. C.; MCCANN, J. A. Adaptive middleware for context-aware applications in smart-homes. Proceedings of the 2nd workshop on Middleware for pervasive and ad-hoc computing -. **Anais...** p.111–116, 2004.

HWANG, G.-J.; YANG, T.-C.; TSAI, C.-C.; YANG, S. J. H. A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. **Computers & Education**, 2009.

ISABEL CRISTINA DIB BARIANI. **Estilos cognitivos de universitários e iniciação científica**, 1998. UNICAMP.

JONES, V.; JO, J. H. Ubiquitous learning environment : An adaptive teaching system using ubiquitous technology. Beyond the comfort zone Proceedings of the 21st ASCILITE Conference. **Anais...** p.468–474, 2004.

JUNIOR, C. C.; SANTOS, D. N. DOS; PIMENTEL, E. P.; et al. Uma Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem Baseada no Perfil Cognitivo e Metacognitivo do Estudante. **Revista Informatica Aplicada**, v. 3, n. 2, p. 1–12, 2007.

KIM, Y.; LEE, K. A Quality Measurement Method of Context Information in Ubiquitous Environments. 2006 International Conference on Hybrid Information Technology. **Anais...** v. 2, p.576–581, 2006.

KNAPPMAYER, M.; KIANI, S. L.; REETZ, E. S.; BAKER, N.; TONJES, R. Survey of Context Provisioning Middleware. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 15, n. 3, p. 1492–1519, 2013.

KRAUSE, M.; HOCHSTATTER, I. Challenges in modelling and using quality of context (QoC). **MOBILITY AWARE TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS, PROCEEDINGS. Anais...** v. 3744, p.324–333, 2005.

LAGUARDIA, J.; PORTELA, M. C.; VASCONCELLOS, M. M. Avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 3, p. 513–530, 2007.

LI, L.; ZHENG, Y.; OGATA, H.; YANO, Y. Ubiquitous Computing in Learning: Toward a Conceptual Framework of Ubiquitous Learning Environment. **International Journal of Pervasive Computing and Communications**, v. 1, n. 3, p. 1–9, 2005.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. ,1932. Archives of Psychology.

LIMA, P. S. R.; BRITO, S. R.; SILVA, O. F.; FAVERO, E. L. Adaptação de Interfaces em Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Foco na Construção Dinâmica de Comunidades. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educacao**, v. 3, n. 1, p. 1–11, 2005.

LOUREIRO, A. A. F.; OLIVEIRA, R. A. R.; SILVA, T. R. M. B.; et al. Computação Ubíqua Ciente de Contexto: Desafios e Tendências. **27º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos - Livro Texto dos Minicursos**. p.99–149, 2009.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.-L.; DUSTDAR, S. Models and Applications for Context-aware Systems in Pervasive Environments. **Knowledge Engineering Journal**, p. 1–14, 2010.

MANZOOR, A.; TRUONG, H.-L. L.; DUSTDAR, S. On the Evaluation of Quality of Context. Smart Sensing and Context. **Anais...** v. 5279, p.140–153, 2008.

MARQUES, E. M. **Sistema Hipermídia Adaptativo (SHA) em Educação a Distância (EaD)**, 2006. UniRitter.

MORAES, A.; JACOBI, L.; ZANINI, R. **Estatística**. Série Naturais e Exatas - CCNE - UFSM, 2011.

MOZZAQUATRO, P. M. **Adaptação do Mobile Learning Engine Moodle (MLE MOODLE) aos diferentes estilos cognitivos utilizando Hipermídia Adaptativa**, 2010. Universidade Federal de Santa Maria.



MYERS, G. **The Art of Software Testing, Second edition.** 2004.

NAZÁRIO, D. C.; DANTAS, M. A. R.; TODESCO, J. L. Taxonomia das publicações sobre Qualidade do Contexto. **Sustainable Business International Journal**, v. 1, n. 20, p. 1–28, 2012.

NEISSE, R.; WEGDAM, M.; SINDEREN, M. VAN. Trustworthiness and Quality of Context Information. 2008 The 9th International Conference for Young Computer Scientists. **Anais...** p.1925–1931, 2008.

NETO, W. C. B. **Web semântica na construção de sistemas de aprendizagem adaptativos**, 2006. Universidade Federal de Santa Catarina.

NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; MUHLBEIER, A. R. K.; HERPICH, F.; MEDINA, R. D. Treating Context Information in a Ubiquitous Virtual Learning Environment (UVLEQoC): Application of metrics for Quality of Context (QoC). The Seventh International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies. **Anais...** p.55–58, 2013.

NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; MUHLBEIER, A. R. K.; MEDINA, R. D. Uma proposta para tratar informações de contexto utilizando indicadores de QOC em um ambiente virtual de aprendizagem ubíquo (UVLE QoC). Anais do Moodle Moot 2013. **Anais...** p.128–131, 2013.

NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; MUHLBEIER, A. R. K.; MEDINA, R. D. UVLEQOC: a proposal for a ubiquitous virtual environment with information processing using QoC. IADIS International Conference WWW/Internet. **Anais...** p.356–359, 2013.

OGATA, H.; YANO, Y. Proc. of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04). Proc. of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04). **Anais...** p.19–25, 2004.

OLIVEIRA, J. P. M. DE; BRUNETTO, M. A. DE O. C.; JUNIOR, M. L. P.; et al. Adaptweb: um ambiente para ensino-aprendizagem adaptativo na Web. **Educar**, p. 175–197, 2003. Curitiba.

PALAZZO, L. A. M. **Modelos Pró-Ativos para Hiperídia Adaptativa**, 2000. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PAWAR, P.; HALTEREN, A. VAN; SHEIKH, K. Enabling Context-Aware Computing for the Nomadic Mobile User: A Service Oriented and Quality

Driven Approach. **2007 IEEE Wireless Communications and Networking Conference**, 2007.

PERNAS, A. M.; GASPARINI, I.; PALAZZO M. DE OLIVEIRA, J. PIMENTA, M. S. Um ambiente EAD adaptativo considerando o contexto do usuário. *Anais do SBCUP. Anais...* p.1151–1156, 2009. Bento Gonçalves, RS: XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC).

PETERSON, R. A. Meta-analysis of Cronbach' s Coefficient Alpha. **The Journal of Consumer Research**, v. 21, p. 381–391, 1994.

PIOVESAN, S. **U-SEA: Um ambiente de aprendizagem Ubíquo utilizando Cloud Computing**, 2011. Universidade Federal de Santa Maria.

PIOVESAN, S. D.; AMARAL, E. M. H.; ARENHARDT, C. P. B.; MEDINA, R. D. U-Sea: A Learning Environmet Ubiquitous Using Cloud Computing. **International Journal: Emerging Technologies in Learning**, v. 7, p. 19–23, 2012.

PRESSMAN, R. **Engenharia de Software - Uma abordagem profissional**. 7 Edição ed. 2011.

QUINTA, M. R.; LUCENA, F. L. Adaptação de material didático para u-learning: Sistema Odin. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 20, n. 1, p. 1–12, 2012.

REN, L.; SENG, T. J. Towards context information refinement for proximity mobile service using quality of context. 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE. *Anais...* p.1–4, 2009.

RIDING, R.; RAYNER, S. **Cognitive Styles and Learning Strategies - Understanding style differences in learning and behavior**. David Fulton Publisher London, 1998.

ROCHA, A. R. C. DA; MALDONADO, J. C.; WEBER, K. C. **Qualidade de software: teoria e prática**. 1 Edição ed. 2001.

RODRÍGUEZ, M.; FAVELA, J. A Framework for supporting autonomous agents in ubiquitous computing environments. System Support for Ubiquitous Computing Workshop. The Fifth Annual Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2003). *Anais...* p.1–8, 2003.

SAKAMURA, K.; KOSHIZUKA, N. Ubiquitous computing technologies for ubiquitous learning. IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05). **Anais...** p.11–20, 2005.

SAMPSON, D.; KARAGIANNIDIS, C.; KINSHUK. Personalised Learning: Educational, Technological and Standardisation Perspective. **Interactive Educational Multimedia**, v. 4, p. 24–39, 2002.

SANTOS, V. V. **Gerenciamento de Contexto em Sistemas Colaborativos**, 2006. Universidade Federal de Pernambuco.

SHEIKH, K.; WEGDAM, M.; SINDEREN, M. VAN. Middleware Support for Quality of Context in Pervasive Context-Aware Systems. Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerComW'07). **Anais...** p.1–6, 2007.

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

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, 2001. UFSC.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8<sup>a</sup>. edição ed. Editora Pearson, 2006.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9 Edição ed. 2011.

TANENBAUM, A. S. **Computer Networks**. 2003.

VICARI, R. M.; GIRAFFA, L. M. M. **Fundamentos de Sistemas Tutores Inteligentes**. Sociedades ed. Bookman, 2003.

VOSS, G. B.; NUNES, F. B.; HERPICH, F.; MEDINA, R. D. Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambientes Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel. Anais do II CBIE. **Anais...** , 2013.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, v. 265, p. 94–104, 1991.

WIDYA, I.; BEIJNUM, B.-J. VAN; SALDEN, A. QoC-based Optimization of End-to-End M-Health Data Delivery Services. 200614th IEEE International Workshop on Quality of Service. **Anais...** p.252–260, 2006.

WU, H. A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Systems. Twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia - Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. **Anais...** p.1–3, 2001.

WU, T.-T. W. T.-T.; YANG, T.-C. Y. T.-C.; HWANG, G.-J. H. G.-J.; CHU, H.-C. C. H.-C. Conducting Situated Learning in a Context-Aware Ubiquitous Learning Environment. Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (wmute 2008). **Anais...** p.82–86, 2008.

YAHYA, S.; AHMAD, E. A.; JALIL, K. A.; MARA, U. T. The definition and characteristics of ubiquitous learning : A discussion. **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology**, v. 6, p. 1–12, 2010.

YANG, S. J. H. Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning. **Educational Technology & Society**, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2006.

YASAR, A.-U.-H.; PARIDEL, K.; PREUVENEERS, D.; BERBERS, Y. When efficiency matters: Towards quality of context-aware peers for adaptive communication in VANETs. 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). **Anais...** p.1006–1012, 2011.

ZHENG, D.; YAN, H.; WANG, J. Research of the Middleware Based Quality Management for Context-Aware Pervasive Applications. 2011 International Conference on Computer and Management (CAMAN). **Anais...** p.1–4, 2011.

ZIMMER, T. Quality of context-improving the performance of context-aware applications. Advances in Pervasive Computing. **Anais...** p.7–10, 2006.



## **APÊNDICE**

---

## Apêndice A – Caso de testes das unidades

### <Caso de Teste 01> - <Teste do módulo SEDECA>:

Descrição: O usuário deverá acessar o ambiente e responder ao questionário do SEDECA para definir o seu perfil cognitivo, posteriormente acessando a disciplina na qual está cadastrado. Nela, a adaptação dos materiais e ferramentas deve ocorrer de acordo com o perfil cognitivo definido, devendo ser observado pelo usuário.

Pré-condições: O sistema deve estar disponível e em funcionamento. O usuário deverá estar criado no ambiente pelo administrador, porém o acesso a este não deverá ter sido realizado nenhuma vez, visto que o questionário é apresentado no primeiro acesso do usuário ao ambiente. Além disso, ele deverá estar cadastrado na disciplina para poder realizar o acesso à mesma.

Pós-Condições: Após o usuário acessar o ambiente e responder ao questionário do SEDECA, seu perfil cognitivo deverá ser apresentado para ele e então ele poderá conseguir acessar a disciplina na qual está cadastrado. Os materiais e ferramentas devem ser apresentados de acordo com suas preferências que foram definidas no seu perfil cognitivo.

Dados Necessários: *Login* e *Senha* do usuário no Moodle.

### <Caso de Teste 02> - <Teste do módulo U-SEA>:

Descrição: O usuário deverá acessar a disciplina no ambiente e verificar se é apresentada a informação acerca de sua velocidade de conexão, assim como se são mostrados arquivos, que devem conter o nome deste e o seu tipo, que pode ser adaptado ou não adaptado, de acordo com sua velocidade.

Pré-condições: O ambiente deve estar disponível e em funcionamento. O usuário deve estar autenticado no ambiente, já ter o seu perfil cognitivo definido e estar matriculado em uma disciplina.

Pós-Condições: Após o usuário acessar a disciplina, a sua velocidade de conexão deverá ter sido apresentada e os arquivos com os respectivos nomes e tipos devem ser visualizados por eles.

Dados Necessários: *Login* e *Senha* do usuário no Moodle.

### <Caso de Teste 03> - <Teste do módulo QoC>:

Descrição: O usuário deverá acessar a disciplina no ambiente e nesta etapa ele deve analisar se a informação sobre seu perfil cognitivo e velocidade de conexão são apresentadas, assim como os materiais e ferramentas. Ele deve ficar interagindo na disciplina por no mínimo 30 minutos.

Pré-condições: O ambiente deve estar disponível e em funcionamento. O usuário deve estar autenticado no ambiente, já ter o seu perfil cognitivo definido e estar matriculado em uma disciplina.

Pós-Condições: Após o usuário acessar a disciplina, o tempo para a apresentação do conteúdo e informações deve ser inferior a 1 minuto. O valor apresentado da velocidade de conexão não poderá ser menor que 50 KB/s e deverá ter duas casas decimais após a vírgula. A cada intervalo de 5 minutos, ele deverá verificar se uma nova medição da sua velocidade de conexão foi realizada e se sua velocidade de conexão está constante.

Dados Necessários: *Login* e Senha do usuário no Moodle.

**<Caso de Teste 04> - <Teste do módulo de Adaptação Móvel>:**

Descrição: O usuário deverá acessar o ambiente utilizando um dispositivo móvel, como *tablet* ou *Smartphone*, para que a adaptação para dispositivos móveis ocorra. Ele poderá estar autenticado ou sem nenhum tipo de acesso ao ambiente, em ambos os casos a adaptação deverá ocorrer.

Pré-condições: O ambiente deve estar disponível e em funcionamento.

Pós-Condições: No momento que o usuário acessar o ambiente, ele deverá prover a adaptação necessária para que se adeque ao tipo de dispositivo do usuário, de acordo com o tamanho de tela.

Dados Necessários: *Login* e Senha do usuário no Moodle, caso realize a autenticação no ambiente.



## Apêndice B – Caso de testes de integração

### <Caso de Teste 01> - <Teste utilizando *Smartphone* e conexão de banda larga e 3G>:

Descrição: O usuário deverá acessar o ambiente utilizando um *Smartphone* e inicialmente uma conexão de banda larga para responder ao questionário do SEDECA para definir o seu perfil cognitivo, posteriormente acessando a disciplina na qual está cadastrado. O usuário deverá verificar se é apresentada a informação acerca de sua velocidade de conexão e seu perfil cognitivo, assim como são mostrados arquivos, que devem conter o nome deste e o seu tipo, que pode ser adaptado ou não adaptado, de acordo com sua velocidade. Além disso, o formato dos arquivos (vídeo, *slide*, artigo, etc.) e o tipo de ferramenta (*chat*, fórum, tarefa, questionário, etc.) que são apresentados devem ser analisados pelo usuário para verificar se são condizentes com as preferências assinaladas por ele no questionário do SEDECA sobre o perfil cognitivo. Posteriormente ele realizar isso, deverá trocar o seu tipo de conexão para 3G e verificar se o ambiente irá ao atualizar os dados modificar todos os indicadores citados anteriormente. Ele deverá ficar interagindo na disciplina por no mínimo 15 minutos.

Pré-condições: O sistema deve estar disponível e em funcionamento. O usuário deverá estar criado no ambiente pelo administrador, porém o acesso a este não deverá ter sido realizado nenhuma vez, visto que o questionário é apresentado no primeiro acesso do usuário ao ambiente. Além disso, ele deverá estar cadastrado na disciplina para poder realizar o acesso à mesma.

Pós-Condições: Após o usuário acessar o ambiente e responder ao questionário do SEDECA, seu perfil cognitivo deverá ser apresentado para ele e então ele poderá conseguir acessar a disciplina na qual está cadastrado. A *interface* do Moodle deverá ser mantida como padrão, visto que seu acesso é realizado utilizando um *notebook*. Quando o usuário acessar a disciplina, a sua velocidade de conexão deverá ter sido apresentada e os arquivos com os respectivos nomes e tipos devem ser visualizados por eles, assim como deve ser condizentes com as suas preferências de acordo com seu perfil cognitivo. Após a troca do tipo de conexão, ele deve verificar se isso irá ocorrer novamente e se o ambiente modificará os materiais e ferramentas apresentadas, assim como a velocidade medida. A *interface* do Moodle também deverá ser modificada para adaptar-se ao tipo de dispositivo do usuário, visto que seu acesso é realizado utilizando um *Smartphone*. O usuário deverá verificar se o tempo para a apresentação do conteúdo e informações é inferior a 1 minuto. O valor apresentado da velocidade de conexão não poderá ser menor que 50 KB/s e deverá ter duas casas decimais após a vírgula. A cada intervalo de 5 minutos, ele deverá verificar se uma nova medição da sua velocidade de conexão foi realizada e se sua velocidade de conexão está constante.

Dados Necessários: *Login* e *Senha* do usuário no Moodle.

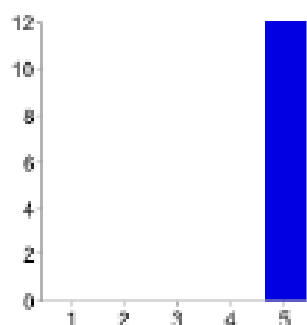
## Apêndice C – Questionário de avaliação dos módulos do UVLE<sup>QoC</sup>

# 12 respostas

[Visualizar todas as respostas](#)
[Publicar análise](#)

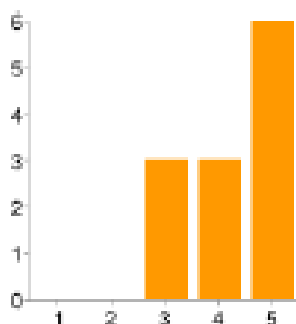
## Resumo

1) O questionário para definir o perfil cognitivo foi apresentado no meu primeiro acesso.



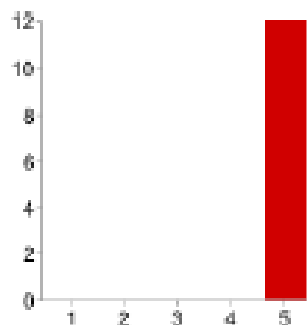
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	12	100%

2) Concordo com o perfil cognitivo definido (Holista, Serialista, Divergente ou Reflexivo) e apresentado na disciplina.



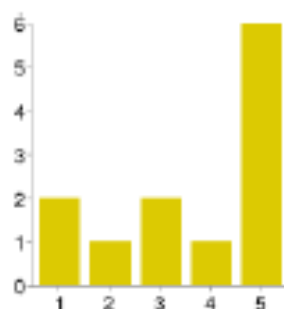
1	0	0%
2	0	0%
3	3	25%
4	3	25%
5	6	50%

3) A minha velocidade de conexão foi apresentada na disciplina.



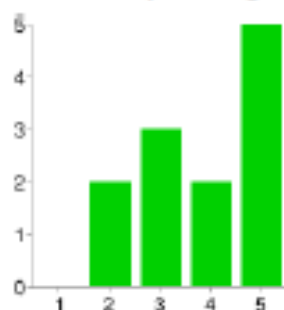
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	12	100%

**4) Concordo com a velocidade de conexão verificada pelo ambiente.**



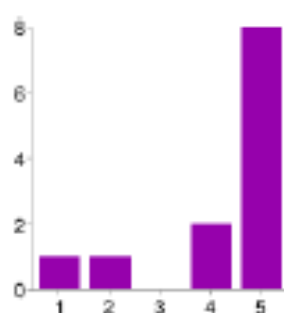
1	2	17%
2	1	8%
3	2	17%
4	1	8%
5	6	50%

**5) A adaptação dos materiais e ferramentas na disciplina estava de acordo com o meu perfil cognitivo.**



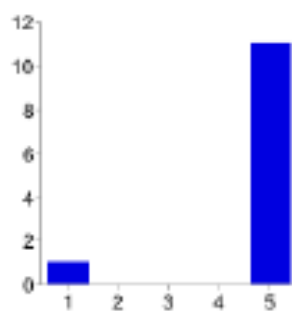
1	0	0%
2	2	17%
3	3	25%
4	2	17%
5	5	42%

**6) Os materiais foram apresentados de acordo com a minha velocidade de conexão.**



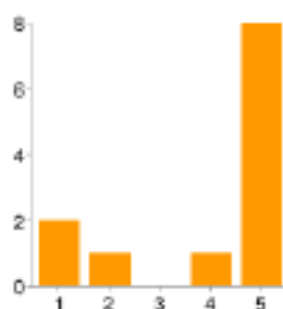
1	1	8%
2	1	8%
3	0	0%
4	2	17%
5	8	67%

**7) A página da disciplina foi carregada plenamente em um período inferior a um minuto.**



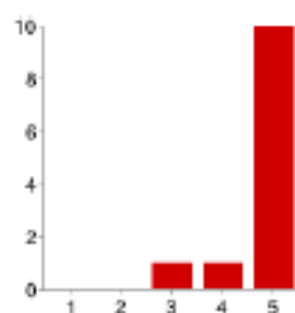
1	1	8%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	11	92%

8) A página da disciplina foi atualizada e a velocidade de conexão foi novamente verificada, sendo modificados os materiais caso houvesse mudanças.



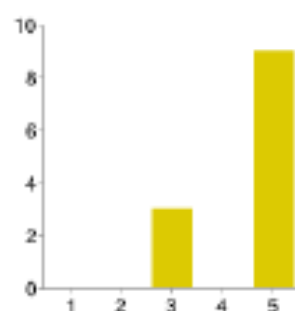
1	2	17%
2	1	8%
3	0	0%
4	1	8%
5	8	67%

9) Acessei o ambiente via desktop ou notebook e a interface padrão foi mantida.



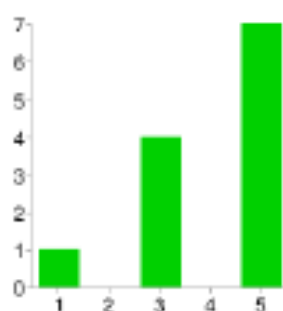
1	0	0%
2	0	0%
3	1	8%
4	1	8%
5	10	83%

10) Acessei o ambiente via Smartphone ou Tablet e a interface foi modificada de acordo com o tamanho da minha tela.



1	0	0%
2	0	0%
3	3	25%
4	0	0%
5	9	75%

11) Mesmo com a interface adaptada ao dispositivo móvel, os materiais e ferramentas foram mostrados de acordo com o meu perfil cognitivo e velocidade de conexão.



1	1	8%
2	0	0%
3	4	33%
4	0	0%
5	7	58%

### Observação 01

Acho muito relevante adaptar os conteúdos de acordo com os estilos cognitivos dos alunos, além de considerar a velocidade de conexão para apresentar materiais adaptados aos mesmos. O ambiente parece muito amigável. Os recursos propostos para facilitar o acesso quando do uso de conexões restritas viabiliza o uso do ambiente para as conexões de dispositivos móveis que experimentamos em grande parte das localidades do interior do estado. Gostei de trabalhar com o Moodle utilizando-o com as minhas preferências de trabalho. Como professor, contribui muito na agilidade das atividades e tarefas realizadas pelo ambiente. "Não perdi muito tempo na seleção do material, pois já fui direcionado". Não medi a velocidade da minha conexão para comparar. As alterações das características próprias do ambiente, de acordo com o perfil do estudante, são evidentes e necessárias. Acredito que por meio disto, seja possível proporcionar à estes estudantes, uma aprendizagem única. Fica mais fácil de adaptar a velocidade de conexão e a maneira como são apresentados e divididos os conteúdos, visto que foi escolhida uma forma mais interativa de apresentação dos mesmos. O Moodle Adaptativo possibilita o acesso estar coerente com meu estilo de aprendizagem, acredito que isso facilitará na minha trajetória de aprendizagem. No moodle tradicional muitas vezes se toma massante os materiais escolhidos pelos professores. As vezes só tem slides e mais nada, nem artigo para ler, links, etc. Já nesta nova proposta de moodle, ele se adapta ao gosto do usuário, por exemplo para mim ele disponibilizo vídeos e imagens, que é os matérias que prefiro para estudar. Acho extremamente vantajoso para o aluno estudar com os materiais de sua preferência. Utilizando via desktop não percebi muita diferença, mas via dispositivo móvel houve uma alteração notável na interface do ambiente. No entanto, tive dificuldade em acessar os materiais (principalmente vídeos e arquivos .pdf), pois ao tentar acessá-los, era feito o download para o dispositivo móvel, e isso consumiu o meu pacote de dados (que é pequeno) em poucos minutos, não sendo possível completar o download dos mesmos. Muito interessante essa versão do Moodle adaptativo, pois ele informa ao usuário o seu estilo de aprendizagem. Funcionalidades muito coerentes e eficientes. Constitui em uma melhora significativa em relação ao ambiente tradicional.

### Observação 02

Não observei o ambiente adaptar-se em função de minha conexão. Selecionei o modo 2G no dispositivo móvel, mas não houve mudança no material disponível. A velocidade manteve-se em aproximadamente 6Mbps, mesmo após as atualizações, ainda que utilizando 2G no modo EDGE, com um teste de velocidade em torno de 30 Kbps. Não tive oportunidade de acessar via dispositivos móveis. O ambiente comportou-se perfeitamente, tanto através de desktop, quanto por meio de dispositivo móvel. Em ambas as opções, sempre respondeu de maneira rápida, ou seja, não demorou para carregar as opções que eu havia selecionado. A interface se adaptou de forma correta ao acessar via smartphone, consegui utilizar o moodle sem problemas pelo dispositivo móvel. A adaptação de interface se faz necessária, visto que os dispositivos possuem diferentes tamanhos de telas, o que inviabilizaria uma boa visualização de conteúdos em um smartphone caso a mesma não seja adaptada. "testei apenas no desktop". Conforme comentário anterior, utilizando via desktop não percebi muita diferença, mas via dispositivo móvel, houve uma adaptação perfeita à interface do smartphone. Isso facilitou bastante a visualização e a navegação no ambiente. Não acessei o ambiente em dispositivo móvel. Em ambos os contextos, os materiais e ferramentas se apresentaram de acordo com o que o ambiente se propõe a oferecer, tanto na adaptação do conteúdo quanto da interface. Não senti tanta diferença, pois tanto no smartphone quanto no notebook e desktop foi apresentado o mesmo conteúdo, única diferença do notebook para o smartphone sumiu os blocos que ficam nos canto direito e esquerdo do ambiente. Muito importante nos permitir o acesso de vários dispositivos. Adaptação foi rápida via desktop, mas no celular foi um pouco mais demorada e assim com os materiais também.

# **ANEXOS**

---

## Anexo A – Questionário SEDECA

### Estilos e preferências do Moodle

Por favor, informe um pouco mais sobre você! Preenchendo o questionário abaixo, você ajuda o Moodle a ajustar a forma com que os conteúdos didáticos serão apresentados na sua conta, ficando mais adequado ao seu estilo. Apenas alguns minutos são necessários.

Usuário: User

Para cada afirmação, selecione apenas UMA resposta a qual melhor representa o seu estilo.

1. Eu aprecio experienciar situações novas.

---

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

2. Quanto a resolução de tarefas, costumo fazer várias análises, eliminando e desconsiderando aquelas possivelmente errôneas.

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

3. Quando considero um conjunto de informações geralmente procuro compreender o quadro geral antes de atentar para os detalhes.

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

4. Gosto de trabalhar com um problema partindo de aspectos específicos e separados, que posteriormente serão integrados para a confirmação de hipóteses simples as quais "passo a passo" vão possibilitar a resolução de um problema.

- Concordo totalmente.

- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

**5. Eu tenho facilidade em formular respostas originais e criativas com frequência.**

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

**6. Obtenho melhor desempenho em tarefas que requerem processos detalhados, meus pensamentos são seqüenciados e há ponderação prévia nas minhas respostas.**

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

**7. No momento que inicio uma tarefa prefiro examinar grande quantidade de dados buscando relações entre eles.**

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

**8. Ao realizar uma tarefa, prefiro usar um processo passo a passo trabalhando com pequenas quantidades de dados de cada vez.**

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

**9. Eu sou hábil em tratar com problemas que demandam a generalização de várias respostas igualmente aceitáveis.**

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

**10. Quando tenho que trabalhar em equipe, eu prefiro que se faça primeiro um estudo individual, seguido da reunião de grupo para compartilhar as idéias.**

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Discordo.



Discordo totalmente.

**11. Quando realizo a leitura de um texto, presto mais atenção na idéia geral do que nos detalhes informativos do mesmo.**

Concordo totalmente.

Concordo.

Discordo.

Discordo totalmente.

**12. Quando deparo-me com um material de estudo ou trabalho, detenho minha atenção aos pequenos elementos informativos.**

Concordo totalmente.

Concordo.

Discordo.

Discordo totalmente.

**13. Eu aprecio ousar e tentar criar algo diferente.**

Concordo totalmente.

Concordo.

Discordo.

Discordo totalmente.

**14. Nas disciplinas que cursei eu raramente fiz amizade com muitos colegas.**

Concordo totalmente.

Concordo.

Discordo.

Discordo totalmente.

**15. Eu aprendo em "saltos". Fico totalmente confuso por algum tempo e então, repentinamente, eu tenho um "estalo".**

Concordo totalmente.

Concordo.

Discordo.

Discordo totalmente.

**16. Diante de um material escrito, eu dou ênfase a cada tópico separadamente e somente depois busco relações entre as partes.**

Concordo totalmente.

Concordo.

Discordo.

Discordo totalmente.

---

## Ferramentas e materiais preferenciais

**1. Quanto à apresentação de conteúdos, qual forma de exibição você prefere?**

Artigo ▼

Caso a opção acima não esteja disponível em alguma disciplina, então use a opção abaixo:

Artigo ▼

Se nenhuma das duas opções acima estiver disponível em alguma disciplina, o Moodle exibirá automaticamente uma forma de apresentação para ser exibida em sua conta.

**2. Quais os componentes da plataforma Moodle você prefere para a comunicação?**

Chat ▼

**3. Quais os componentes da plataforma Moodle você prefere para executar suas atividades?**

Licao ▼

---

Salvar e concluir

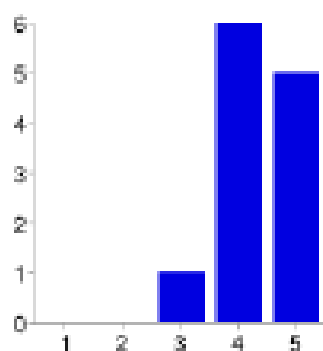
## Anexo B – Questionário SUS

# 12 respostas

[Visualizar todas as respostas](#)
[Publicar análise](#)

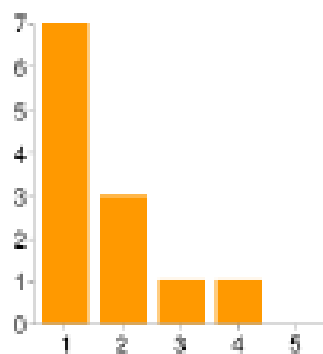
## Resumo

### 1) Gostaria de usar este Ambiente frequentemente



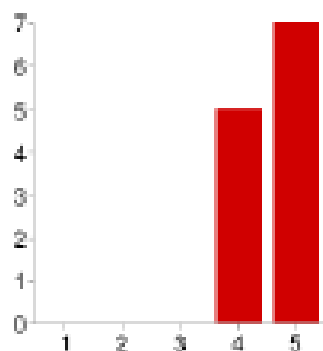
1	0	0%
2	0	0%
3	1	8%
4	6	50%
5	5	42%

### 2) Achei que o Ambiente era desnecessariamente complexo



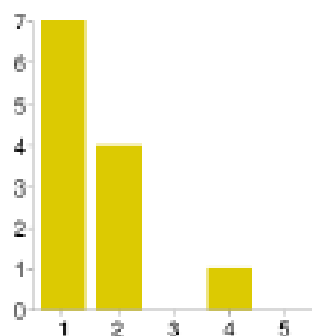
1	7	58%
2	3	25%
3	1	8%
4	1	8%
5	0	0%

### 3) Achei o Ambiente fácil de usar



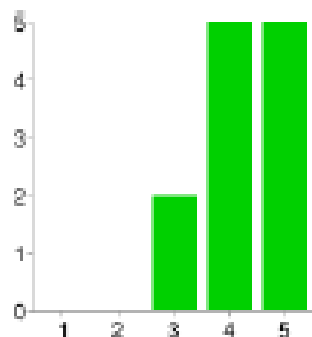
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	5	42%
5	7	58%

**4) Penso que iria precisar de apoio técnico para usar o Ambiente**



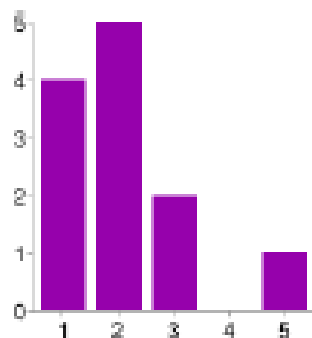
1	7	58%
2	4	33%
3	0	0%
4	1	8%
5	0	0%

**5) Achei as várias funcionalidades do Ambiente bem integradas**



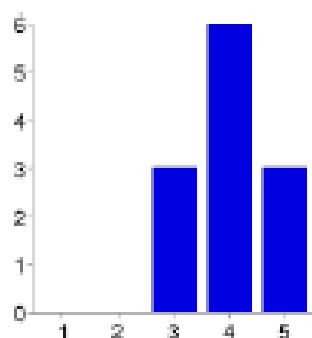
1	0	0%
2	0	0%
3	2	17%
4	6	42%
5	6	42%

**6) Penso que havia demasiadas inconsistências no Ambiente**



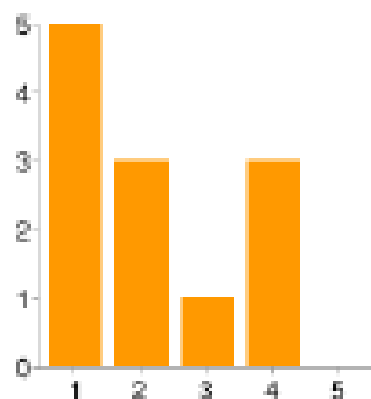
1	4	33%
2	6	42%
3	2	17%
4	0	0%
5	1	8%

**7) Imagino que a maioria das pessoas aprenda a usar rapidamente o Ambiente**



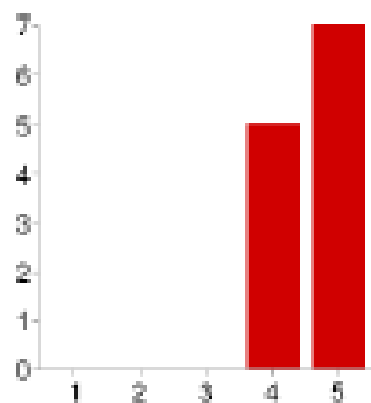
1	0	0%
2	0	0%
3	3	25%
4	6	50%
5	3	25%

### 8) Achei que o Ambiente não era trivial de usar



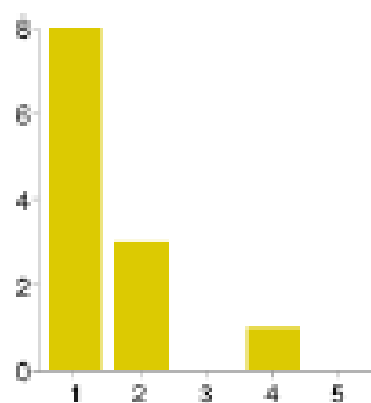
1	5	42%
2	3	25%
3	1	8%
4	3	25%
5	0	0%

### 9) Senti-me muito confiante para usar o Ambiente



1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	5	42%
5	7	58%

### 10) Preciso aprender muito antes de poder usar este Ambiente



1	8	67%
2	3	25%
3	0	0%
4	1	8%
5	0	0%