



**Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em**

# **Computação Aplicada**

**Mestrado Acadêmico**

Arnóbio Ferreira da Nóbrega

Um modelo para acompanhamento ubíquo de grupos de  
aprendizes usando histórico dos contextos

São Leopoldo, 2016

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada**  
**NÍVEL MESTRADO**

**ARNÓBIO FERREIRA DA NÓBREGA**

**UM MODELO PARA ACOMPANHAMENTO UBÍQUO DE GRUPOS DE**  
**APRENDIZES USANDO HISTÓRICO DOS CONTEXTOS**

**São Leopoldo**

**2016**

**ARNÓBIO FERREIRA DA NÓBREGA**

**UM MODELO PARA ACOMPANHAMENTO UBÍQUO DE GRUPOS DE  
APRENDIZES USANDO HISTÓRICO DOS CONTEXTOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre, pelo  
Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação  
em Computação Aplicada da Universidade do  
Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador:

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

Coorientador:

Prof. Dr. João Carlos Gluz

**SÃO LEOPOLDO  
2016**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
(Biblioteca do Instituto Federal de Roraima- IFRR)

754m Nóbrega, Arnóbio Ferreira da.  
Um modelo para acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes usando histórico dos contextos / Arnóbio Ferreira da Nóbrega. – São Leopoldo, 2016.

80f. : il.; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa.  
Coorientador: Dr. João Carlos Gluz.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Curso de Programa Interdisciplinar de Pós – Graduação em Computação Aplicada, 2016.

1. Aprendizagem ubíqua. 2. Acompanhamento. 3. Evasão escolar. 4. Histórico do contexto. I. Título. II. Barbosa, Jorge Luis Victória. (orientador).

CDD – 004

Arnóbio Ferreira da Nóbrega

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em 30 de março de 2016

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa Presidente da Banca e Orientador - UNISINOS

---

Prof. Dr. João Carlos Gluz Coorientador e Membro da Banca - UNISINOS

---

Prof. Dr. Sandro José Rigo Membro da Banca - UNISINOS

---

Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin Membro da Banca – UFPEL

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa (Orientador)

**Visto e permitida a impressão**  
São Leopoldo,

Prof. Dr. Sandro José Rigo  
Coordenador PPG em Computação Aplicada

ATA DE BANCA EXAMINADORA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado Nº 19/2016

Aluno: Arnóbio Ferreira da Nóbrega

Título da Dissertação: **“UM MODELO PARA ACOMPANHAMENTO UBÍQUO DE GRUPOS DE APRENDIZES USANDO HISTÓRICO DOS CONTEXTOS”**

Banca: **Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa**  
Presidente da Banca e Orientador – UNISINOS  
**Prof. Dr. João Carlos Gluz**  
Coorientador e Membro da Banca – UNISINOS  
**Prof. Dr. Sandro José Rigo**  
Membro da Banca – UNISINOS  
**Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin**  
Membro da Banca – UFPEL

Aos trinta dias do mês de março do ano de 2016, às 14h reuniu-se na sala C01 404 , a Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação composta pelos(a) professores(a): Prof. Dr. **Jorge Luis Victória Barbosa**, Orientador e Presidente da banca - UNISINOS; Prof. Dr. **João Carlos Gluz**, Coorientador e Membro da Banca – UNISINOS, Prof. Dr. **Sandro José Rigo**, Membro da Banca – UNISINOS e Prof. Dr. **Adenauer Corrêa Yamin**, Membro da Banca – UFPEL , para analisar e avaliar a Dissertação apresentada pelo aluno Arnóbio Ferreira da Nóbrega.

Considerações da Banca:

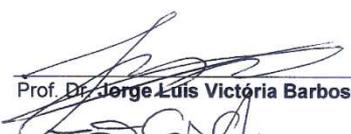
*Após a apresentação realizada pelo aluno, a banca reuniu-se e deliberou sobre o trabalho. A comissão indicou melhorias que deverão constar na versão final da dissertação.*

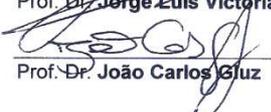
A Banca Examinadora, em cumprimento ao requisito exigido para a obtenção do Título de Mestre em Computação Aplicada, julga esta dissertação:

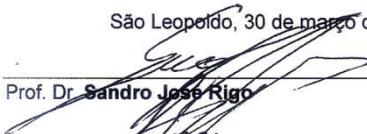
APROVADA  
 REPROVADA

Conforme Artigo 51 do Regimento do Programa o texto definitivo, com aprovação do Orientador, deverá ser entregue no prazo máximo de sessenta (60) dias após a defesa. A emissão do Diploma está condicionada a entrega da versão final da Dissertação.

São Leopoldo, 30 de março de 2016

  
Prof. Dr. **Jorge Luis Victória Barbosa**

  
Prof. Dr. **João Carlos Gluz**

  
Prof. Dr. **Sandro José Rigo**

  
Prof. Dr. **Adenauer Corrêa Yamin**

## AGRADECIMENTOS

*“Em tudo dai graças; porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para convosco”*. 1ª

Tessalonicenses 5:18

A conclusão deste trabalho só foi possível com a participação de muitas pessoas me auxiliando, sendo que a estas prestarei em poucas palavras, os meus sinceros agradecimentos:

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, nosso guia, nosso Pai, que nos acompanha em todos os momentos, quer sejam fáceis ou difíceis. Foi Ele quem me deu forças para superar todas as dificuldades.

A minha amada esposa Maria de Fátima Nóbrega, companheira de todos os momentos. Por me dar apoio e suporte para enfrentar este desafio, sendo compreensível com o meu isolamento e dando amor necessário para me auxiliar e ultrapassar os momentos de angústias e mudar o rumo quando necessário.

Aos meus amados filhos Samuel e Davi Nóbrega Ferreira, por me fazer perceber que todos os momentos dever ser vividos intensamente.

Ao professor e orientador Jorge Luis Victoria Barbosa, que esteve sempre disposto a auxiliar e cooperar na realização desse estudo; agradeço pela sua atenção, dedicação e contribuições significativas. Não posso deixar de agradecer aos demais professores que, no decorrer do curso, não mediram esforços para transmitirem seus conhecimentos.

À turma do mestrado, pelos laços de amizade que formamos durante esses anos de vida acadêmica. Em especial a Emílio Luiz, Carlos Felipe, Cristofe Coelho, Francisco, Jean Carlos, George Almeida, Francisco, Tiago e Tom.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Roraima Campus Boa Vista Centro, que permitiram a realização desta pesquisa, em especial aos coordenadores de curso, professores, funcionários e alunos que dela participaram.

Ao Magnífico Reitor do IFRR, Prof. Msc. Ademar Araújo, Pró-Reitoria de Pesquisa na gestão do Prof. Dr. Jessé e ao Diretor-Geral do Campus Boa Vista Centro, Prof. Dr. Milton José Piovesan pela motivação e apoio total ao plano de capacitação dos servidores docentes e técnicos administrativos.

Aos parentes espalhados pelo Nordeste que, presentes ou não, tenho certeza que torceram por mim.

Aos irmãos da 2ª Igreja Presbiteriana de Boa Vista que sempre intercederam por mim, com orações e súplicas.

A todos,  *muito obrigado!*

*“Os que recebem alguma coisa sem antes terem sofrido por ela, a conservam sem amor.”*

*Pe. Tomás de Aquino*

## RESUMO

A cada dia cresce o número de alunos que procuram uma profissionalização com formação técnica, mas há um grande desafio enfrentado pelos dirigentes, reduzir os índices de evasão dos alunos nos cursos técnicos de nível médio. Neste contexto, em parceria, pedagogos e professores têm buscado instrumentos para coletar informações que contribuam para reduzir o índice de evasão escolar. Tal atividade, contudo é bastante trabalhosa para os professores. Consequentemente, esses instrumentos de diagnóstico não costumam alcançar os objetivos para os quais foram elaborados. Neste cenário, esta dissertação propõe a extensão de um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. O modelo permite o acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes fazendo um registro de histórico dos contextos, a partir de informações provenientes dos temas e tópicos do plano de ensino, dos perfis individuais e de grupos dos alunos, durante a entrada e a saída desses grupos no contexto onde estes se inserem. Nesse trabalho, o EduTrail foi modelado usando a metodologia Prometheus. Ainda neste trabalho, relata-se como os agentes foram implementados no modelo. Com base em um estudo de caso foi possível montar um cenário de teste para avaliação correspondente em aulas utilizando o modelo expandido EduTrail, seguindo os mesmos procedimentos de teste usados para avaliação do UbiGroup. Ao final do teste foi aplicado um questionário entre os participantes, cujos resultados da análise apontam a viabilidade do modelo, além de estimular o uso do EduTrail como instrumento para auxílio aos pedagogos, no acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes registrando histórico dos contextos para trabalhos futuros com o intuito de contribuir com a redução da evasão escolar proporcionando à diminuição das altas taxas de índices.

**Palavras-chaves:** Aprendizagem ubíqua, Acompanhamento, Evasão escolar, Histórico de contexto.

## ABSTRACT

Each day, a growing number of students seek professional training along with technical education, but there is a major challenge faced by education managers: to reduce student dropout rates in technical courses in high school. In this context, educationalists in partnership with teachers have sought instruments to collect information, which helps to reduce the dropout rate. However, such action is a hardworking task for teachers. Consequently, these diagnostic tools do not often achieve the goals they were designed for. In this scenario, this work proposes the extension of a ubiquitous recommendation of model content for learners groups. The model allows a ubiquitous monitoring of learners groups through a historical record of contexts, coming out of information from the themes and topics of the syllabus, the individual profiles and student groups during the entry and exit of these groups in the context they belong to. In this work, the EduTrail was designed by using the Prometheus methodology. This work also reports how the agents were implemented in the model. Based on a case study, it was possible to set a test scenario to corresponding ratings in class by using the expanded model EduTrail, following the same test procedures used to evaluate the Ubigroup. In the end, a test questionnaire was applied among participants. The analyzed results show the feasibility of the model as well as stimulate the use of EduTrail as a practical tool to help educationalists in the ubiquitous monitoring of learners groups by registering historical contexts and for future work in order to contribute to the reduction of the dropout, collaborating to decrease the high rate indices.

**Keywords:** Ubiquitous Learning, Monitoring, School evasion, Context record.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Compreensão da Aprendizagem Ubíqua, como um sistema aberto.....	26
Figura 2: Visão geral do modelo UbiTrail.....	31
Figura 3: Arquitetura do PeLeP.....	32
Figura 4: Arquitetura de agentes Projeto AMIA.....	34
Figura 5: Arquitetura do modelo GOAL.....	35
Figura 6: Arquitetura do Modelo OCToPUS.....	36
<b>Figura 7: Arquitetura UbiGroup.....</b>	<b>37</b>
Figura 8: Arquitetura EduTrail.....	40
Figura 9: Diagrama geral da extensão do UbiGroup.....	42
Figura 10: Agente Registro de Histórico.....	44
Figura 11: Capacidade do agente Histórico do Contexto registrar movimentação.....	44
Figura 12: Capacidade do agente Histórico do Contexto exibir movimentação.....	44
Figura 13: Ontologia Histórico dos Contextos (OntoHC).....	45
Figura 14: Diagrama de Casos de Uso.....	47
Figura 15: Visão geral da Arquitetura EduTrail.....	48
Figura 16: Diagrama de Classe – Camada <i>Model</i> .....	50
Figura 17: Diagrama de Classe - Camada <i>Controller</i> .....	51
Figura 18: Integração EduTrail UbiGroup.....	52
Figura 19: Interface Cadastro de Contexto.....	52
Figura 20: Interface Manutenção de Perfis.....	53
Figura 21: Localização física da Sala 306.....	54
Figura 22: Tela de Acesso.....	58
Figura 23: Notificação de entrada no contexto.....	59
Figura 24: Alunos contidos no contexto.....	59
Figura 25: Solicitar recomendação.....	60
Figura 26: Consulta Registro Histórico dos Contextos.....	60
Figura 27: Questões 1 a 5 - Facilidade de uso percebida (Pedagogos).....	63
Figura 28: Questões 1 a 5 - Facilidades de uso percebida (todos os grupos).....	64
Figura 29: Questão 6 a 10 Utilidades de uso percebida (todos os grupos).....	65



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre os trabalhos relacionados. ....	38
Tabela 3: Detalhes da Ontologia de Histórico do Contexto. ....	45
Tabela 4: Informações do Contexto.....	55
Tabela 5: Perfis Mais Similar ao Grupo. ....	55
Tabela 6: Perfis do Contexto. ....	56
Tabela 7: Associação entre Contexto, Perfis do Aprendiz e Banco do OAs. ....	57
Tabela 8: Registro do histórico dos contextos.....	57
Tabela 9: Questionário de Avaliação do Uso do EduTrail.....	62
Tabela 10: Comparação entre os trabalhos com o EduTrail.....	68

## **LISTA DE SIGLAS**

IFS	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
IFRR	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Roraima
SBCUP	Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva
SBIE	Sociedade Brasileira de Inteligência Emocional
SETEC	Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

## SUMÁRIO

<b>1.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 Motivação .....	18
<b>1.2 Problema e Questão de Pesquisa.....</b>	<b>20</b>
1.3 Objetivos .....	20
1.4 Metodologia.....	21
<b>1.5. Organização da Dissertação .....</b>	<b>22</b>
<b>2. CONCEITUAÇÃO.....</b>	<b>23</b>
2.1 Computação Ubíqua .....	23
2.2 Educação Ubíqua .....	23
2.3 Aplicações Sensíveis ao Contexto.....	26
2.4 Trilhas, Históricos ou Sequências de Contextos.....	26
2.5 Perfis de Usuário .....	27
2.6 Sistemas Multiagentes.....	28
2.7 Considerações sobre o Capítulo.....	29
<b>3. TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>30</b>
3.1 UbiTrail/LOCAL.....	31
3.2 PeLeP.....	32
3.3 Projeto AMIA .....	32
3.4 GOAL .....	34
3.5 OCtoPUS .....	35
3.6 UbiGroup .....	36
3.7 Comparação.....	37
<b>4. Modelo EduTrail .....</b>	<b>40</b>
4.1 Arquitetura .....	40
4.2 Agentes de Software .....	41
4.3 Agente Registro de Histórico.....	43
4.4 Ontologia.....	45
4.5 Análise de Requisitos .....	46
<b>5. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>6. ASPECTOS DE AVALIAÇÃO.....</b>	<b>54</b>
6.1 Estudo de caso .....	54
6.2 Resultados e discussão .....	61
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>66</b>

<b>7.1 Conclusões.....</b>	<b>66</b>
<b>7.2 Contribuições.....</b>	<b>67</b>
<b>7.3 Trabalhos futuros.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS I.....</b>	<b>76</b>

## 1.1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Motivação

A evasão e a retenção escolar são temas de debates e reflexões da educação brasileira, que ocupam espaço de relevância no cenário das políticas públicas educacionais. As dificuldades de acesso e permanência na educação básica são marcas significativas do sistema educacional brasileiro.

A constituição brasileira quanto a sua legislação determina a responsabilidade da família e do Estado de orientar o jovem em seu percurso sócio educacional, como determina a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/96, sendo bastante clara a respeito das responsabilidades, no TÍTULO II: Dos Princípios e Fins da Educação Nacional em seu Art. 2º:

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho e de acordo com o TÍTULO IV: Da Organização da Educação Nacional no Art. 12º: Os estabelecimentos de ensino, respeitadas as normas comuns e as do seu sistema de ensino, terão a incumbência de: Item V - prover meios para a recuperação dos alunos de menor rendimento. (MEC, 2015, p. 2).

Diante deste cenário, o que se observa é que a educação não tem sido plena no que se refere ao alcance de todos os cidadãos, assim como no que se refere à conclusão de todos os níveis de escolaridade. Dessa forma, a evasão/retenção escolar é um desafio a ser superado em todo o país.

O Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB), elaborado pela Comissão Especial de Estudos da Evasão (BRASIL, 1994), explica O fenômeno da evasão está relacionado a três categorias: a) fatores referentes às características individuais do estudante; b) fatores internos às instituições; e c) fatores externos às instituições.

A pesquisa objetiva de modo geral compreender os fatores que provocam a evasão escolar na educação profissionalizante tendo como perspectiva os fatores internos e externos às instituições de ensino. DE ARAÚJO (2012).

Em 2012, a taxa de abandono escolar atingiu 24,3% MEC (2015). E o índice se torna ainda mais preocupante se comparado com países vizinhos, como Chile (2,6% de evasão), Argentina (6,2%) e Uruguai (4,8%) MEC (2015). Entre 1,6 milhão de alunos do ensino básico que abandonaram a escola no ano passado, mais de 1,5 milhão cursava a rede pública, tanto no nível fundamental (762 mil) quanto no médio (760 mil) conforme publicado no portal MEC (2015).

Torna-se importante diagnosticar o problema e buscar um instrumento, com o intuito de contribuir com a redução da evasão proporcionando à diminuição das altas taxas de índices. Segundo VIAL (1979), a atitude moralista, que atribuía a culpa simplesmente a própria criança, teve que ser ultrapassada quando os conhecimentos científicos mostraram que fatores podiam estar dificultando a permanência dos alunos na escola.

Os Institutos Federais de Educação estão cada vez mais equipados com modernos recursos tecnológicos, possibilitando pesquisa em um ambiente de computação ubíqua, para apoiar o corpo docente e discente no seu processo de aprendizagem, sendo assim seria possível identificar os discentes baseado no contexto onde eles estão inseridos, algo que pode ser obtido automaticamente através de tecnologia de Computação Ubíqua. Segundo Weiser (1991), a computação e seus diversos sistemas podem interagir com o ser humano a todo o momento, não importando onde ele esteja, constituindo um ambiente altamente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel e interativo. Nesse modelo, as aplicações precisam se adaptar ao ambiente, compreender o contexto em que estão inseridas e estarem disponíveis ao usuário, em qual quer lugar e a qualquer tempo. Sistemas sensíveis a contexto são aplicações nas quais o contexto atual de um usuário é levado em consideração na disponibilização de serviços. Segundo Dey (2001), contexto é qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, onde uma entidade poder ser uma pessoa, local ou objeto considerado relevante à interação entre o usuário e a aplicação.

A capacidade de uma aplicação inferir contexto de uma entidade pode ser amplificada através do uso de trilhas (SILVA et al., 2010). O registro histórico dos contextos visitados por uma entidade, e das ações realizadas pela entidade nos contextos tem a denominação de trilhas. Este trabalho utiliza trilhas como forma de armazenar informações de um usuário (DA SILVA, 2008, e SILVA et al., 2010). Para os autores, trilhas são metáforas as quais registram atividades de um usuário nos contextos percorridos, mantendo assim, um histórico de seus deslocamentos e de sua atuação em cada contexto.

De acordo com Silva et al. (2010) entre as áreas que deverão ser influenciadas pela exploração de trilhas, destaca-se a Educação Ubíqua (BARBOSA et al., 2011) no cenário educacional, a mobilidade do aprendiz suporta novas oportunidades de aprendizagem. O uso dos perfis de alunos em ambientes cientes de contexto (BARBOSA et al., 2008) e o aperfeiçoamento automático desses perfis (LEVIS et al., 2008) são tópicos de pesquisa recentes. No entanto, a utilização dos históricos dos contextos dos aprendizes aplicados ao acompanhamento em tempo real de um grupo de aprendizes mediado por um professor e avaliado/orientado pelo departamento pedagógico, é uma área de pesquisa ainda em aberto.

## 1.2 Problema e Questão de Pesquisa

O Governo Federal, através do ministério da Educação MEC (2015) relata que “Entre 1,6 milhão de alunos do ensino básico que abandonaram a escola no ano passado, mais de 1,5 milhão cursava a rede pública, tanto no nível fundamental (762 mil) quanto no médio (760 mil)”, diante deste cenário, considera-se que às taxas de evasão e retenção escolar estão em um patamar alarmante. Fazendo parte deste cenário, o Departamento Pedagógico do IFRR/Campus Boa Vista, criou um instrumento denominado Ficha de Acompanhamento de turma que se encontra no Anexo I com critérios estabelecidos com base no Plano Pedagógico, no Plano de Aula da Disciplina para acompanhamento, em parceria com os professores, grupo de alunos em suas atividades em classe e extraclasse a fim de colaborar com a redução da taxa de índices de evasão e repetência escolar.

Durante a entrevista feita com a Coordenadora Pedagógica do Departamento Pedagógico do IFRR/Campus Boa Vista, ficou constatado que estas Fichas de Acompanhamento não foram aceitas pelos professores, pelo fato de acarretar muito trabalho preenchendo formulários para cada aluno enquanto fazem suas atividades. Sendo assim, surge a seguinte questão da pesquisa: “Poderia a computação ubíqua ser utilizada para elaboração de um modelo para acompanhamento de grupos de aprendizes usando histórico dos contextos (trilhas), fornecendo informações a equipe pedagógica e permitindo assim um acompanhamento dos alunos?”.

## 1.3 Objetivos

De acordo com Barbosa et al. (2007) a Educação encontra-se entre as principais aplicações previstas para a computação móvel e ubíqua. Nesta área, o suporte ubíquo poderá fornecer informações obtidas do contexto físico dos aprendizes, potencializando a personalização do processo de aprendizagem.

Neste panorama, o objetivo geral deste trabalho é especificar, implementar e avaliar um modelo, chamado EduTrail para acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes usando histórico dos contextos (trilhas). Com o propósito de atingir este objetivo geral, são definidos os objetivos específicos a seguir:

a) Investigar de que forma a computação ubíqua pode contribuir no processo pedagógico na redução das taxas de evasão e repetência escolar;

b) Definir um modelo que seja de propósito geral (de forma que seja utilizado no desenvolvimento de aplicações na Educação Móvel e Ubíqua) ampliando o modelo UbiGroup, adicionando um agente de software com o propósito de gerar registros de históricos de contextos de ensino;

c) Modelar o protótipo de modo que seja facilmente estendido, para considerar novos mecanismos de colaboração;

d) Implementar o protótipo EduTrail usando uma tecnologia que permita a reusabilidade, que seja de fácil manutenção e portátil;

e) Avaliar a utilização do modelo a partir do protótipo, sob duas perspectivas: na facilidade percebida de uso e na influência utilizada percebida de uso por parte dos grupos de avaliadores formados por pedagogos, professores e alunos, convidados pelo Departamento de Ensino do IFRR/Campus Boa Vista.

#### **1.4 Metodologia**

Para iniciar este trabalho de pesquisa, repartiu-se o planejamento em quatro etapas. Na etapa inicial, procurou-se fazer a investigação e o estudo da pesquisa proposta neste trabalho. O principal objetivo desta revisão foi de esclarecer temas como Computação ubíqua, educação ubíqua, aplicações sensíveis ao contexto, trilhas, históricos ou sequência de contextos, perfis de usuário, sistemas multiagentes e ontologias. A dedicação e o aprofundamento nesta atividade proporcionou um entendimento mais amplo dos questionamentos e limitações da área, assim como conhecer as tecnologias relacionadas aos temas que oferecessem o embasamento teórico necessário para a concepção de um modelo de *framework* que atendesse aos objetivos propostos.

Na segunda etapa buscou-se um entendimento em relação aos trabalhos de acompanhamento pedagógico, através de uma investigação realizada no Departamento Pedagógico de uma escola de ensino técnico nível médio. Com o embasamento prévio adquirido, seguiu-se para a escrita de uma especificação inicial, para que fosse possível descrever com o máximo de detalhamento possível os requisitos funcionais e não funcionais do *framework* a ser desenvolvido.

Na terceira etapa, a pesquisa já embasada teoricamente e efetuado o levantamento inicial dos requisitos, buscou-se trabalhos relacionados, para estudar as abordagens adotadas e os resultados obtidos. Foi então realizado um comparativo entre estes trabalhos de forma a identificar os pontos fortes e fracos de cada abordagem e com isso aperfeiçoar a especificação do modelo e identificar a possível contribuição da proposta.

Definido o conjunto de requisitos e funcionalidades do sistema, concluiu-se a primeira especificação do modelo a ser desenvolvido. Como proposta, este modelo ainda poderá sofrer modificações mediante os avanços nas pesquisas e dos resultados dos experimentos a serem realizados, mas já estabelece uma arquitetura básica sobre a qual a solução será desenvolvida.

A etapa final e a avaliação ocorreram com a implementação do protótipo, cujo objetivo foi avaliar o modelo proposto, de modo a proporcionar sua experimentação e validação. Esta avaliação propôs a utilização do protótipo por sujeitos no apoio de suas tarefas diárias, sendo os sujeitos formados por pedagoga, professor e aluno. Os sujeitos responderam a um questionário contendo afirmações relacionadas à experiência na utilização do *framework*, sendo que os dados colhidos foram tabulados a fim de avaliar o desempenho e a relevância do protótipo desenvolvido a partir do modelo proposto.

### **1.5. Organização da Dissertação**

A dissertação está organizada em seis capítulos, onde o capítulo 1 apresenta a introdução do assunto com a exposição dos objetivos e questão de pesquisa. O capítulo 2 descreve os conceitos fundamentais e tecnologias relevantes para o entendimento do trabalho apresentado. No capítulo 3 são apresentados os trabalhos relacionados e realizado um estudo comparativo de suas características, funcionalidades e limitações. O capítulo 4 apresenta e discute o modelo proposto, definindo os passos a serem seguidos para a obtenção dos objetivos. O capítulo 5 detalha os aspectos de implementação do *framework* e tecnologias usadas. O capítulo 6 apresenta um estudo de caso para comprovar as funcionalidades do modelo EduTrail. Finalmente, o capítulo 7 expõe as considerações finais.

## 2. CONCEITUAÇÃO

A seguir é apresentado o referencial teórico sobre as áreas consideradas relevantes para a elaboração desta pesquisa: computação ubíqua, educação ubíqua, aplicações sensíveis ao contexto, históricos ou sequência de contextos (trilhas), perfis de usuário e sistemas multiagentes.

### 2.1 Computação Ubíqua

A computação ubíqua visa tornar as tarefas que dependem da computação transparentes aos usuários, permitindo assim, a disponibilização de recursos e serviços a qualquer momento e em qualquer lugar (WEISER, 1991).

O cientista chefe do Centro de Pesquisa Xerox PARC professor Mark Weiser (WEISER, 1991), foi quem introduziu o conceito da computação ubíqua, também referenciada como computação pervasiva (*Pervasive Computing*), a qual surge para integrar diversas tecnologias e ideias já existentes. Diferentemente da computação baseada em *mainframe* e *desktop*, que possui uma abordagem estática, a computação ubíqua vale-se da mobilidade do usuário através de dispositivos móveis e também de serviços providos pelas redes sem fio. De acordo com este paradigma, portanto, o usuário é livre para se mover para qualquer lugar, em qualquer tempo, utilizando o dispositivo que desejar, sendo que sempre estará inserido em um ambiente que dispõe de um poder computacional (Satyanarayanan, 2001; Saha and Mukherjee, 2003; Yamin, 2004).

### 2.2 Educação Ubíqua

Segundo Barbosa et al. (2007), aprendizagem ubíqua tem como objetivo relacionar os aprendizes com o ambiente em seu contorno, formando uma rede virtual e real de pessoas, objetos e situações dando suporte para uma aprendizagem continuada e consistente. No entanto, tais modelos podem incluir alguns aspectos que permitem oferecer recursos diferenciados aos usuários, tais como suporte ao pedagogo, utilização de trilhas (SILVA et al., 2010) e integração com sistemas de disponibilização de informação mantidos por terceiros. Uma trilha é o histórico de contextos visitados por uma entidade, e das ações realizadas pela entidade nos contextos.

A capacidade de reconhecer a situação atual de um usuário e o estado dos objetos e pessoas próximas abre algumas possibilidades de pesquisas. Uma questão relevante é sobre como analisar as sequências de contextos capturadas e armazenadas por diferentes tipos de aplicações. Aplicações sensíveis a contexto são aquelas que utilizam informações de contexto

para fornecer serviços e informações relevantes a usuários e a outras aplicações na realização de alguma tarefa (DEY, 2001).

Nos últimos anos, diversas pesquisas associadas à ubiquidade na educação estão sendo desenvolvidas (WAGNER et al., 2014). Muitos consideram que o futuro da educação estará no elo entre o paradigma ubíquo e os modelos educacionais modernos. Termos como u-learning, u-spaces e ULE (*Ubiquitous Learning Environment*), descrevem conceitos ubíquos e são temas de diversas pesquisas que estão sendo desenvolvidas, as quais apontam que o futuro da educação está na união do paradigma ubíquo e os modelos modernos de educação. As principais características do u-learning são: trabalhos permanentes(a menos que sejam apagados propositalmente), acessibilidade, imediatismo e interatividade (Iahnke et al, 2013).

A expressão u-learning pode ser traduzida por Aprendizagem Ubíqua. Este é um termo que remete a ligação entre duas grandes áreas: a aprendizagem e a computação ubíqua. Segundo Ogata e Yano (2004), as principais características dessa Aprendizagem Ubíqua seriam:

- **Permanência:** os aprendizes nunca perderiam seus trabalhos, a menos que os apaguem propositalmente;
- **Acessibilidade:** os aprendizes teriam acesso a seus documentos, seus dados e/ou vídeos, de qualquer lugar;
- **Imediatismo:** os aprendizes poderiam acessar qualquer informação imediatamente;
- **Interatividade:** os aprendizes poderiam interagir com professores, tutores, ou outros alunos, de forma síncrona ou assíncrona.

Já, em relação aos *u-spaces* (espaços/ambientes ubíquos) esse é um termo utilizado para denotar um ambiente onde o usuário estará cercado por diversos dispositivos que o cercam e que são capazes de interagir de forma tranquila (*calm technology*) (WEISER, 1996).

Artigos recentes (IAHNKE et al., 2013), sobre a aprendizagem ubíqua têm como foco, geralmente, o desenvolvimento tecnológico, o projeto de interfaces amigáveis (*calm technology*), a padronização de transmissão de dados entre dispositivos heterogêneos, as aplicações sensíveis ao contexto, entre outros. No entanto, existe um importante campo de pesquisa em aberto para os trabalhos que buscam explorar o paradigma ubíquo através do desenvolvimento de serviços para dar suporte à educação (BARBOSA, et al., 2007), ou seja, a aplicação da computação ubíqua no melhoramento das estratégias pedagógicas.

Um dos papéis da educação ubíqua será o de preparar o aluno para viver nessa nova realidade (IAHNKE et al., 2013) em que é importante estarmos atualizados, sabermos lidar com as informações, pesquisarmos, trabalharmos em um ambiente propício para as práticas pedagógicas, e ainda permitirmos modificar o fazer pedagógico na busca por despertar o interesse do aluno pelo aprendizado. Para tanto, Moran (2000) corrobora quando diz que

o poder de interação não está fundamentalmente nas tecnologias mas nas nossas mentes.

Ensinar com as novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais de ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial. A Internet é um novo meio de comunicação, ainda incipiente, mas que pode nos ajudar a rever, a ampliar e a modificar muitas das formas atuais de ensinar e aprender. (Moran, 2000, p. 63)

De acordo com BARBOSA et al., (2008), com os estudos provenientes da Aprendizagem Ubíqua, onde a educação se apoia na Computação Ubíqua, é possível tratar a questão de localização dos alunos bem como prover diversas oportunidades pedagógicas. Visto que o objetivo da Aprendizagem Ubíqua é explorar, por meio de dispositivos móveis, os recursos pedagógicos a qualquer hora, em qualquer lugar. Segundo a classificação definida em (BERTALANFFY, 1977), a Educação é um sistema integrado e possui todas as peculiaridades de um sistema aberto, recebendo e transmitindo informações, comunicando e integrando fatos. Sistemas de Computação Móvel emergem como uma tecnologia inovadora para a área Educacional, criando um novo conceito, o chamado *Mobile Learning* ou *m-Learning* como um complexo de tecnologias (soluções), esta técnica de oferecer ensino permite que estudantes e professores possam tirar vantagens dos recursos oferecidos pelas tecnologias móveis, dentre os quais se destaca a possibilidade de acessar, visualizar e prover conteúdo independentemente do horário e a partir de qualquer localidade (SILVA et al., 2011).

Na Figura 1 a tecnologia é um sinônimo para “solução” de um problema de comunicação na educação. A tecnologia (techné – arte, logos – razão) está associada à criatividade, pensamento criativo e ato criativo, mediados pela razão. Quanto à técnica, a mesma “enlaça” as mídias, isto é, tudo aquilo que são “meios” de tratamento e processamento da informação, como todos os equipamentos e dispositivos usados na Aprendizagem Ubíqua (NETO, MANICA e GUBIANI, 2008).

Figura 1: Compreensão das inter-relações da Aprendizagem Ubíqua, como um sistema aberto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.3 Aplicações Sensíveis ao Contexto

Vários pesquisadores escreveram trabalhos em que redefinem o significado da palavra contexto a fim de adaptá-la à realidade computacional. Dentre estas, a mais citada é a de (DEY, 1999):

Contexto é qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar, ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a aplicação em si.

Aplicações sensíveis a contexto são aquelas que utilizam informações de contexto para fornecer serviços e informações relevantes a usuários e a outras aplicações na realização de alguma tarefa (DEY et al., 2001).

Aplicações móveis sensíveis ao contexto (*context-aware mobile applications*) (DEY, 2000) são aplicações que exploram o contexto dinâmico dos seus usuários, provocado pela mobilidade e constante mudança no ambiente, e que fazem uso de novos dispositivos portáteis multifuncionais, como os *Tablets* e telefones celulares. Como justificativa para a escolha destas categorias os autores argumentam que através dos dados fornecidos por elas é possível inferir informações adicionais, estendendo o conhecimento sobre a situação. A localização do aluno, por exemplo, é uma característica para a definição do seu contexto em um ambiente para aprendizagem móvel. Entretanto, o contexto inclui mais do que apenas localização.

### 2.4 Trilhas, Históricos ou Sequências de Contextos

O estudo apresentado em Silva et al. (2010) propõe um modelo para o gerenciamento de trilhas em ambientes de computação móvel, denominado UbiTrail. Naquele trabalho Silva et al. (2010) afirma que:

Nos ambientes de computação móvel, o acompanhamento da mobilidade permite a adaptação das aplicações aos contextos percorridos pelo usuário (ciência de contexto). Nos últimos anos, o uso conjunto de contextos e perfis de usuários vem sendo considerado uma oportunidade para a distribuição de

conteúdo. Além disso, o aprimoramento e a ampla adoção dos sistemas de localização vêm estimulando ainda mais o acompanhamento da mobilidade, viabilizando o uso de Trilhas. Uma trilha consiste no histórico dos contextos visitados por um usuário durante um período.

[...] recentemente, estudos mostraram que o acompanhamento do usuário em sistemas de computação móvel com suporte à localização pode ser usado para o registro do histórico dos contextos visitados durante um período de tempo (LEVIS et al., 2008). Esse registro normalmente recebe a denominação de Trilha (DRIVE; CLARKE, e LEVIS, 2008). As trilhas registram atividades de um usuário nos contextos percorridos, mantendo assim, um histórico de seus deslocamentos e de sua atuação em cada contexto.

A proposta aqui apresentada é a de que o modelo EduTrail utilize as trilhas para registrar atividades de grupos de aprendizes nos contextos de acordo com o perfil dos grupos. O contexto é adicionalmente interpretado em termos da educação ubíqua, como o contexto onde está ocorrendo um processo específico envolvendo as entidades presentes no contexto, no caso um processo de aprendizagem. Assim, no texto a seguir, subentende-se que o termo *contexto*, se referenciará especificamente a contextos de aprendizagem ubíqua.

O trabalho apresentado por Wiedemann et al. (2015) propõe um modelo para recomendação que explora a relação ao recomendar OAs baseando-se na análise de similaridade entre históricos de sessões. Segundo Wiedemann et al. (2015) quando alunos fazem consultas aos OAs durante uma sessão de acesso aos portais, existe relação com os interesses de pesquisa do aluno durante a duração da sessão.

Para Wiedemann et al. (2015) o conceito de histórico de contextos, ou trilhas é criada a partir da capacidade de organizar e armazenar os dados contextuais vinculados a uma entidade, onde se discute que

Talvez o primeiro trabalho em ciência da computação a apresentar o conceito de trilhas como uma sequência de itens visitados por um usuário seja o de Wang et al, (1945). Os autores previram que os computadores seriam uma ferramenta poderosa para organizar o conhecimento humano. Em seu trabalho é proposta uma máquina, denominada Memex, que armazenaria uma grande quantidade de documentos no formato de microfilmes. O usuário selecionaria e consultaria estes documentos em um sistema que permitiria inserir anotações criando vínculos (links) arbitrários, gerando assim uma trilha de documentos semanticamente encadeados conforme a preferência do usuário. Esta provavelmente é a primeira descrição do hipertexto, um conceito que só se popularizou no final do século XX (WIEDEMANN et al., 2015).

## 2.5 Perfis de Usuário

De acordo com Wagner et al. (2014), o conjunto de informações que caracteriza um usuário é chamado de perfil de usuário. Com a intenção de compartilhar o contexto do usuário entre serviços e minimizar as mudanças no desenvolvimento de aplicações sensíveis a contexto, os autores propõem como solução um *middleware* que gerencia o perfil de um

usuário dinamicamente e supre às aplicações todas as informações que elas podem precisar durante o período de adaptação.

O contexto se refere à situação na qual o usuário está inserido, onde a definição de contexto utilizada é aquela dada por Dey (2001), na qual contexto refere-se a qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Assim conforme Wagner et al. (2014) o perfil de usuário pode ser dividido em cinco componentes:

- Perfil geral: refere-se às informações básicas, como nome, endereço, telefone, idade, sexo, entre outros;
- Perfil do dispositivo: contém informações a respeito dos dispositivos do usuário, tais como marca, capacidade, sistema operacional, entre outros;
- Perfil de rede: descreve as redes às quais o usuário pode se conectar, com suas características;
- Perfil dos serviços: registra as informações a respeito de serviços, como nome, versão, porta e conteúdo;
- Perfil de contexto: contém informações a respeito do ambiente do usuário, como hora, data e localização, aplicações em execução e banda disponível. É considerada a parte dinâmica do perfil, composta por dados voláteis.

## 2.6 Sistemas Multiagentes

De acordo com Russel e Norvig (2003), agentes são entidades de software autônomas que percebem seu ambiente por meio de sensores e que atuam sobre esse ambiente através de atuadores, processando informação e conhecimento. Um Sistema Multiagente (SMA), por sua vez, consiste de um conjunto de agentes autônomos que colaboram para resolver um problema o qual seria inviável solucionar com apenas um agente.

Agentes podem ser construídos de várias formas. Podem ser agentes de software ou hardware, estáticos ou móveis, persistentes ou não persistentes, reativos ou cognitivos (inteligentes) (PONTES, 2010). De acordo com Pontes (2010), uma das classificações mais importantes de agentes é em relação a eles serem reativos ou cognitivos.

Agentes reativos são agentes que selecionam ações a serem executadas com base exclusivamente na percepção atual, não levando em consideração o histórico de percepções. Uma vez que não possuem memória, são incapazes de planejar ações futuras (Russel and Norvig, 2003; Pontes, 2010).

Por outro lado, os agentes cognitivos são mais complexos, pois possuem uma representação explícita tanto do ambiente quanto de outros agentes. Este tipo de agente possui

uma memória interna, o que possibilita planejar ações futuras com base em situações que ocorreram anteriormente (Russel and Norvig, 2003; Pontes, 2010).

Agentes de software podem realizar diversas tarefas em ambientes de aprendizagem, tais como monitorar as atividades do estudante no ambiente de aprendizagem, capturar de forma automática as informações de contexto dinâmico do estudante, recomendar conteúdos de interesse deste, entre outras. Diante do aumento no número de estudantes que interagem com os sistemas de suporte à aprendizagem, o uso de agentes para realizar estas tarefas torna-se extremamente importante, principalmente devido ao fato de serem tarefas complexas para os professores gerenciarem a distância.

## **2.7 Considerações sobre o Capítulo.**

Este capítulo apresentou um levantamento bibliográfico de forma sucinta os principais temas relacionados ao desenvolvimento deste trabalho. Foram introduzidos conceitos referentes ao modelo para o gerenciamento de trilhas em ambiente de computação móvel. Também tratado a questão da sensibilidade a contexto, sendo uma subárea da computação ubíqua, onde abordamos o contexto e suas aplicabilidades em sistemas computacionais. Além disso, foi apresentado o sistema multiagentes, estrutura no qual o modelo foi desenvolvido, como também introduzimos a definição de ontologias e a aplicação no trabalho realizado.

### 3. TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta trabalhos relacionados ao modelo proposto, assim como um comparativo que identifica a presença de aspectos mais relevantes encontrados nas áreas de pesquisa relativas a esta proposta. O método utilizado para procura por estudos relacionados foi o de busca por materiais em anais de eventos e periódicos relacionados às áreas de Informática na Educação e Computação Ubíqua nos últimos quatro anos. Esta busca foi executada em duas etapas.

A primeira constitui-se na verificação dos *sites* contendo os anais dos referidos eventos e acesso manual aos artigos, lendo seus títulos e resumos, excluindo os estudos não relevantes a esta proposta, cujo tema está relacionado ao histórico de aprendizes. A segunda parte foi baseada na comparação entre os artigos selecionados, prevalecendo os mesmos critérios estabelecidos anteriormente. O resultado desta busca resultou em 26 artigos. Após aplicação de critérios de exclusão, 20 artigos foram excluídos por não descreverem aspectos relacionados a histórico e aprendizagem ubíqua. Assim, os seguintes trabalhos relacionados foram selecionados: a) Silva et al. (2010) apresentaram um modelo voltado especificamente para gerenciamento de trilhas aplicado na distribuição de conteúdo em um ambiente de Aprendizagem Ubíqua. b) Levis et al. (2008) apresentaram um modelo que integra a utilização de perfis aperfeiçoados automaticamente com ambientes de Aprendizagem Ubíqua. c) Silveira e Barone (2006) apresentaram uma abordagem que utiliza Sistemas Multiagentes para a formação de grupos colaborativos. d) Sonntag et al. (2010) apresentaram um trabalho que não usa trilhas, mas que foi considerado como trabalho relacionado pelo foco em educação e ubiquidade. e) Da Silva et al. (2008) apresentaram um modelo para ambientes ubíquos baseados em trilhas, que utiliza informações sobre o comportamento do usuário, para identificar o seu perfil. f) Ferreira et al. (2015) propõe um modelo chamado UbiGroup de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. Este modelo permite que sejam recomendados materiais educacionais para grupos de aprendizes que compartilham o mesmo contexto. As informações principais para gerar a recomendação são o contexto onde os aprendizes estão inseridos e o agrupamento de seus perfis. Além disso, o UbiGroup permite que o professor crie suas regras de recomendação dando-lhe liberdade para alinhar a busca de materiais ao seu plano de ensino. Sua arquitetura é formada por cinco agentes (Figura 7).

Estes agentes, são responsáveis por obter as informações do aprendiz e de informá-lo sobre novas recomendações, manter atualizados seus perfis, gerenciar os contextos e efetuar a comunicação com os repositórios de Objetos de Aprendizagem. A estratégia adotada pelo UbiGroup se diferencia dos demais trabalhos relacionados, por efetuar a recomendação de

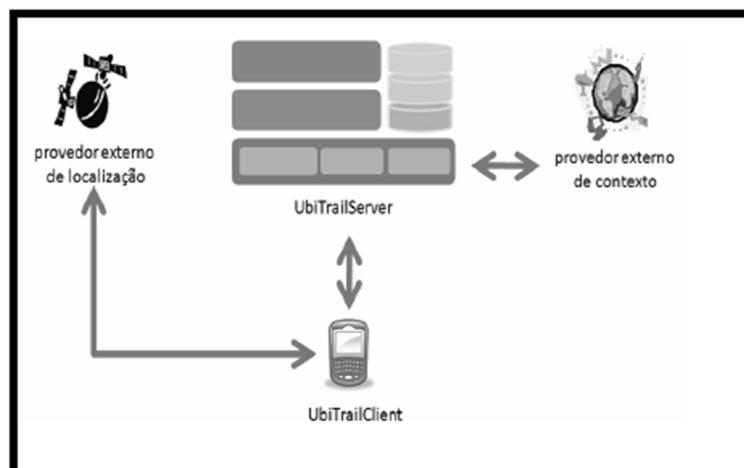
materiais educacionais considerando de forma conjunta os perfis de um grupo de aprendizes e o contexto no qual eles se encontram.

### 3.1 UbiTrail/LOCAL

Silva et al. (2010) propuseram um modelo para o gerenciamento de trilhas e sua aplicação na distribuição de conteúdo em um ambiente de Aprendizagem Ubíqua. Embora o UbiTrail inicialmente tenha sido integrado ao LOCAL (BARBOSA et al., 2008), sua proposta é genérica o bastante para ser aplicada em outros sistemas que possam usufruir de trilhas para seu aperfeiçoamento. O uso de trilhas permite aos sistemas de Aprendizagem Ubíqua uma atuação mais eficaz, pois podem ser usadas informações mais precisas do comportamento dos aprendizes. De acordo com Wagner et al. (2014), o conceito de trilha adotado pelo projeto define que trilha é uma representação digital do histórico dos contextos visitados por uma entidade. Não apenas a localização é considerada, mas também outras informações de contexto, indicando o que a trilha está fazendo e o ambiente ao seu redor. Todas as informações relacionadas com o deslocamento de uma entidade são organizadas em uma trilha única e contínua.

A Figura 2 apresenta uma visão geral do UbiTrail organizado em três partes: provedores externos que fornecem informações de contexto e de localização, *UbiTrailServer* que suporta os serviços usados pelas aplicações e também para gerenciamento de trilhas e o *UbiTrailClient* que reside no dispositivo móvel e suporta as aplicações do UbiTrail. Este modelo foi integrado a um sistema de Aprendizagem Ubíqua chamado LOCAL (BARBOSA et al., 2008) e usado na distribuição contextualizada de objetos de aprendizagem.

**Figura 2: Visão geral do modelo UbiTrail.**



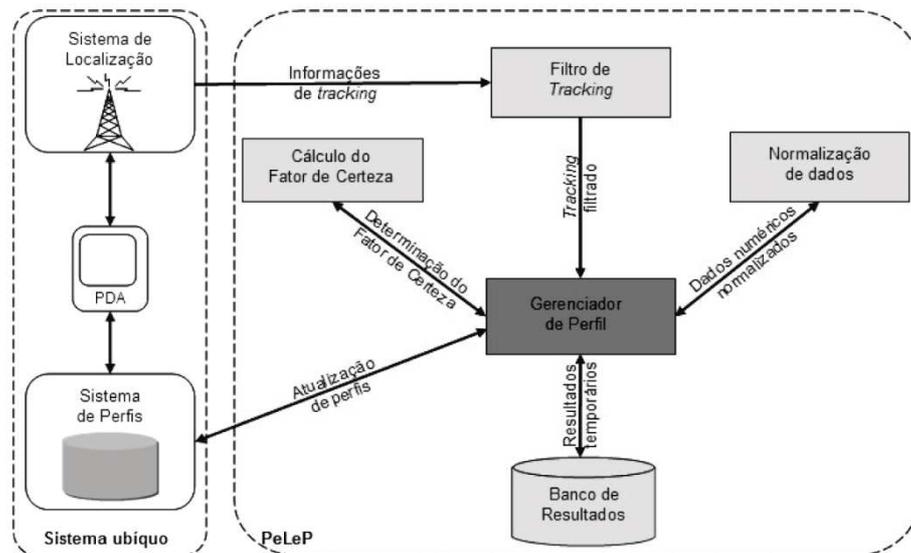
Fonte: SILVA et al, (2010).

### 3.2 PeLeP

O PeLeP, apresentado por Levis et al. (2008), integra a utilização de perfis aperfeiçoados automaticamente com ambientes de Aprendizagem Ubíqua. Segundo Levis et al. (2008) a ideia da computação ubíqua no cenário educacional é permitir que os processos educacionais ocorressem em qualquer lugar, a qualquer tempo e com qualquer dispositivo, de forma contínua, contextualizada e integrada ao cotidiano do aprendiz. Desta forma, o conhecimento presente no dia-a-dia das mais diferentes formas e em diferentes locais pode ser relacionado com processos educacionais direcionados aos aprendizes (BARBOSA et al., 2005).

O PeLeP, cujo modelo é ilustrado na Figura 3, é dedicado ao gerenciamento de perfis de aprendizes em um ambiente ubíquo de ensino e aprendizagem. O modelo administra os perfis automaticamente, inferindo informações através do histórico do aprendiz. As alterações realizadas no perfil refletem o comportamento do aprendiz no ambiente ubíquo, levando em consideração o seu modelo de mobilidade e de contexto.

**Figura 3: Arquitetura do PeLeP.**



Fonte: LEVIS et al. (2008).

### 3.3 Projeto AMIA

O artigo apresentado por Silveira et al. (2006), consiste de uma proposta para a formação de grupos colaborativos a partir de critérios que poderão ser configurados pelo professor, no contexto do Projeto AMIA (Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem).

Para realizar a formação dos grupos colaborativos foram utilizadas técnicas de Inteligência Artificial, entre elas os Algoritmos Genéticos e os Sistemas Multiagentes. Os grupos colaborativos são formados a partir de critérios definidos pelo professor e os papéis dos integrantes são baseados no estilo cognitivo, informação oriunda do modelo de aluno.

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado com a definição e implementação de uma arquitetura de agentes, modelados com algoritmos genéticos, bem como sua integração com o ambiente TelEduc.

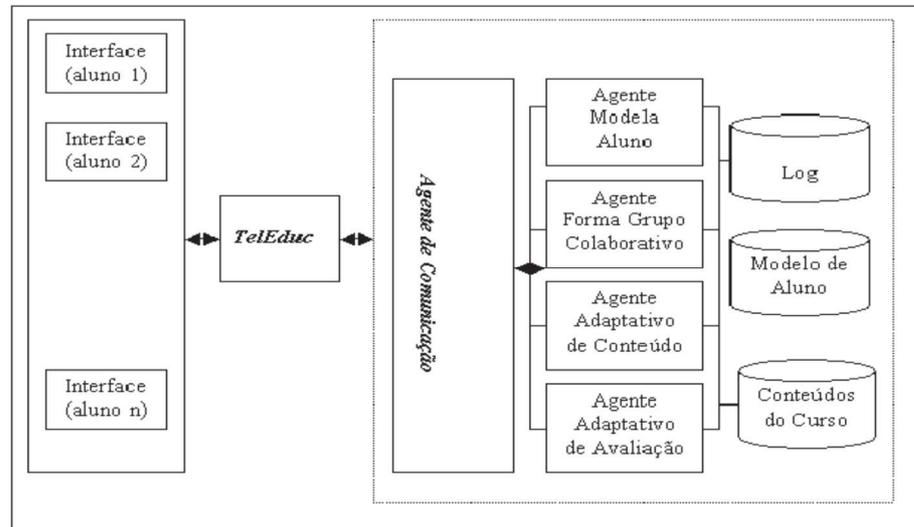
O modelo de aluno utilizado pelo agente **modela aluno** baseia-se nos estudos desenvolvidos no Projeto AMIA, tendo sua origem na aplicação do instrumento elaborado e validado por Bariani (1998) e implementado computacionalmente por Geller (2004). Este modelo compreende os alunos em seis estilos cognitivos: 1) Convergente; 2) Divergente; 3) Holista; 4) Serialista; 5) Reflexivo e 6) Impulsivo. Cabe destacar que o modelo de aluno não é o foco deste trabalho. O agente **forma grupo colaborativo** (apresentado a seguir) utiliza o modelo implementado no contexto do Projeto AMIA, ao qual este trabalho está integrado (GELLER, 2004).

A Figura 4 apresenta a arquitetura de agentes, pode-se observar a integração com o ambiente TelEduc. Cinco agentes foram implementados na arquitetura, cada um com suas atribuições específicas:

- Agente de comunicação: atua como um facilitador, sua atribuição é receber as requisições dos outros agentes e encaminhá-las ao agente que pode desempenhar a tarefa solicitada;
- Agente modela aluno: sua atribuição é gerenciar as informações que dizem respeito ao modelo de aluno e torna-lo disponível aos demais agentes de forma dinâmica;
- Agente forma grupo colaborativo: sua atribuição é formar grupos de estudo colaborativos, através das características definidas pelo professor e das informações extraídas do modelo de aluno;
- Agente adaptativo de conteúdo: sua atribuição é ajustar o conteúdo de acordo com o perfil do aluno;
- Agente adaptativo de avaliação: sua atribuição é adaptar o processo de avaliação de acordo com o perfil do aluno, tornando disponível às ferramentas mais adequadas dentro do ambiente. A partir dos critérios estabelecidos pelo professor, este

agente fornecerá subsídios para o agente **modela aluno** e para o agente **adaptativo de conteúdo**.

**Figura 4: Arquitetura de agentes Projeto AMIA.**



Fonte: SILVEIRA et al. (2006).

A validação do algoritmo para formar os grupos colaborativos foi realizada através de um estudo de caso (YIN, 2015), envolvendo três turmas de cursos superiores da área de Informática.

A maior dificuldade no desenvolvimento dos trabalhos foi a falta de planejamento e indefinição das tarefas dos integrantes. Ao concluir o trabalho, confirmou-se a hipótese de que, através da utilização de um agente modelado com algoritmos genéticos, é possível formar grupos colaborativos em cursos a distância via web, de acordo com os estilos de aprendizagem dos alunos.

### 3.4 GOAL

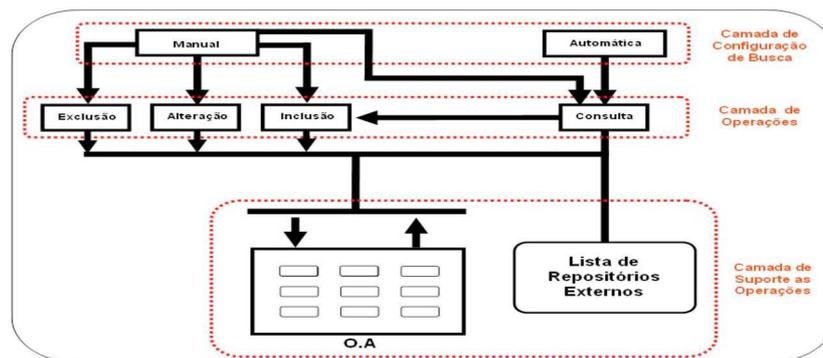
O trabalho de Sonntag et al. (2010) denominado GOAL, é um trabalho que tem como objetivo propor um modelo de Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem para o LOCAL (*Location and Context-Aware Learning*) (BARBOSA et al., 2007), um ambiente de Aprendizagem Ubíqua de uso local (pequena escala).

Os propósitos do GOAL (SONNTAG et al., 2010) são prover a busca e uso de Objetos de Aprendizagem (OAs) integrando repositórios externos e de outros padrões. As avaliações com o modelo permitem concluir que o GOAL (SONNTAG et al., 2010) disponibiliza conteúdo de acordo com os contextos que são visitados pelo aprendiz, com seu dispositivo móvel e o modelo contém módulos básicos para suporte aos OAs usando ciência de contexto.

Dentre os impactos deste trabalho, pode-se destacar: (1) a criação de um novo módulo para o modelo LOCAL (BARBOSA et al., 2007), dando ao aprendiz a possibilidade de acesso às OAs adaptados ao dispositivo móvel; (2) o usuário interage diretamente com o OA, podendo executar diversas operações sobre o mesmo; (3) o usuário visualiza os OAs de maneira uniforme, de modo que estes simulam estarem dispostos em um mesmo local físico.

A arquitetura do GOAL (SONNTAG et al., 2010) apresentada na Figura 5, é composta de três camadas: **1) Camada de Configuração de Busca:** responsável pela interface do GOAL (SONNTAG et al., 2010) com o usuário, onde o recebimento das recomendações dos OAs é decidido pelo do Tutor do LOCAL. **2) Camada de Operações:** responsável pelas operações que serão realizadas no GOAL (SONNTAG et al., 2010), tanto nos OAs quanto na lista de repositórios. **3) Camada de Suporte:** esta camada encarrega-se pelo armazenamento físico dos OAs e pela enumeração dos repositórios externos.

Figura 5: Arquitetura do modelo GOAL.



Fonte: SONNTAG et al. (2010).

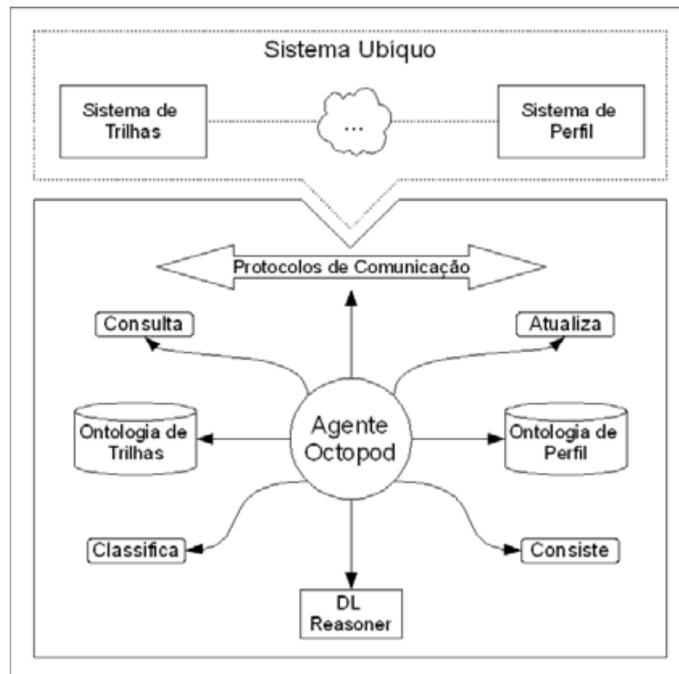
### 3.5 OCtoPUS

Da Silva et al. (2008) propõem um modelo para ambientes ubíquos baseados em trilhas, que utiliza informações sobre o comportamento do usuário, para identificar o seu perfil. Neste modelo as tecnologias da web semântica são usadas para inferir – através do raciocínio de classificação – novos conhecimentos a respeito do usuário.

Para testar e validar o modelo OCtoPUS foi desenvolvido um protótipo na área educacional, que classifica os alunos de acordo com suas habilidades e competências baseado em suas trilhas percorridas durante o curso.

O modelo proposto por Da Silva et al. (2008) apresenta uma arquitetura baseada em três módulos, onde a separação entre o modelo e o sistema ubíquo fica evidente que através das interfaces entre ambas definidas pelo protocolo de comunicação, exibidos na Figura 6. O Sistema de Trilhas é o módulo encarregado por fornecer o histórico de trilhas do usuário. O Sistema de Perfis é responsável por ser o consumidor do perfil classificado pelo modelo.

**Figura 6: Arquitetura do Modelo OTOpus.**



Fonte: DA SILVA et al. (2008).

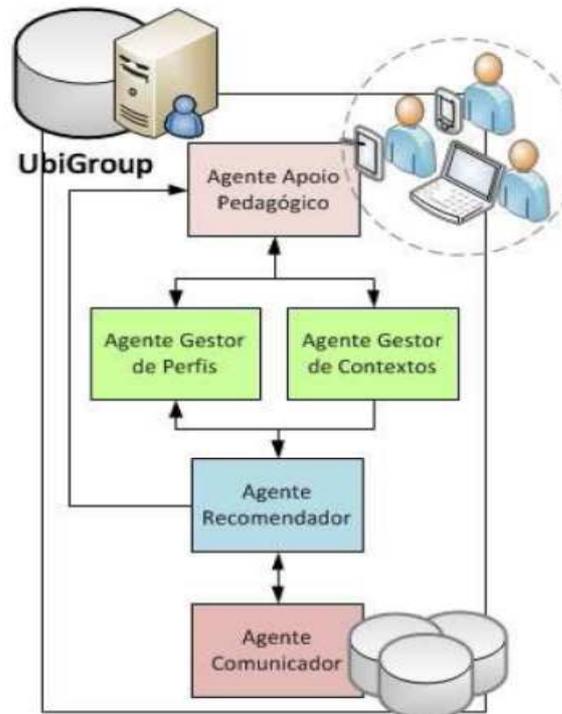
### 3.6 UbiGroup

Este trabalho tem como objetivo propor um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. Este modelo permite que sejam recomendados materiais educacionais para grupos de aprendiz que compartilham o mesmo contexto. As informações principais para gerar a recomendação são o contexto onde os alunos estão inseridos e o agrupamento de seus perfis. Além disso, o UbiGroup (*Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos de Aprendizes*) (FERREIRA et al., 2015) permite que o professor crie suas regras de recomendação dando-lhe liberdade para alinhar a busca de materiais ao seu plano de ensino. A estratégia adotada neste trabalho se diferencia dos trabalhos relacionados, por efetuar a recomendação de materiais educacionais considerando de forma conjunta os perfis de um grupo de aprendizes e o contexto no qual eles se encontram.

A arquitetura do UbiGroup é composta por cinco agentes conforme pode ser visto na Figura 7. O Agente Apoio Pedagógico (AP) é o responsável por obter as informações do aprendiz e de informá-lo sobre novas recomendações. O Agente Gestor de Perfis (GP) é o responsável por manter atualizados os perfis dos aprendizes e por gerar a similaridade entre eles. O Agente Gestor de Contextos (GC) é o responsável por gerenciar os contextos do sistema. O Agente Recomendador (RE) é o responsável por manter as regras de

recomendação. O Agente Comunicador (CO) é responsável por efetuar a comunicação com os repositórios de OAs.

**Figura 7: Arquitetura UbiGroup.**



Fone: (FERREIRA et al., 2015).

### 3.7 Comparação

A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os trabalhos relacionados. Para tal foram elencados os seguintes critérios como relevantes a históricos e aprendizagem ubíqua:

1. **Usa Trilhas:** identifica se foi empregado algum tipo de gerenciamento de trilhas conforme Silva et al (2010);
2. **Agentes de Software:** identifica se foi usada alguma tecnologia de agentes de software;
3. **Sensível ao Contexto:** identifica se foi utilizado algum tipo de informação sobre contexto, segundo Dey (2001);
4. **Dispositivos Móveis:** Identifica se o modelo utiliza recursos de dispositivos móveis;
5. **Técnicas de recomendação:** Identifica se foram utilizadas algumas técnicas de recomendação;
6. **Usa Perfis:** Identifica se no modelo foi utilizado perfis de aprendiz segundo Levis et al. (2008).

Os critérios em destaques foram assumidos como presentes nos modelos quando citados explicitamente ou quando indícios relevantes foram constatados.

**Tabela 1: Comparativo entre os trabalhos relacionados.**

Aspecto / Modelo	Usa Trilhas	Agente de Software	Sensível ao Contexto	Dispositivos Móveis	Técnicas para Recomendação	Usa Perfis
UBITRAIL/LOCAL	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
PELEP	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
PROJETO AMIA	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
OCtoPUS	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
UBIGROUP	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
GOAL	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: elaborado pelo autor.

O trabalho que mais se relaciona ao EduTrail é o UbiGroup. O EduTrail foi concebido como uma extensão do UbiGroup, herdando características como o acompanhamento de grupos de aprendizes através de dispositivos móveis, os mecanismos de gerenciamento desses grupos e da utilização de contextos. O projeto arquitetural do EduTrail também foi baseado em agentes de software. Porém, conforme foi descrito na Tabela 1, o EduTrail, diferencia-se dos trabalhos relacionados através de uma estratégia para gerenciamento do histórico de contextos dos aprendizes usando trilhas, recursos de dispositivos móveis e agentes de software para registrar histórico do contexto de aprendizes para estudos futuros.

O modelo OCtoPUS (SILVEIRA et al., 2006) apresenta-se como uma exceção, pelo fato de ser baseado apenas em localização, enquanto os demais modelos abordam a utilização de sensibilidade ao contexto.

Podem-se utilizar Trilhas para realizar inferências a respeito das entidades, ou seja, conforme seja o interesse deste trabalho, a utilização de trilhas pode auxiliar em atividades como a manutenção de perfis dinâmicos e inferência de recomendações. O modelo UBITRAIL/LOCAL (SILVA et al. 2010) cita explicitamente a utilização de trilhas para o gerenciamento de entidades, a sua aplicação foi voltada para um ambiente educacional ubíquo para a distribuição de conteúdo guiada pelas trilhas de aprendizes. O modelo PeLeP apresentado por Levis et al. (2008) cita a utilização do histórico dos aprendizes nos contextos de um ambiente ubíquo (*tracking*) para atualização dos perfis. O modelo OCtoPUS proposto por Da Silva et al. (2008) cita a utilização de informações sobre o comportamento do usuário, caracterizado por trilhas em um ambiente ubíquo, apresentando uma arquitetura onde tem um

módulo denominado Sistema de Trilhas cuja responsabilidade é fornecer o histórico de trilhas do usuário. Apesar dos modelos citados abordarem suporte a trilhas, nenhum suporta o armazenamento de histórico de contextos no acompanhamento de aprendizes, como é o caso do trabalho apresentado nessa dissertação.

O modelo do projeto AMI (SILVEIRA et al., 2006) apresenta-se também como uma exceção, é baseado apenas em Sistemas Multiagentes para realizar a formação de grupos colaborativos em cursos a distância via *web*, a partir de critérios configurados pelo professor onde sua arquitetura é baseada em agentes de software modelados com algoritmo genérico, cada agente com suas funções específicas conforme apresentado na seção 3.3.

O critério “técnica de recomendação” é suportado pelo modelo UbiGroup (FERREIRA et al., 2015), o qual é baseado em recomendação ubíqua de materiais educacionais considerando de forma conjunta os perfis de um grupo de aprendizes e o contexto no qual eles se encontram. Também é suportado pelo modelo GOAL (SONNTAG et al., 2010), o qual tem como proposta um modelo de Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem para o LOCAL (*Location and Context-Aware Learning*) (BARBOSA et al., 2007), um ambiente de Aprendizagem Ubíqua de uso local (pequena escala). O modelo contém módulos básicos para suporte aos OAs usando ciência de contexto e utiliza a técnica de recomendação quando está operando no **Modo Automático**.

Essa dissertação apresenta o EduTrail, o qual se diferencia dos demais trabalhos, realizando um acompanhamento de grupos de aprendizes usando trilhas, e usando recursos de dispositivos móveis e agentes de software para registrar histórico do contexto de aprendizes para estudos futuros.

## 4. Modelo EduTrail

O EduTrail é uma extensão do sistema de recomendação para grupos denominados UBIGROUP (FERREIRA et al., 2015) e usa a mesma tecnologia deste modelo. O objetivo do modelo EduTrail, é fazer acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes gerando histórico dos contextos (trilhas) em uma escola de ensino técnico Nível médio. Este capítulo descreve a arquitetura e componentes do modelo EduTrail.

O EduTrail foi proposto com base em aspectos utilizados no UbiGroup, a partir da investigação sobre tecnologias aplicadas na recomendação de OAs levando em conta o agrupamento dos perfis dos aprendizes e o contexto onde eles estão inseridos. Desta forma, o modelo EduTrail apresenta como aspecto especial, o agente de software para registro de histórico.

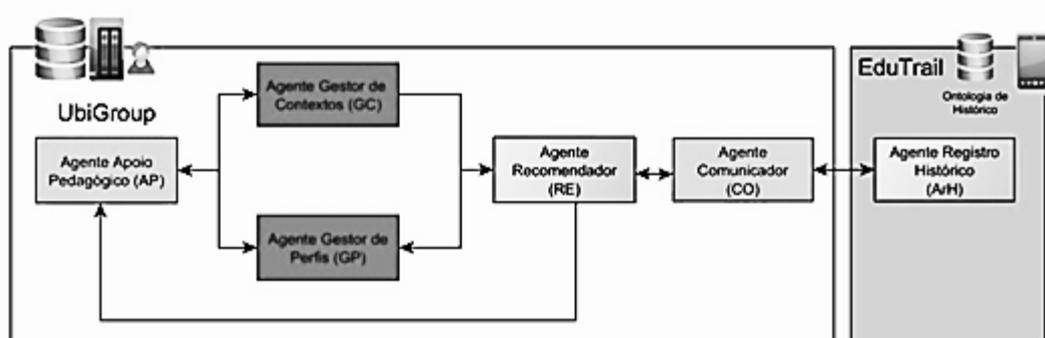
A seguir encontra-se a seção 4.1 com a arquitetura do EduTrail a extensão do modelo UbiGroup, a seção 4.2 apresentando os agentes do UbiGroup e suas funcionalidades, a seção 4.3 apresentando a modelagem do agente Registro Histórico dos Contextos (ArH) com sua dinâmica e a seção 4.4 descrevendo a ontologia de histórico de contextos (ONTOHC).

### 4.1 Arquitetura

O objetivo do EduTrail é gerar registros de históricos dos contextos de aprendizes, a partir de informações provenientes dos temas e tópicos do plano de ensino, durante a movimentação da entrada e da saída desses grupos no contexto onde estes se inserem conforme detalhamento da ação do agente de software na seção 4.2.

O EduTrail foi projetado como uma extensão integrada ao UbiGroup (FERREIRA et al., 2015), gerando uma arquitetura composta por seis agentes de software (WOOLDRIGDE, 2002), conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8: Arquitetura EduTrail.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O EduTrail adiciona o Agente Registro Histórico (ArH). Durante a fase de projeto foi utilizada a metodologia Prometheus (PADGHAM et al., 2005) para a modelagem dos agentes (Tabela 1). Na fase de desenvolvimento foram implementadas funcionalidades previstas em cada agente e a comunicação entre eles, conforme apresentado nas seções seguintes.

**Tabela 2: Especificação Prometheus (PADGHAM et al., 2005).**

Simbolo	Significado	Simbolo	Significado	Simbolo	Significado	Significado	Significado
	Agente		Ação		Dados		Capacidade
	Mensagem		Protocolo		Percepção		Ligação

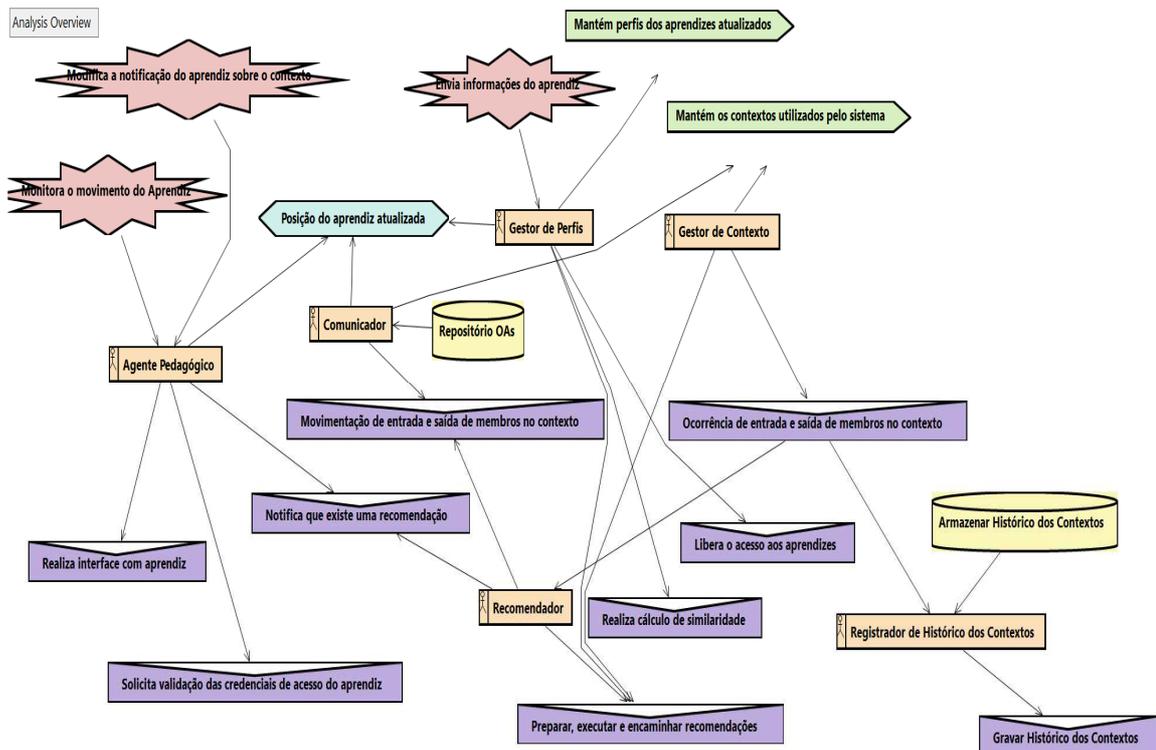
## 4.2 Agentes de Software

Esta seção apresenta um detalhamento das funcionalidades de cada agente, as relações entre eles e o diagrama geral do modelo UbiGroup representado pela Figura 9.

- **Agente Gestor de Contextos (GC):** é o agente responsável por monitorar as atividades dos aprendizes e recuperar das ontologias de contexto as pontuações de aprendizagem que compõem os perfis dos aprendizes e os seus respectivos históricos de OAs. Este agente tem a responsabilidade de gerenciar os históricos de contextos utilizados pelo EduTrail e por informar o RE sobre alterações ocorridas com relação à entrada ou saída de membros do contexto. O GC realiza o seu comportamento no momento em que o aprendiz se autentica na aplicação. Em seguida todas essas informações são enviadas para o RE;
- **Agente Recomendador (RE):** é o agente responsável por detectar OAs conforme o contexto do aprendiz, de acordo com as informações fornecidas pelo GC e as informações obtidas dos OAs disponíveis no repositório. O RE é o responsável por gerenciar o processo de recomendação. Ele mantém as regras de recomendações e executa as etapas necessárias para preparar, executar e encaminhar as recomendações. Novas recomendações serão os alertas que deverão ser encaminhados ao AP;
- **Agente Apoio Pedagógico (AP):** é o agente responsável por realizar a interface com o aprendiz. O agente GP recebe do AP as informações atualizadas dos perfis e repassa a posição atualizada para o agente GC. Além disso, o agente AP solicita do agente GP a validação das credenciais de acesso do aprendiz pelo agente GP;

- Agente Comunicador (CO): é o agente responsável pela comunicação com os repositórios de OAs, este agente efetua a comunicação com o repositório de históricos de contextos. A partir de uma solicitação do agente ArH, ele efetua o acesso ao repositório de Histórico de Contextos atualizado e retorna as informações solicitadas. Este acesso ocorre de forma automática para o aprendiz como também para o pedagogo, sendo necessário apenas o repositório ser previamente configurado;
- Agente Gestor de Perfil (GP): é o agente responsável pelo registro de desempenho, risco de evasão e ou retenção, como também é responsável por manter os perfis dos aprendizes atualizados e por gerar similaridades entre os perfis dos aprendizes contidos no contexto. O grau de similaridade do aprendiz para com os demais aprendizes do contexto é gerado a partir do cálculo de similaridade baseado nas informações dos perfis dos aprendizes: portfólio, desempenho e preferência informados ao sistema Ubigroup através da interface manutenção de perfis (Figura 20) e através da instituição no momento em que os alunos efetuam suas matrículas, por meio do sistema administrativo da instituição de ensino.

**Figura 9: Diagrama geral da extensão do UbiGroup.**



Com o acréscimo do EduTrail, o agente GC além de monitorar as atividades dos aprendizes, mantém os contextos utilizados pelo sistema passando também a ter o papel de informar ocorrências de entradas e saídas de membros no contexto ao ArH. O agente CO além de fazer a comunicação com os repositórios de OAs passou a efetuar também a comunicação com o repositório de históricos dos contextos. A próxima subseção apresenta o novo agente proposto pelo EduTrail.

### **4.3 Agente Registro de Histórico.**

O Agente Registro de Histórico (ArH) é o agente responsável por registrar os históricos dos contextos de aprendizes a partir das informações mantidas pelo Agente Gestor de Contextos (GC) durante as alterações ocorridas com relação à entrada e a saída de membros do contexto. A movimentação dos aprendizes é monitorada pelo agente AP, que pelo seu papel, envia esta informação ao agente GC. O ArH tem como função registrar em qualquer momento as seguintes informações do grupo de aprendizes: local da atividade, data da atividade, hora de início da atividade, hora final da atividade, nome da atividade e nome do aprendiz.

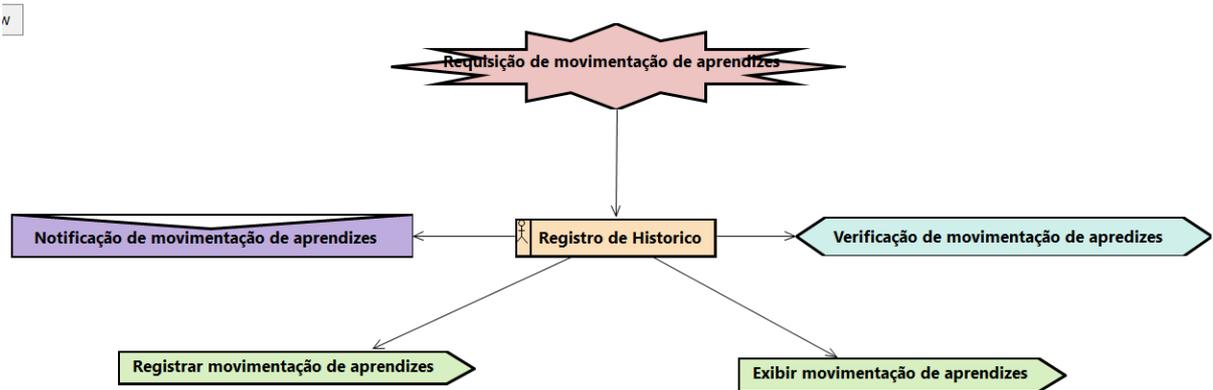
O ArH faz uma requisição de notificação de movimentação de aprendiz no contexto. A partir dessa requisição toda vez que o agente identificar o evento requisitado ele registra a movimentação dos aprendizes.

O agente verifica se algum aprendiz deixou o contexto, caso aconteça:

- Um registro de contexto gerado após receber a notificação movimentação entrada no contexto.
- Um registro de contexto gerado após receber a notificação movimentação saída no contexto.

A Figura 10 mostra o agente ArH, modelado usando Prometheus (PADGHAM et al., 2004), sendo suas capacidades:

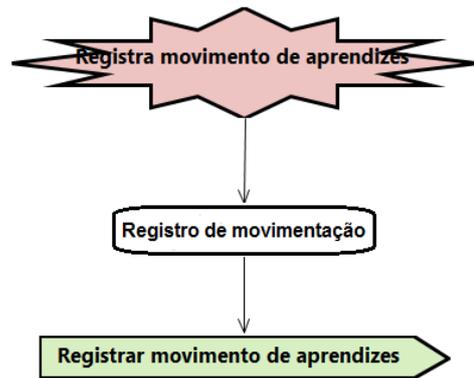
**Figura 10: Agente Registro de Histórico.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Registrar movimentação de aprendizes Figura 11: capacidade de gravar a movimentação de entrada e saída dos aprendizes no contexto, informações recebidas.

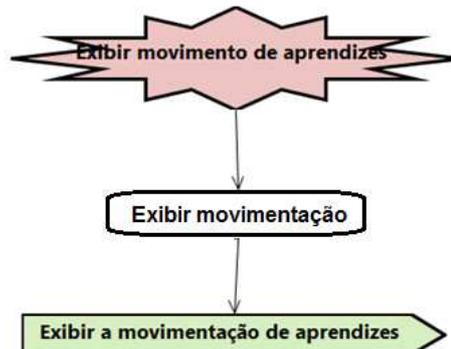
**Figura 11: Capacidade do agente Histórico do Contexto registrar movimentação.**



Fonte: elaborado pelo autor.

Exibir a movimentação de aprendizes Figura 12: capacidade de exibir a movimentação de aprendizes no contexto, informações de entrada e saída registradas.

**Figura 12: Capacidade do agente Histórico do Contexto exibir movimentação.**



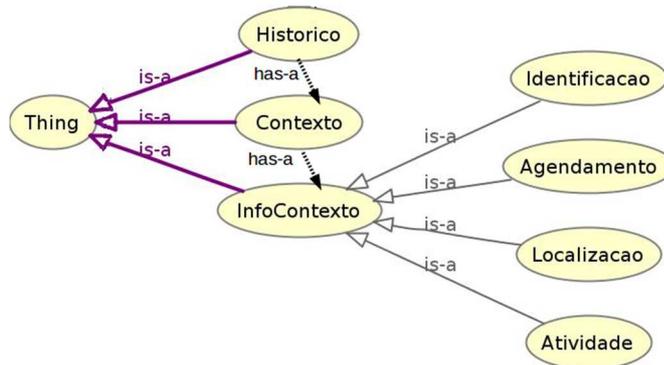
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4 Ontologia

Baseada nas definições de (DEY, ABDOWD e SALBER, 2001) e no reaproveitamento dos aspectos ontológicos criados no UbiGroup (FERREIRA et al., 2015), foi proposta uma nova ontologia para formalizar as informações. Esta ontologia tem o objetivo de auxiliar os agentes nas trocas de mensagens, mantendo um padrão no tratamento das informações do sistema. A ontologia é chamada OntoHC (Figura 13).

A OntoHC auxilia na definição de termos do domínio de movimentação dos aprendizes no contexto facilitando a construção de aplicações. As informações que representam o contexto de um aprendiz são baseadas nas definições de (DEY, ABDOWD e SALBER, 2001). Nesta definição, o contexto, é composto por elementos de identificação, atividades, localização e agendamento. Os detalhes da OntoHC estão descrita na Tabela 2.

**Figura 13: Ontologia Histórico dos Contextos (OntoHC).**



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 2: Detalhes da Ontologia de Histórico do Contexto.**

<b>Localização</b>	TemLocal
	TemPosiçãoGPSInicial
	TemPosiçãoGPSFinal
<b>Atividade</b>	TemTipo
	TemNome
	TemDescrição
	TemRegraRecomendação
	TemGrauEnsino
<b>Identificação</b>	TemNumMínimoAprendiz
	TemTipoGrupo
	TemComportamento
	TemRelacionamento
	TemAssiduidade
<b>Agendamento</b>	TemDiasSemana
	TemData
	TemHoraInicio
	TemHoraFim
	TemAvaliacao

Fonte: Elaborado pelo autor.

A classe da ontologia do “Histórico do Contexto” representa as informações do contexto registrado de vários aprendizes. Esta classe possui quatro subclasses que estão listadas na tabela 3 e descritas a seguir:

I. Localização: A subclasse contém informações sobre o posicionamento geográfico do contexto. As informações são: 1) TemLocal: nome representativo para a localização; 2) TemPosiçãoGPSInicial: posição GPS do quadrante superior esquerdo do contexto; 3) TemPosiçãoGPSFinal: posição GPS do quadrante inferior direito do contexto.

II. Atividade: A subclasse contém informações referentes às atividades ou situações que representam um contexto. As informações são: 1) TemTipo: tipo de atividade a ser realizada, podendo ser definido como Aula, Prova, Laboratório, Extraclasse, Biblioteca, Auditório e Outros; 2) TemNome: nome que representa a atividade em questão; 3) TemDescricao: breve descrição sobre a atividade; 4) TemRegraRecomendacao: regra de recomendação associada a atividade; 5) TemGrauEnsino: define o grau de ensino para a atividade a ser realizada no contexto, podendo Ensino Médio, Ensino Superior ou Pós-graduação.

III. Identificação: A subclasse contém informações que identifica o grupo no contexto. As informações são: 1) TemNumMínimoAprendiz: quantidade mínima de aprendizes em um grupo (turma por curso); 2) TemTipoGrupo: nome representativo do grupo (turma por curso); 3) TemComportamento: informações referentes ao comportamento do aprendiz com o grupo (Regular, Bom, Ótimo); 4) TemRelacionamento: informações referentes ao relacionamento do aprendiz com o grupo (Regular, Bom, Ótimo); 5) TemAssiduidade: informações referentes à assiduidade do aprendiz no contexto (Regular, Bom, Ótimo);

IV. Agendamento: A subclasse contém informações referentes ao controle das atividades. As informações são: 1) TemDiasSemana: quantidade de dias do agendamento; TemData – Data final do agendamento; 2) TemHoraInico: hora em que fez agendamento; 3) TemHoraFim: hora em que encerra o prazo do agendamento; 4) TemAvaliação: pontuação referente à avaliação; 5) TemDataefe: data de entrega da atividade;

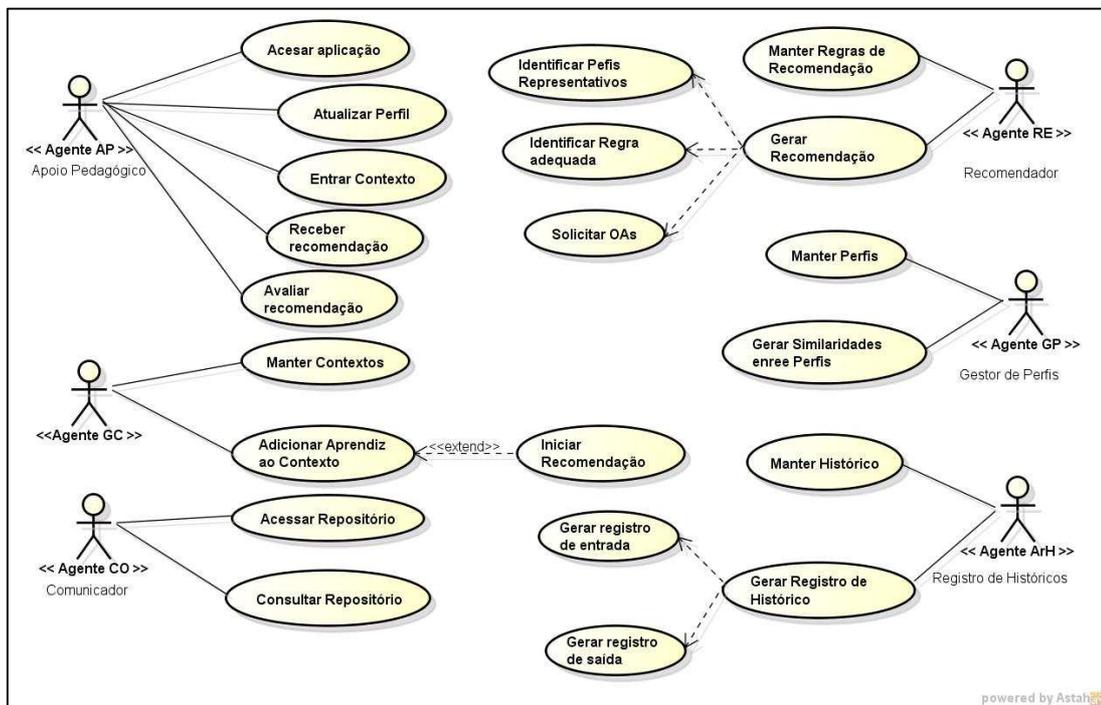
#### **4.5 Análise de Requisitos**

Esta seção apresenta a análise de requisitos do modelo EduTrail, sendo apresentados os diagramas UML. De acordo com (FERREIRA et al., 2015), o UML é uma linguagem para modelagem adotada internacionalmente tanto no meio acadêmico quanto em engenharia de software no meio profissional. Esta linguagem foi utilizada para detalhar a modelagem dos

agentes através de alguns de seus diagramas. O uso desta linguagem para modelagem de agentes é um tema já abordado por alguns autores e se mostra como uma alternativa já consolidada (SILVA, NOYA e LUCENA, 2014) (BAUER e ODELL, 2005) (GUEDES, 2011).

O diagrama de casos de uso (figura 14) tem por objetivo apresentar os atores do sistema e suas responsabilidades. Por meio deste diagrama é observado as funcionalidades que cada agente precisa implementar para atender o modelo EduTrail.

Figura 14: Diagrama de Casos de Uso.



Para complementar esta visão foi desenvolvido o diagrama geral da extensão do Ubigroup (figura 9). Este diagrama tem por objetivo apresentar o fluxo de execução dos casos de uso para atender ao objetivo do modelo que é registro e gerenciamento de histórico de contextos de ensino dos aprendizes.

## 5. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

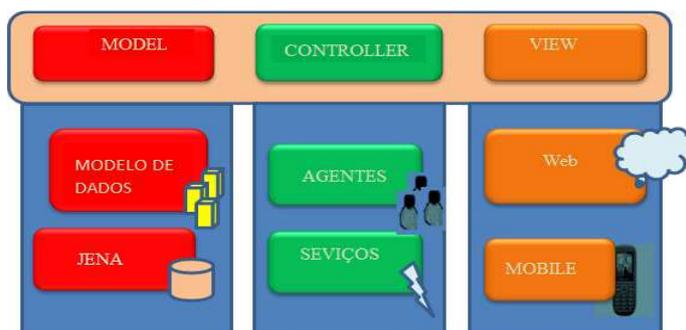
A implementação do protótipo foi organizada em duas etapas. A primeira partiu do projeto do sistema, tendo como resultado a documentação técnica. A segunda etapa foi composta pelo desenvolvimento das funcionalidades dos agentes incluindo a extensão.

As tecnologias apresentadas neste capítulo são as mesmas empregadas no protótipo UbiGroup (FERREIRA et al., 2015), uma vez que o modelo EduTrail é uma extensão do referido protótipo. Foi empregado para implementação do protótipo do EduTrail o padrão arquitetônico MVC *Model 2*. Com a conclusão da implementação do protótipo será possível realizar o processo de avaliação do EduTrail. A partir da etapa de projeto de sistemas, parte-se para uma definição minuciosa de como será implementada a solução escolhida, desenvolvendo-se a documentação técnica e a segunda etapa que consiste no desenvolvimento das funcionalidades dos agentes.

A implementação do sistema adotou o padrão arquitetônico *Model-View-Controller* (MVC), mais especificamente o MVC *Model 2*. Segundo Gonçalves (2007), o MVC é um paradigma de desenvolvimento que propõe a separação da aplicação em três camadas distintas: modelo (*Model*), apresentação (*View*) e controlador (*Controller*). A camada *Model* representa os dados da aplicação, manipulando-os e aplicando operações, sendo representada por classes que trabalham no armazenamento e recuperação de dados. A camada *View* é responsável pela apresentação visual dos dados fornecidos pela camada *Model*. Já a camada *Controller* é responsável por intermediar o fluxo de dados entre as camadas *Model* e *View*, sendo encarregada de receber solicitações do cliente, providenciar os dados necessários e encaminhar a resposta.

A arquitetura utilizada na implementação do EduTrail apresenta-se dividida em três camadas verticais chamadas de: camada *Model*, camada *View* e camada *Controller*. A Figura 15 representa a visão geral da arquitetura, onde pode ser observado que camada foi subdividida em dois pacotes.

**Figura 15: Visão geral da Arquitetura EduTrail.**



Fonte: elaborada pelo autor

A primeira camada *Model* é composta pelos dois pacotes assim definidos:

- **Modelo dos Dados:** pacote responsável por implementar as estruturas no sistema. Estas estruturas são a base para a manipulação das informações;
- **Jena:** é um *framework* Java para construção de aplicações da Web Semântica. Fornece um conjunto de ferramentas e bibliotecas Java para ajudar na manipulação dos perfis dos aprendizes e do contexto.

A segunda camada *Controller* é composta por dois pacotes assim definidos:

- **Agentes:** implementação dos agentes e suas funcionalidades;
- **Serviços:** pacote responsável por implementar a disponibilização das funcionalidades através de *Webservice REST/Jersey*. A aplicação foi desenvolvida para rodar em cima do protocolo de comunicação HTTP. Além disso, esta camada é responsável por armazenar as regras de negócio da aplicação e gerenciar a comunicação entre as camadas.

A terceira e última camada (*View*) também é composta por dois pacotes assim definidos:

- **Web:** responsável por implementar a interface web do sistema;
- **Mobile:** responsável pela interface para dispositivos móveis.

A partir desta estruturação da aplicação foram desenvolvidas as funcionalidades do EduTrail tendo sido adicionada seis classes na camada *Model*; (Figura 16) e a classe RegistroHistorico na camada *Controller* (Figura 16), sendo esse conjunto de classes resultante de funcionalidades do UbiGroup (FERREIRA et al., 2015).

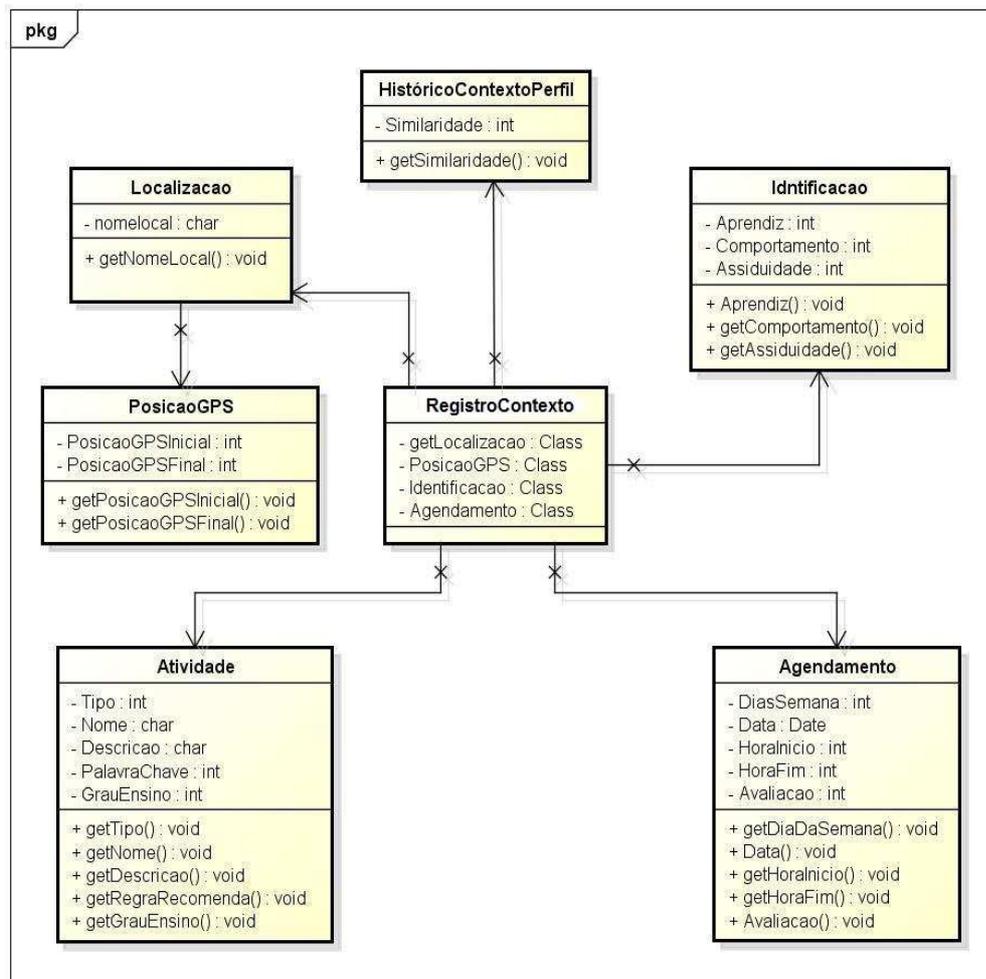
O pacote Modelo de Dados da camada *Model* (Figura 15); contém as classes que formam a estrutura de classe do modelo UbiGroup mais a estrutura de classe do modelo adicionado, o qual representada na Figura 16. As novas classes adicionadas ao pacote são:

- Agendamento – Recebe informações sobre o tempo de movimentação no contexto: diaDaSemana, data, horaInicio, horaFim;
- Atividade: Recebe informações sobre os eventos ocorridos no contexto além de regras de recomendações.
- HistoricoContextoPerfil: Subclasse que recebe informações do agente RegistroHistorico;
- Identificacao: Recebe informações sobre perfis do aprendiz;

Aprendiz, Comportamento, Assiduidade;

- Localizacao: Recebe informações sobre o posicionamento geográfico do contexto: Nome da localização;
- PosicaoGps: Recebe informações sobre o posicionamento geográfico do contexto: Posição inicial e posição final.

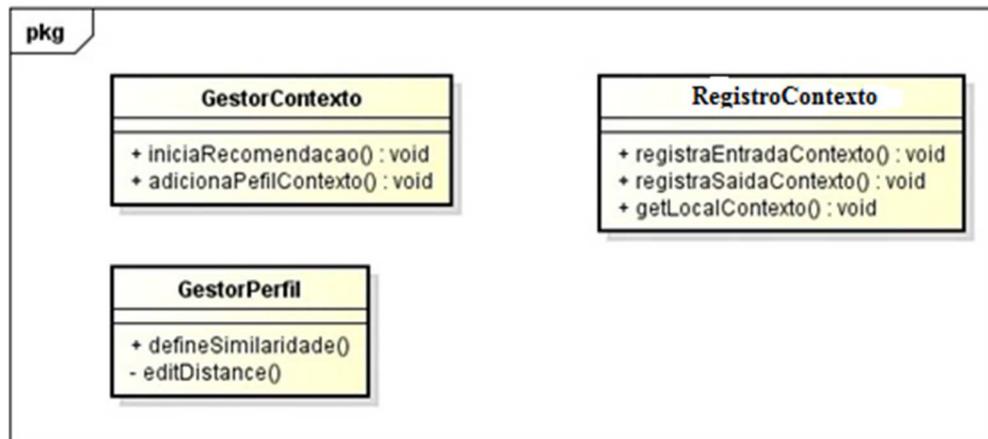
Figura 16: Diagrama de Classe – Camada *Model*.



Fonte: Elaborada pelo autor

O pacote Agentes da camada *Controller* (Figura 16); contém as classes que formam a estrutura de classe dos Agentes do modelo UbiGroup mais a estrutura de classe do Agente RegistroHistorico adicionado e representada na Figura 17.

Figura 17: Diagrama de Classe - Camada *Controller*.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A modelagem do sistema usou a linguagem UML para a construção da documentação que serviu de base para a codificação do protótipo. Para o desenvolvimento foi utilizada a linguagem de programação Java, um servidor de aplicação, um Kit de desenvolvimento de aplicações para o Sistema Operacional Android e Bibliotecas para auxiliar na comunicação de dados formando assim um ambiente com tecnologias para suportar a estrutura desenvolvida no *Framework* EduTrail:

- **Tomcat<sup>1</sup>**: Servidor de aplicação utilizado para suportar a execução dos agentes e pela disponibilização dos serviços;
- **Android SDK<sup>2</sup>**: Fornece as bibliotecas e ferramentas de desenvolvimento para criar, testar e depurar aplicativos para dispositivos móveis com Sistema Operacional Android;
- **Framework Jersey 2.0<sup>3</sup>** para Web Services RESTful: Disponibiliza uma biblioteca para auxiliar na comunicação dos dados entre os agentes.
- **MySQL** - S.G.D.B. (Sistema Gerenciador de Banco de Dados): software responsável pelo gerenciamento (armazenamento e recuperação) dos dados do Banco de Histórico do Contexto.

A Figura 18 apresenta uma parte do código Java onde acontece a integração entre o agente Registro do Histórico (EduTrail) com o agente Gestor de Contextos o (UbiGroup).

<sup>1</sup> <http://tomcat.apache.org/>

<sup>2</sup> <https://developer.android.com/sdk/index.html>

<sup>3</sup> <https://jersey.java.net/>

**Figura 18: Integração EduTrail UbiGroup.**

```

44         int similaridadeTemp = 0;
45
46         Perfil p3 = contexto.getPerfis().get(x).getPerfil();
47
48         for (int y=0; y<quantidadePerfis; y++){
49             if (contexto.getPerfis().get(y).getPerfil() != p3) {
50                 similaridadeTemp += p3.getRelacaoByContextoPerfil(contexto.getPerfis().get(y).getPerf
51             }
52         }
53
54         if (quantidadePerfis > 2) {
55             contexto.getPerfis().get(x).setSimilaridade(similaridadeTemp / (quantidadePerfis-1));
56         } else {
57             contexto.getPerfis().get(x).setSimilaridade(similaridadeTemp / (quantidadePerfis-1));
58         }
59     }
60 }
61 }
62 // INTEGRAÇÃO DO EDUTRAIL UBIGROUP
63 if (quantidadePerfis == 1) {
64     adicionaRegistroHistorico(contexto);
65 }
66
67 // se atingiu numero minimo para recomendacao - Inicia recomendacao
68 if (contexto.getGrupo().getNumeroMinimoAprendizes() <= quantidadePerfis) {
69     iniciaRecomendacao(contexto);
70 }

```

Problems: 0 errors, 1 warning, 0 others

Description	Resource	Path	Location	Type
Warnings (1 item)				

Fonte: Elaborada pelo autor.

Antes de iniciar o processo de avaliação é necessário cadastrar algumas informações na aplicação para realização do cenário. A Figura 19 apresenta a interface de Cadastro de Contexto, onde são cadastradas informações dos locais disponíveis para criação dos contextos.

**Figura 19: Interface Cadastro de Contexto.**

**EduTrail**

>> Cadastramento de Contexto

Local:  Dia da Semana:

Tipo Atividade:  Data:

Nome:  Hora Início:

Descrição:  Hora Fim:

Regra Recomendação:  Tipo Grupo:

Palavra Chave:  Qtde Grupo:

Grau Ensino:

Novo Salvar Limpar Excluir Consultar

ID	Local	Tipo Atividade	Nome	Descrição	Regra	Palavra-chave	Grau Ensino	Dia Semana	Data	Hr Início	Hr Fim	Tipo Grupo	Qtde Grupo	
1	Sala 306	Sala de Aula	EM Aula 2	Aula sobre...	Regra 02	Lóg. Programação	Nível Médio		21/10/15	09:40	10:40	Alunos	3	

UNISINOS

Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações referentes aos perfis dos alunos são obtidas no ato da matrícula, por meio do sistema de controle acadêmico da instituição. Algumas informações mais específicas do modelo EduTrail, como por exemplo, as preferências dos alunos, podem ser informadas a partir da interface de manutenção de perfis (Figura 20).

**Figura 20: Interface Manutenção de Perfis.**

The screenshot displays the 'Manutenção de Perfil' interface in a web browser. At the top, there is a header with the 'EduTrail' logo and the text '>> Manutenção de Perfil'. Below this, there is a form with three input fields: 'Nome', 'Tipo' (a dropdown menu), and 'E-mail'. Underneath the form are five buttons: 'Novo', 'Salvar', 'Limpar', 'Excluir', and 'Consultar'. A table below the buttons lists profile information:

ID	Nome	Tipo	E-mail						
1	Aluno J	Aluno	alunoj@ifrr.edu.br						
2	Aluno F	Aluno	alunof@ifrr.edu.br						
3	Aluno G	Aluno	alunog@ifrr.edu.br						
4	Prof V	Professor	profv@ifrr.edu.br						

At the bottom of the interface, there is a footer with the 'UNISINOS' logo and the tagline 'Sempre infinitas possibilidades'.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o estudo foi considerada a seguinte situação: "O Departamento de Pedagogia gostaria que fosse registrado o Histórico dos Contextos durante a aula ministrada pelo professor do ensino médio enquanto os alunos presentes na sala de aula recebessem uma recomendação de material educacional no período das 09h40min até 10h40min em seus *smartphones*". Para a preparação do teste, as informações do contexto foram cadastradas como mostra a Tabela 3. Escolhido o local do teste, coletaram-se as posições geográficas de localização no GPS dos smartphones utilizados no teste, para informar a localização do contexto.

**Tabela 3: Informações do Contexto.**

Contexto Sala 306 IFRR		
Localização	Nome	IFRR
	PosicaoGPSIni	2.8130295
	PosicaoGPSFim	-60.6939089
Atividade	Tipo	Aula
	Nome	Algo. Lógica Programação
	Descrição	Aula Lógica de Programação
	RegraRecomendacao	Regra padrão aula
	PalavraChave	Algoritmo
Temporal	Dia da Semana	Quarta-feira
	Data	21-10-2015
	HoraInicio	09:40
	HoraFim	10:40
Grupo de aprendiz	TipoGrupo	Misto
	NumeroMinimoAprendizes	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Terminado o horário do intervalo (recreio), os alunos se dirigiram a sala de aula e foram identificados dentro do contexto. Neste momento o grupo de aprendizes passou a ser acompanhado pelo EduTrail. Ao perceber que entrou um novo aprendiz no contexto, o agente de Perfis atualizou a similaridade de todos os perfis dos aprendizes (Tabela 4 e Tabela 5) e enviou as credenciais de acesso do aprendiz ao agente de Registro de Históricos.

**Tabela 4: Perfis Mais Similar ao Grupo.**

	Aluno: J	Aluno: F	Aluno: G	Prof: V
Aluno: J	-	66%	46%	52%
Aluno: F	66%	-	42%	26%
Aluno: G	46%	46%	-	6%

<b>Professor: V</b>	52%	26%	6%	-
<b>Média Individual</b>	<b>55%</b>	<b>46%</b>	<b>31%</b>	<b>28%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o agente Gestor de Perfis atualizar a similaridade, o agente Gestor de Comunicação faz uma verificação quanto ao número mínimo de aprendiz no contexto, avaliando se foi atingido o número conforme o grau de similaridade. Caso tenha sido atingido, o agente Recomendador recebe o contexto dos aprendizes e identifica o perfil mais similar ao grupo (Aluno J). A partir da regra de recomendação contida no contexto, são definidos os parâmetros de consulta aos metadados dos OAs (Tabela 7).

A regra de recomendação fornece a associação entre o perfil do grupo de alunos e o contexto, com base nisso, o agente Recomendador localiza os OAs que melhor se adéquam as estas informações. Feito as definições, todas estas informações são enviadas para o agente Comunicador. A Tabela 6 apresenta o cadastramento da regra de recomendações para atender o estudo de caso com base na proposta da aula.

**Tabela 5: Perfis do Contexto.**

Perfis dos Aprendizes					
<b>Contato</b>	IdAprendiz	01	02	03	04
	Nome	J	F	G	V
	Tipo	Aluno	Aluno	Aluno	Professor
<b>Portfólio</b>	IdAprendiz	01	02	03	04
	TipoPortfolio	Apresentação	Vídeo	Vídeo	Apresentação
	Título	A série de Fibonacci	Tabela Lógica F e V	Tabela Lógica F e V	A série de Fibonacci
	Descricao				
	Evento	RNIFRR	RNIFRR	RNIFRR	RNIFRR
	Local	Boa Vista	Boa Vista	Boa Vista	Boa Vista
	Ano	2015	2015	2015	2015
<b>Desempenho</b>	IdAprendiz	01	02	03	04
	TipoDesempenho	Disciplina	Disciplina	Disciplina	-
	Nome	Algoritmo	Algoritmo	Algoritmo	-
	Descritivo				-
	Instituicao	IFRR	IFRR	IFRR	-
	Avaliacao	8,5	7,5	8,0	-
	DataReferencia	2015-08	2015-08	2015-08	-
<b>Preferencia</b>	IdAprendiz	01	02	03	04
	FormatoOA	Vídeo, Audio, PDF	Vídeo, Audio, PDF	Vídeo, Audio, PDF	Vídeo, Audio, PDF
	TipoDispositivo	Móbile	Móbile	Móbile	Tablet

	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual
	Contexto	Campus BV Sala 306			

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 6: Associação entre Contexto, Perfis do Aprendiz e Banco do OAs.**

Regra de Recomendação	Contexto		Metadados OA (Banco de Dados)		
	Atividade	PalavrasChave	General	Title	Algoritmo
	Atividade	PalavrasChave	General	Description	Algoritmo
	Atividade	Palavraschave	General	Keyword	Algoritmo
	Perfil do Grupo de Aprendizizes		Metadados AO (Banco de Dados)		
	Contato	Tipo	Educacional	IntendedEndUserRoles	Learner
	Preferencia	FormatoOA	Segmentation	SegmentMédiaTypels	Video
	Preferencia	TipoDispositivo	Technical	SupportedplatformsIs	Mobile

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o agente Recomendador repassar as informações para o agente Comunicador, este monta a consulta em SPARSQL, acessa o Banco de Dados e envia a consulta. Ao receber o resultado da consulta, o agente encaminha para o agente Recomendador que define os OAs a serem encaminhados para os alunos. Em seguida o agente Recomendador envia a recomendação do conteúdo para o agente Pedagógico e este agente envia uma notificação ao dispositivo móvel. Os alunos visualizam as recomendações e são convidados a responderem se gostaram ou não do material. As indicações realizadas pelos alunos são armazenadas para utilização do agente Recomendador.

O agente Registrador de Histórico registra os históricos dos contextos a partir das informações mantidas pelo agente Gestor de Contexto durante as alterações ocorridas com relação à entrada e a saída de membros do contexto. A movimentação dos alunos é monitorada pelo agente AP, que se encarrega de enviar estas informações ao agente Gestor de Contexto. Após o encerramento da aula, uma listagem com os dados de acompanhamento dos aprendizes (Tabela 7), pode ser consultada pelo pessoal do Departamento Pedagógico.

**Tabela 7: Registro do histórico dos contextos.**

Listagem – Registro Histórico dos Contextos				Data: 21/10/2015		
id	aprendiz	atividade	local	data	hora entrada	hora saída
001	Aluno J	Aula Algoritmo	Sala 306	21-10-2015	09:38	
001	Aluno J	Aula Algoritmo	Sala 306	21-10-2015		10:41
002	Aluno F	Aula Algoritmo	Sala 306	21-10-2015	09:41	
002	Aluno F	Aula. Algoritmo	Sala 306			10:44

003	Aluno G	Aula Algoritmo	Sala 306	21-10-2015	09:39	
003	Aluno G	Aula Algoritmo	Sala 306	21-10-2015		10:45

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os testes foram realizados na sala de aula com a presença de três pedagogos, três professores e 41 alunos conforme planejamento do Departamento Pedagógico, considerando o mínimo de três aprendizes para o teste. Os participantes receberam instruções detalhadas antes de realizarem os testes. Um professor operando o sistema, após fazer o cadastramento da Tabela 4, apresentou o direcionamento necessário aos aprendizes presentes na sala de aula. Os alunos foram convidados pelo professor para fazerem seu acesso usando dispositivos móveis (*smartphone, tablet ou notebook*). A Figura 22 apresenta a tela de acesso ao sistema.

**Figura 22: Tela de Acesso.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor na sala de aula apresentou o conteúdo proposto de forma expositiva, encerrando o primeiro tempo de aula, os alunos foram para o intervalo. Ao retornarem do intervalo os alunos dirigiram-se a sala de aula, ao atingir as limitações da posição física do contexto, os alunos são notificados através da aplicação, que eles estão contidos no contexto definido pelo professor. A Figura 23 apresenta a interface de notificação recebida pelos alunos.

**Figura 23: Notificação de entrada no contexto.**

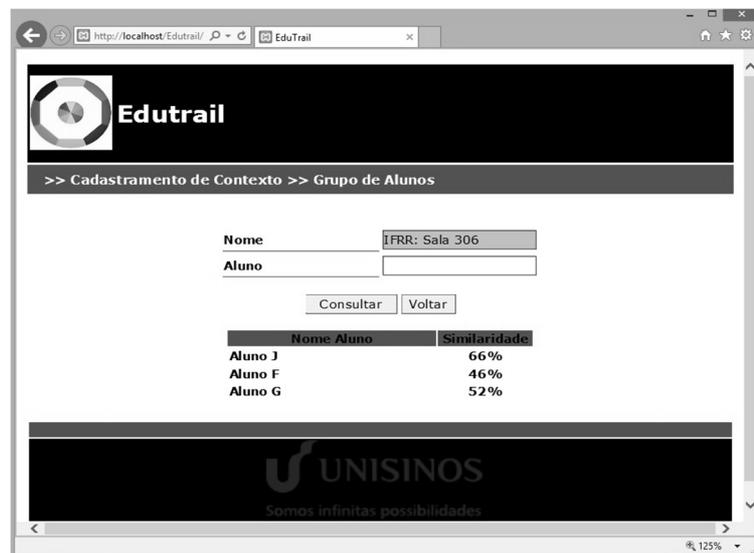


Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da notificação da localização, a aplicação verifica as informações de data, hora e identifica automaticamente os alunos que estão vinculados ao contexto. Neste procedimento também é gerada a similaridade entre eles com o objetivo de identificar o perfil mais representativo para o grupo.

No estudo de caso, surgiram no contexto os três primeiros alunos, “Aluno J”, “Aluno F” e o “Aluno G”. A partir de então foi executado o processo de similaridade. A Figura 24 apresenta o grupo de alunos contido no contexto, bem como a similaridade entre eles, além disso, ocorreu o registro de histórico dos contextos desta movimentação de alunos.

**Figura 24: Alunos contidos no contexto.**



Fonte: elaborado pelo autor.

Como a entrada de três alunos atinge o número mínimo de alunos para o contexto, então o processo de recomendação é disparado pela aplicação. O procedimento seguinte é solicitar ao professor a efetuação da recomendação de materiais educacionais para grupos de aprendiz que compartilham o mesmo contexto, sendo que este pode aguardar mais alguns minutos, caso o professor identifique que estão faltando muitos alunos. Quando o horário determinado pelo professor (Figura 25) é atingido, o professor confirma e o processo de recomendação é iniciado.

**Figura 25: Solicitar recomendação.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o encerramento da aula, uma listagem com os dados de acompanhamento dos aprendizes (Figura 26), pode ser consultada pelo pessoal do Departamento Pedagógico.

**Figura 26: Consulta Registro Histórico dos Contextos.**

ID	Local	Atividade	Nome	Data	Hr Início	Hr Fim
001	Sala 306	Aula Algoritmo	Aluno J	21/10/15	09:38	10:41
002	Sala 306	Aula Algoritmo	Aluno F	21/10/15	09:41	10:44
003	Sala 306	Aula Algoritmo	Aluno G	21/10/15	09:39	10:45

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o encerramento do teste do EduTrail, foi distribuído para cada grupo de participantes um modelo de questionário de avaliação do experimento, sendo os grupos: pedagogo, professor e aluno, contendo afirmações conforme a Tabela 8.

Para aplicação do questionário foram utilizados formulários impressos em papel A4 e foi solicitado o preenchimento de forma anônima contendo afirmações relacionadas à experiência na utilização do EduTrail.

Do total de 47 participantes do teste de avaliação, apenas um professor e três alunos tiveram acesso ao sistema, o restante participaram como observadores. Para a tabulação, foram consideradas as respostas dos participantes que entregaram os formulários preenchidos, onde os dados colhidos foram tabulados a fim de avaliar o desempenho e a relevância (aceitação) do modelo por parte do pessoal do Departamento Pedagógico.

Os dados dos questionários foram analisados e tabulados com a planilha Excel Microsoft versão 10, sendo todas variáveis quantitativas, adotou-se estatísticas de distribuição de frequência aplicando o cálculo da média aritmética ponderada. Segundo Crespo (1997) as frequências são números da intensidade de cada valor da variável, elas funcionam como fatores de ponderação.

As respostas foram padronizadas na escala Likert (BLANCO et al., 2013) de cinco pontos, variando entre 1 (péssimo) até 5 (excelente). Os itens do questionário foram elaborados com base nos conceitos do modelo de aceitação de tecnologia (TAM -*Technology Acceptance Model*) proposto por (DAVIS et al., 1989) Nessa proposta, ele define os dois principais determinantes do TAM da seguinte maneira:

- a) **Facilidade de uso percebida:** grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema de informação será livre de esforço;
- b) **Utilidade percebida:** grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema particular pode melhorar o seu desempenho.

Dos 47 voluntários que se dispuseram a participar do teste, considerou-se 45, sendo que, dois não preencheram os questionários.

## 6.2 Resultados e discussão

Acredita-se que o teste de avaliação conduzido pelos três grupos foi suficiente para avaliação da facilidade percebida e a utilidade percebida do EduTrail.

Na avaliação participaram 47 respondentes distribuídos em três grupos: o grupo de alunos com um percentual de 86,7% dos participantes (total de 41 alunos), ou seja, todos do Curso Técnico de Nível Médio em Informática, na modalidade integral presencial do turno matutino, faixa etária entre 14 e 17 anos de idade. O grupo de professores da área propedêutica e área técnica com 6,7% (três professores) e o grupo do Departamento Pedagógico com 6,7% (três pedagogos). Após a coleta de dados obteve-se uma taxa de retorno de 95,74%, ou seja, 45 questionários foram respondidos por completo, com perguntas relacionadas com a experiência na utilização do EduTrail. Apenas dois alunos não devolveram o formulário, tal retorno está proporcional à taxa descrita na literatura do percentual de questionários retornados e completos (MATTAR, 1998). A Tabela 8 lista a relação das questões apresentadas aos respondentes.

A partir da análise das respostas de cada questão, foram gerados gráficos representativos levando em consideração as questões focadas na facilidade de uso percebida e na utilidade percebidas avaliadas pelo grupo dos pedagogos.

**Tabela 8: Questionário de Avaliação do Uso do EduTrail**

Informe sua opinião sobre as seguintes afirmações:	
1	Aprender a usar o EduTrail foi fácil. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
2	Comparando o EduTrail com outros instrumentos já utilizados para acompanhamento de aprendizes, ele é. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
3	O uso do EduTrail facilita o trabalho do professor na tarefa de acompanhamento de aprendizes. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
4	O EduTrail facilita a realização do processo de acompanhamento de grupo de aprendizes. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
5	O Relatório Registro de Histórico gerado pelo sistema é útil no processo acompanhamento de aprendizes. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
6	Usar o EduTrail aumentou meu desempenho no processo de resolver minhas tarefas. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
7	Eu recomendaria o uso do EduTrail como instrumento de prevenção de risco de evasão escolar? ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
8	O relatório histórico dos contextos gerado pelo EduTrail durante o acompanhamento de aprendiz em sala de aula é satisfatório? ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
9	Utilizar o EduTrail é importante e adiciona valor ao processo acompanhamento de aprendizes em sala de aula. ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente
10	Usar o EduTrail minimizou o tempo de resposta na realização da atividade acompanhamento de aprendizes ? ( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Excelente

Fonte: Elaborado pelo autor.

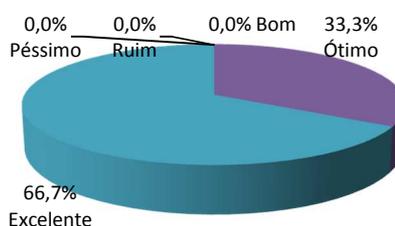
A Figura 27 resume os percentuais obtidos nas afirmações de 1 a 5 respondidas pelo grupo de pedagogos. As percentagens de 0% Péssimo, 0% Ruim e 0% Bom, indica que não houve opiniões entre os participantes. A percentagem de 33,3 % foi às opiniões respondidas pelo grupo referente à facilidade de uso percebida, enquanto que a percentagem de 66,7 % foi às opiniões respondidas pelo grupo referente à utilidade percebida.

De acordo com as opiniões do grupo entrevistado, os aspectos de facilidade de uso apontam que o grau de dificuldade foi baixo.

Para às questões 1, 2 e 3, mais de 33% do grupo de pedagogos entrevistados responderam ótimo, revelando a facilidade e a satisfação com que uma pessoa pode empregar o EduTrail para identificar grupo de aprendizes em risco de evasão comparando com a ficha de acompanhamento de turma criada pelo Departamento Pedagógico, apresentada no Anexo I;

Observa-se que mais de 66% das opiniões do grupo de pedagogos entrevistados, responderam excelentes de acordo com as questões 3 e 4, apontando uma boa aceitação do grupo no que se refere à realização do processo de acompanhamento de grupo de aprendizes.

**Figura 27: Questões 1 a 5 - Facilidade de uso percebida (Pedagogos).**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda respondidas pelo grupo de pedagogos, as questões 6 a 10 avaliaram a utilidade percebida do modelo.

Para às questões 6 a 10, 100% do grupo entrevistado foram unânimes respondendo excelente, revelando a facilidade e a satisfação com que uma pessoa pode empregar o EduTrail como uma ferramenta para melhorar o desempenho e a utilidade como instrumento de prevenção de risco de evasão escolar. Este resultado aponta para uma boa aceitação do grupo no que se refere à sua utilidade.

A Figura 28 resume os percentuais obtidos nas afirmações de 1 a 5 respondidas pelos três grupos. Estas questões avaliaram o aspecto relacionado à facilidade de uso percebida.

De acordo com as opiniões dos pedagogos, professores e alunos entrevistados, os resultados apontam que o grau de facilidade de uso foi alto.

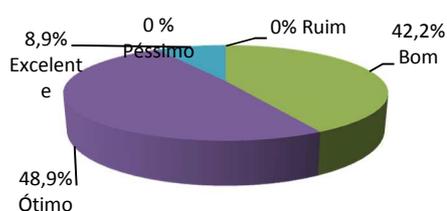
As percentagens de 0% Péssimo e 0% Ruim indica que não houve opiniões entre os participantes. A percentagem de 42,2 % apontam como bom, opiniões respondidas pelos três grupos referente às questões 1 e 2. A percentagem de 48,9 % foi às opiniões respondidas pelos três grupos referentes às questões 3 e 4 e a percentagem de 8,9 % foi às opiniões respondidas pelos três grupos referentes às questões 4 e 5.

Observa-se que mais de 42% das opiniões dos grupos responderam bom, conforme as questões 1 e 2 apontam que o EduTrail é eficiente e fácil utilização;

Para às questões 3 e 4, mais de 48% dos grupos entrevistados responderam ótimo, apontam que o EduTrail facilita a realização do processo de acompanhamento de grupo de aprendizes;

Para às questões 4 e 5, um percentual de 8,9% de entrevistados nos grupos, responderam excelente, revelando que o uso do EduTrail minimizou o tempo de resposta na realização da atividade acompanhamento de aprendizes.

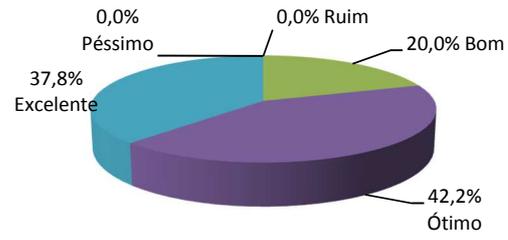
**Figura 28: Questões 1 a 5 - Facilidades de uso percebida (todos os grupos).**



Fonte: Elaborado pelo autor.

As questões 6 entre 10 estão relacionadas aos aspectos de utilidades de uso percebida do EduTrail como instrumento de acompanhamento de aprendizes em sala de aula registrando histórico dos contextos. A Figura 29 resume as respostas dos grupos. Mais de 79% dos respondentes opinaram ótimo ou excelente, enquanto 20% deles consideram o EduTrail um bom instrumento de acompanhamento. Para um teste que foi realizado em um ambiente limitado, consideram-se esses resultados com uma boa indicação da sua usabilidade.

**Figura 29: Questão 6 a 10 Utilidades de uso percebida (todos os grupos).**



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi apresentado um estudo de como a computação ubíqua pode contribuir no campo da educação, com o objetivo de inovar e melhorar o trabalho pedagógico no processo de ensino-aprendizagem. Para este estudo, foram apresentadas três fases: a especificação, a implementação e a avaliação do EduTrail, um modelo para acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes, que gere registros de históricos de contextos de aprendizes considerando o perfil da turma e o contexto onde os aprendizes estão inseridos em qualquer momento através de dispositivos móveis.

### 7.1 Conclusões

A partir do levantamento das informações referente ao estado da arte e do estudo do UbiGroup, um modelo de recomendação ubíqua de conteúdos para grupos de aprendizes, é que foi criada então a motivação para o desenvolvimento deste trabalho. No capítulo dois foram especificadas as áreas que tangem este trabalho. Com base em um estudo no Departamento Pedagógico de uma instituição de ensino médio, foi identificado o problema de pesquisa, o qual orientou o desenvolvimento deste trabalho.

Selecionado e estudado todo o material para contextualização, realizou-se uma análise dos trabalhos presentes na literatura com a finalidade de encontrar a existência de um problema de pesquisa. Investigar de que forma a computação ubíqua pode contribuir no processo pedagógico na redução das taxas de evasão e repetência escolar. No capítulo três, destacam-se os trabalhos que mais se assemelham ao modelo, os quais serviram de base para identificar as contribuições o EduTrail.

Com base em estudo nos capítulos de um até o três obteve-se o esboço para definir e elaborar um modelo que seja de propósito geral na aplicação na utilização de trilhas (de forma que seja utilizado no desenvolvimento de aplicações na Educação Móvel e Ubíqua), tendo o cuidado de modelar o protótipo de modo que seja facilmente estendido, para considerar novos mecanismos de colaboração. Nestes capítulos foram descritos o funcionamento do EduTail, sua base científica como também sua estrutura técnica.

Para realizar a avaliação do EduTrail foi implementado um protótipo usando o modelo UbiGroup como extensão, o qual foi desenvolvido em uma tecnologia que permitiu a reusabilidade e de fácil manutenção onde as funcionalidades propostas foram acrescentadas a implementação. O protótipo desenvolvido abrange a fase inicial do UbiGroup para preparação dos ambientes: configuração dos perfis de alunos, repositórios e locais, como também o

cadastramento das regras de recomendação. Além disso, tem a parte de preparar o ambiente para o funcionamento do aplicativo para dispositivo móvel, é neste contexto que ocorre a interação com o grupo de alunos.

Com base em um estudo de caso foi possível montar um cenário de teste para avaliação correspondente em aulas utilizando o modelo expandido EduTrail como uma ferramenta de apoio pedagógico, seguindo os mesmos procedimentos de teste usados para avaliação do UbiGroup.

No cenário da aula, a proposta do EduTrail é que fosse registrado o Histórico dos Contextos durante a aula ministrada pelo professor do ensino médio enquanto ocorresse a movimentação dos alunos, entrando e saída da sala de aula, além disso, os alunos deveriam receber recomendação de material educacional em seus smartphones, servindo de apoio às realizações das atividades. No cenário exposto, ocorreram movimentações entre os grupos de alunos presentes, onde no final da aula, um relatório do histórico do contexto foi apresentado ao Departamento Pedagógico.

Com a aplicação do estudo de caso, simulando um cenário foi permitido a identificação das seguintes conclusões a respeito do EduTrail:

- os alunos além de receberem recomendações adequadas à aula planejada foram acompanhados durante sua entrada e saída da sala de aula pelo Edutrail;
- o professor, com o processo de registro da movimentação efetivado pelo EduTrail, conseguiu realizar a aula com mais participação dos alunos;
- ao final da aula, o Departamento Pedagógico reconheceu a utilidade do EduTrail pelos dados registrados durante o acontecimento da aula, considerando que estes dados poderão ser aplicados em estudos futuros para o acompanhamento de alunos em risco de evasão.

## **7.2 Contribuições**

A Tabela 9 apresenta a expansão da tabela 1, com o adicional do EduTrail. Pode-se assim ter uma visão geral dos trabalhos diretamente relacionados ao domínio da aplicação do modelo, educação, e que utilizassem estratégias para gerenciamento usando trilhas, recursos de dispositivos móveis e agentes de software para registrar histórico do contexto de aprendizes para estudos futuros.

**Tabela 9: Comparação entre os trabalhos com o EduTrail.**

Aspecto / Modelo	Usa Trilhas	Agente de Software	Sensível ao Contexto	Dispositivos Móveis	Técnicas para Recomendação	Usa Perfis
(Silva et al., 2010)	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
(Levis et al., 2008)	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
(SIVEIRA e BARONE, 2006)	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
(DA SILVA, 2008)	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
(FERREIRA et al., 2015)	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
(SONNTAG et al., 2010)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
EduTrail	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Pode ser observado que o EduTrail tem apenas como parte comum aos demais trabalhos, o uso de trilhas, este é o fato que diferencia dos demais trabalhos, fazer acompanhamento de grupo de aprendizes usando trilhas, recurso de dispositivos móveis e agente de software para registrar histórico do contexto de aprendizes para estudos futuros.

O EduTrail herdou do UbiGroup todas as técnicas conforme descritas na seção 3.6, entre elas são: técnica de recomendação que se baseia nas preferências do grupo; sensibilidade ao contexto e ao suporte para dispositivos móveis; criação e alteração de regras de recomendação, com a qual permite ao professor poder utilizar todas as informações disponíveis nos metadados dos OAs.

Nos trabalhos relacionados não foi localizado a geração de históricos do contexto. Dentre os trabalhos que identificam algum tipo de gerenciamento de trilhas, Silva et al., (2010) propuseram um modelo para o gerenciamento de trilhas e sua aplicação na distribuição de conteúdo em um ambiente de Aprendizagem Ubíqua. Este modelo aproxima-se com o modelo EduTrail, mas diferencia pelo fato de não gerar registro de histórico do contexto.

Os resultados apontam a viabilidade do modelo, além de estimular o EduTrail como instrumento de fácil utilização e de uma boa aceitação quanto ao emprego para auxílio nas tarefas realizadas pelo pessoal do Departamento de Pedagogia, no acompanhamento ubíquo de grupos de aprendizes registrando histórico dos contextos.

### 7.3 Trabalhos futuros

O EduTrail é um modelo estendido do UbiGroup que está aberto a aperfeiçoamento. Durante a fase de teste foram identificadas algumas situações que podem ser aplicadas em trabalhos futuros:

- um aspecto que pode ser explorado é o tratamento para múltiplos contextos. A aplicação foi desenvolvida para fazer o tratamento apenas em um contexto da mesma localização física. Se dentro deste contexto existir a intersecção com outro contexto, a aplicação atualmente não realiza nenhuma ação. Esta é uma situação identificada que pode ser considerada como uma sugestão para trabalhos futuros, pelo fato de existir contextos com maior grau de relevância do que outro;
- É importante investigar a facilidade e a utilidade percebida de uso no contexto dos cursos Técnico Integrado na modalidade Ensino Jovens e Adultos (TIEJA);
- O EduTrail é uma ferramenta que tem potencial para estimular o aluno na aprendizagem em grupo pequeno, destacando a Aprendizagem Colaborativa como uma estratégia de ensino que encoraja a participação do estudante no processo de aprendizagem e que faz da aprendizagem um processo ativo e efetivo.

Em todas as situações onde pessoas formam grupos, a Aprendizagem Colaborativa sugere uma maneira de lidar com as pessoas que respeita e destaca as habilidades e contribuições individuais de cada membro do grupo. Existe um compartilhamento de autoridade e a aceitação de responsabilidades entre os membros do grupo, nas ações do grupo. A premissa subjacente da aprendizagem colaborativa está baseada na construção de consenso por meio da cooperação entre os membros do grupo, contrapondo-se à idéia de competição, na qual alguns indivíduos são melhores que outros. Os praticantes da Aprendizagem Colaborativa aplicam essa filosofia na sala de aula, nas reuniões de comitê, com grupos comunitários, dentro de suas famílias e geralmente como um modo de viver e lidar com outras pessoas (Panitz, 1996, p. 1).

Pesquisas futuras podem investigar seu valor como recurso para evitar ou reduzir a evasão no ensino dos cursos Técnico Integrado na modalidade Ensino Jovens e Adultos (TIEJA).

Quando os alunos estão inseridos em um contexto estão se relacionando com outros alunos, assim é formado um grupo de aprendizes. As informações sobre a ocorrência destes relacionamentos (data, aluno, contexto, atividade) e a movimentação de entrada e saída da sala de aula são mantidas na aplicação. Por meio de trilhas (SILVA, ROSA, et al., 2010),

estas informações podem ser exploradas com o objetivo de propiciar oportunidades pedagógicas, sugerindo interações entre os alunos.

Um aspecto também que pode ser explorado é a implementação do protótipo para funcionar em múltiplos contextos, assim poderia fazer acompanhamento em ambientes além da sala de aula. Assim como o UbiGroup, a aplicação atualmente faz o tratamento por apenas um contexto na mesma localização física.

## REFERÊNCIAS

- BARIANI, I. C. D. **Estilos cognitivos de universitários e iniciação científica**. 1998. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 1998.
- BARBOSA, D. N. F.; GEYER, C. F. R.; BARBOSA, J. L. V. Uma proposta de agente pedagógico pessoal pervasivo-consciência do contexto e da mobilidade do aprendiz. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 63-73, 2005.
- BARBOSA, J. L. V.; HAHN, R.; RABELLO, S.; BARBOSA, D. N. F. Local: Um modelo para suporte a aprendizagem consciente de contexto. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, p. 437446, 2006.
- BARBOSA, J. L. V.; HAHN, R.; RABELLO, S.; BARBOSA, D. N. F. Local: a model geared towards ubiquitous learning. **ACM SIGCSE Bulletin**, v. 40, n. 1, p. 432-436, 2008.
- BARBOSA, D. N. F. **Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz**. 2007. 181 f. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- BARBOSA, J. L. V.; HAHN, R.; RABELLO, S.; PINTO, S. C. C. S.; BARBOSA, D. N. F. Computação móvel e ubíqua no contexto de uma graduação de referencia. **Revista Brasileira de Informática na Escola**, v.15, n.3, p. 53-65, 2007.
- BARBOSA, D. N. F.; SARMENTO, D. F.; BARBOSA, J. L. V.; GEYER, C. F. R. Em Direção à Educação Ubíqua: aprender sempre, em qualquer lugar, com qualquer dispositivo. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, UFRGS-CINTED, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 1,p. 1-11, 2008.
- BARBOSA, J. L. V.; HAHN, R.; RABELLO, S.; BARBOSA, D. N. F. Local: a model geared towards ubiquitous learning. **ACM SIGCSE Bulletin**, v. 40, n. 1, p. 432-436, 2008.
- BARBOSA, J. L. V.; HAHN, R.; BARBOSA, D. N. F.; SACCOL, A. I. C. Z. .Ubiquitus Learning Model Focused on Learner Integration. **International Journal of Learning Tecnology**, v. 6, n. 1, p. 62-83, 2011.
- BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. 5 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.
- BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 1977.
- BLANCO, A. B.; BELEN, U. S.; PEDRO, M. V. **Construcciones de escalas de actitudes tipo likert**. Madri: La Muralla. 176 p, 2003.
- BAUER, B.; ODELL, J. UML 2.0 and Agents: How to Build Agent-based System with the new UML Standard. **Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 18, n. 2, p,141-157, 2005.
- BUSH, V.; WANG, J. As we may think. **Atlantic Monthly**, v. 176, p. 101–108, 1945.

- CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. São Paulo - S. P: Saraiva, 1997.
- DA SILVA, D. M.; BARBOSA, J. L. V.; VIEIRA, R. Octopus: um modelo para classificação de perfil de usuários usando trilhas em sistemas ubíquos. In: **Companion Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. ACM, p. 185-188, 2008.
- DE ARAÚJO, C. F.; ROSELI, A. dos S. A educação profissional de nível médio e os fatores interno/externos às instituições que causam a evasão escolar. **IV Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria**, Taubaté, São Paulo. 2012.
- DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. *User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models*. **Management science**, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.
- DEY, A. Understanding and using context. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 6, n. 1, p. 4-7, 2001.
- DEY, A. K.; ABOWD, G. D. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. **1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing**, p. 304-307, 1999.
- DEY, A. K.; SALBER, D.; ABOWD, G. D.; FUTUKAWA, M.; Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. **Ph.D. Thesis**. Georgia Institute of Technology, 170 p. 2000.
- DEY, A. K.; ABOWD, G. D.; SALBER, D. A Concept Framework and a toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications **HUMAN-COMPUTER INTERACTION**, v. 16, n. 2, p. 97-166, 2001.
- DRIVER, C.; CLARKE, S. Application Framework for Mobile, Context-Aware Trails. **Ph.D Thesis**, University of Dublin, 2007.
- DRIVER, C.; CLARKE, S. An application framework for mobile, context-aware trails. **Pervasive and Mobile Computing**, v. 4, n. 5, p. 719-736, 2008.
- FERREIRA, L. G. A.; BARBOSA, J. L. V.; GLUZ, J. C. Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos de Dinâmicos de Aprendizes. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, p. 40-55, 2015.
- GELLER, M. **Educação a distância e estilos cognitivos: construindo um novo olhar sobre os ambientes virtuais**. 2004. 175 f. 2004. Tese (doutorado) - Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- GONÇALVES, E. **Desenvolvendo aplicações Web com JSP, Servlets, JavaServer Faces, Hibernate, EJB 3 Persistence e AJAX**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, p. 1-187, 2007.
- GRUBER, T. Ontology. Entry in the Encyclopedia of Database Systems, Ling Liu and M. Tamer Özsu (Eds.), [S1], p. 1231-1236, September 2008.

- IAHNKE, S. L. P.; da COSTA BOTELHO, S. S.; dos SANTOS, R. R.; CARVALHO, J. T.; Educação ubíqua: a tecnologia dando suporte ao processo de ensino-aprendizagem em qualquer lugar, em qualquer instante, Universidade Federal do Rio Grande (FURG).
- LEVIS, D.; BARBOSA, J. L.; PINTO, S. C. C. S.; BARBOSA, D. Aperfeiçoamento automático do perfil do aprendiz em ambientes de educação ubíqua. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 16, n. 1, p. 29-41, 2008.
- LIP. **Learner Information Package Specification 1.0**. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2015.
- LEVENE, M.; PETERSON, D. Trail Record and Ampliative Learning. **School of Computer Science and Information Systems, Birkbeck College, University of London, Research Report BBKCS-02-10**, 2002.
- MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing* – edição compacta. São Paulo: Atlas, 276 p, 2001.
- MEC, Portal MEC - Ministério da Educação, 2015a. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394\\_ldbn1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf)>. Acessado em: 25/01/2015.
- MEC, Portal MEC - Ministério da Educação, 2015b. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/educacao/2013/11/mec-cria-grupo-para-examinar-causa-de-evasao-escolar>>. Acessado em 25/01/2015.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**, Campinas, SP: Papirus, 173 p, 2009.
- WEISER, M.; BROWN, J. S. Designing calm technology. **PowerGrid Journal**, July 1996.
- ODELL, J. **Agent Technology**: Na Overview, 2010. Disponível em: <[http://jamesodell.com/Agent\\_Technology-An\\_Overview.pdf](http://jamesodell.com/Agent_Technology-An_Overview.pdf)>. Acesso em 12 de junho de 2015.
- OLIVEIRA, R. B. D. Benefícios da Computação Pervasiva na Educação e mobUS, Um Sistema Móvel no Auxílio a Aprendizagem. In: **XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, Rio de Janeiro, Brasil, 2012.
- OGATA, H.; YANO, Y. How ubiquitous computing can support language learning. **Proceedings of KEST**, p. 1-6, 2003.
- PADGHAM, L.; MICHAEL, W. **Developing intelligent agent systems: A practical guide**. v. 13 ed, John Wiley & Sons, 2005.
- FARANACE, F. Draft Standard for Learning Technology. **Public and Private Information (PAPI) for**, 2000.

- PANITZ, T. **A definition of collaborative vs cooperative learning**. Disponível em: <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html> Acesso em: 20 abr. 2016.
- PONTES, A. A. A. Uma Arquitetura de Agentes para Suporte à Colaboração na Aprendizagem Baseada em Problemas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)**-Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, p. 114, 2010.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Model Approach**, 2 ed. New Jersey, Prentice-Hall, 2003.
- SAHA, D.; MUKHERJEE, A. Pervasive computing: a paradigm for the 21st century. **Computer**, v. 36, n. 3, p. 25-31, 2003.
- SANT'ANNA, H. H. N.; VERAS, N. F. M. O Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB): caminhos percorridos e perspectivas futuras. *Avaliação: Revista da Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior*, p. 53-60, 1997.
- SATYANARAYANAN, M., Pervasive Computing: Vision and Challenges, **IEEE Personal Communications**, v. 8, n. 4, p. 1017, 2001.
- SILVA, J. M.; ROSA, J.; BARBOSA, J. L. V.; FRANCO, L.; BARBOSA, D. N. F.; PALAZZO, L. A. M. Um Modelo para Gerenciamento de Trilhas em Ambientes de Computação Móvel. Artigo Completo, In **X Simpósio em Sistemas Computacionais**, 2009.
- SILVA, J. M.; ROSA, J. H.; BARBOSA, J. L. V.; BARBOSA, D. N. F. ; PALAZZO, L. A. M. Content Distribution in Trail-aware Environments. **Journal of the Brazilian Computer Society (Impresso)**, v. 16, p. 163-176, 2010.
- SILVA, L. C. N.; FRANCISCO M. M. N.; LUIZ J. J. Mobile: Um ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel para Apoiar a Recomendação Sensível ao Contexto de Objetos de Aprendizagem. Artigo Completo, In **Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE**, Aracaju, SE, 2011.
- SILVA, V. T. D.; NOYA, R. C.; LUCENA, C. J. P. D Using the UML 2.0 Activity Diagram to Model Agent Plans and Actions. **PUC RIO**, Rio de Janeiro, 2004.
- SILVEIRA, S. R.; BARONE, D. A. C.. Formação de grupos colaborativos em cursos a distância via web: Um estudo de caso utilizando técnicas de inteligência artificial. **Revista brasileira de informática na educação**. Florianópolis, SC, v. 14, n. 2, p. 29-40, 2006.
- SONNTAG, N. L.; BARBOSA, J. L. V.; HAHN, R.; PINTO, S. C. C. S.; BARBOSA, D. N. F. Gerenciador de Objetos de Aprendizagem para um Ambiente de Educação Ubíqua. In **I Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva**, 2010.
- VASCONCELLOS, C. dos S. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**, 16 ed. São Paulo, Libertad, 2006.

- VIAL, M. Um desafio à democratização: o fracasso escolar. In: BRANDÃO, Zaia(org.). **Democratização do ensino: meta ou mito?** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1979.
- VIEIRA, R. *et al.* Web semântica: ontologias, lógica de descrição e inferência. Web e Multimídia: desafios e soluções. Porto Alegre: **SBC**, p. 127-167, 2005.
- WAGNER, A.; BARBOSA, J. L. V; BARBOSA, BARBOSA, D. N. F. A model for profile management applied to ubiquitous learning environments. **Expert Systems with Applications**, v. 41, p. 2023-2034, 2014.
- WEISER, M. The computer for the 21st century. *In Scientific American*, p.94-104,1991.
- WEISER, M.; BROWN, J. S. Designing calm technology. **PowerGrid Journal**, v. 1, n. 1, p. 75-85, 1996.
- YAMIN, A. C. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionado às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes do Contexto da Computação Pervasiva**. Tese (doutorado em ciência da computação), Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.

