



# Um Sistema de Recomendação para Professores e Coordenadores de Curso utilizando Predição de Reprovação na Educação a Distância

André Filipe Aloise<sup>1</sup>

João Luiz Cavalcante Ferreira<sup>2</sup>

Jorge Luis Victória Barbosa<sup>3</sup>

Sandro José Rigo<sup>3</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

1. Campus Manaus-Centro

2. Reitoria

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

3. Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada

**Resumo**—Este artigo propõe um modelo de Sistema de Recomendação Educacional baseado na predição de reprovação de aprendizes em disciplinas de Educação a Distância. Propõe-se o RECD, um modelo de Sistema de Recomendação Educacional para coordenadores de curso e professores, que recebe de um algum sistema de predição, dentre eles o MD-PREAD, dados estatísticos quanto à possibilidade de reprovação de aprendizes em uma disciplina e, com base nesses dados, recomenda ao público-alvo que atue na redução do número de aprendizes que podem reprovar. Usamos classificação de perfis de usuários e sensibilidade a contextos para oferecer aos aprendizes a oportunidade de não reprovar em uma disciplina, ou então de melhorar o seu coeficiente de rendimento, para reduzir o tempo matriculado no curso e acelerar sua certificação, mediante intervenções pedagógicas. Um protótipo foi elaborado para experimento no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, no programa Universidade Aberta do Brasil, curso de Filosofia da educação, disciplina de Linguagem Brasileira de Sinais, no segundo semestre de em 2015. Coletamos perfis de 30 professores, permitindo a classificação do perfil de professor utilizando árvore de decisão com a ferramenta *RapidMiner*. O protótipo também foi apresentado a 12 professores para que realizassem uma avaliação de facilidade de uso percebida e de percepção de utilidade através do *Technology Acceptance Model*. Concluiu-se que o RECD é uma ferramenta computacional que pode auxiliar o professor e o coordenador do curso a resgatar os aprendizes de uma reprovação prevista na disciplina em andamento.

## I. INTRODUÇÃO

Segundo [1] a Educação a Distância (EaD), é uma modalidade de Educação com abordagens variadas que se combinam através de sistemas computacionais que utilizam recursos e ferramentas existentes na

**Palavras-chave**— EaD; Sistemas de Recomendação; CRM

**Abstract**—This paper proposes an educational recommendation system model based on prediction of students flunking in e-learning courses. RECD is proposed, a model of Educational Recommendation Systems which receives from some prediction system, among them MD-PREAD, statistical data on the possibility of learners' failure in a discipline and, based on these data, recommends to the target audience to reduce the number of apprentices who can fail. Techniques such as classification of user profiles, context awareness and Customer Relationship Manager were used to provide learners an opportunity not to fail in a discipline, or to improve the coefficient of performance, to reduce the time enrolled in the course and to accelerate the certification Through pedagogical interventions A prototype was designed to be experimented at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas, in the program Open University of Brazil, in the Philosophy of Education course, in discipline of Brazilian Sign Language, in the second semester of 2015. We collected 30 teachers profiles, allowing the classification of the teacher profile using decision tree with *RapidMiner*. The prototype was also presented to 12 teachers so that they could make an evaluation of perceived ease of use and utility perception through the *Technology Acceptance Model*. It was concluded that RECD is a computational tool that can help teachers and course coordinators to rescue apprentices before the failure to culminate, in the discipline in progress.

**Index Terms**— E-learning; Recommender systems; CRM

Web. Tais sistemas são chamados de Sistemas Educacionais Baseados na Web (*Webbased Education – WBE*). Ainda de acordo com [1], esse tipo de educação vem sendo bastante explorada nas metodologias dos ensinos presenciais e a distância.

Dentro dos Sistemas Educacionais Baseados na Web, encontram-se os Sistemas de Recomendação Educacionais (SRE's). Os SRE's trabalham em prol da tomada de decisões fazendo uma recomendação para alguém, usando técnicas de Inteligência Artificial como Mineração de Dados, ou mais especificamente, Mineração de Dados Educacionais (*Educational Data Mining – EDM*).

O uso de EDM para tratar de predição em SRE's tem se mostrado bastante eficiente como, por exemplo, o trabalho de Márquez-Vera et al. [2], o qual aborda a detecção prévia de indicadores que apontam para o risco de um aprendiz desistir dos estudos. De acordo com estes autores, esses indicadores são os aspectos do desempenho acadêmico dos alunos que podem refletir com precisão o risco de abandono correspondente a cada um deles em um determinado momento.

Muitas abordagens de Sistemas de Recomendação têm sido usadas no âmbito da educação, sendo esses sistemas amplamente utilizados hoje em dia. Esses sistemas podem, por exemplo, ajudar aprendizes sugerindo-lhes atividades, textos, áudios, vídeos ou outros recursos que são costumadamente utilizados na EAD, dentro dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), segundo afirmam [3], [4] e [5].

No que tange a profissionais de educação, os SRE's podem prover *feedback* das tarefas, analisar o comportamento dos estudantes, criar grupos de alunos com características afins, descobrir padrões irregulares ou indesejáveis e determinar atividades mais efetivas nos cursos, conforme [6], [7] e [1]. Há SRE's que recomendam conteúdo educacional para grupos de aprendizes utilizando uma abordagem ubíqua [8].

De acordo com a definição de [9], contexto é qualquer informação relevante que possa ser utilizada para caracterizar entidades de uma interação usuário-computador, e que um sistema só pode ser considerado como sensível ao contexto se ele conseguir prover ao usuário essas informações e/ou serviços classificados como importantes. Ao trazer este conceito aos sistemas de recomendação, surgiram estudos sobre *Context-aware recommender systems* (CARS), ou Sistemas de recomendação sensíveis ao contexto, os quais mostram que é possível gerar informações mais relevantes ao se abordar uma situação específica de contexto do usuário.

Sistemas de Recomendação têm sido desenvolvidos na área da Educação com o objetivo de detectar dificuldades do aprendiz e indicar alguma sugestão que permita a este melhorar seu desempenho. Há sistemas que recomendam objetos de aprendizagem para aprendizes, como [4], [10], [6] e [7]; outros indicam uma revisão de literatura [11]; outros ainda sugerem estudos colaborativos entre os aprendizes [5] e [8]; existem ainda sistemas de recomendações para professores [12]; e também sistemas de recomendação sensíveis ao contexto [13] e [14]. Porém sistemas de

recomendação educacional, sensíveis a contextos, tendo como usuários coordenadores de curso e professores, que busquem tratar da mitigação de reprovação, não foram encontrados, a partir da revisão de literatura realizada.

Este trabalho propõe o RECD, um modelo de sistema de recomendação educacional, que tem como foco uma abordagem para o gerenciamento de recomendação para o coordenador do curso e o professor da disciplina, sendo considerada essa a sua principal contribuição. O propósito das recomendações é informar aos usuários quais aprendizes são propensos à reprovação na disciplina, para que os mesmos tomem decisões a fim de buscar reverter a situação de insucesso. Ademais, o RECD apresenta como contexto os tópicos, ou unidades, que existem dentro da disciplina, os quais podem ser interpretados como subdivisões que abordam conteúdos variados, sendo que cada uma é apresentada em um curto intervalo de tempo, até a consolidação do término da disciplina. Será também explorada a entrega da recomendação educacional de acordo com o os metamodelos de perfis de coordenadores de curso e professores.

O modelo permite gerenciar recomendações para professores e coordenadores de cursos a distância, utilizando conceitos de sistemas de recomendação [15], perfis [16] e sensibilidade a contextos [17]. O modelo usa dados obtidos de um sistema de predição de reprovação de aprendizes em disciplinas e faz sugestões ao coordenador de um curso e/ou ao professor da disciplina em andamento, com uma lógica de entrega de recomendações de acordo com os perfis dos mesmos.

O restante deste trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta referencial teórico para o entendimento desta abordagem. A seção 3 aponta e discute alguns importantes trabalhos relacionados. A seção 4 apresenta em detalhes o modelo proposto. A seção 5 apresenta os aspectos de implementação do protótipo usado no experimento. A seção 6 apresenta os aspectos de avaliação, subdividindo-se em avaliação de funcionalidade e avaliação de usabilidade. Por fim, a seção 7 apresenta as considerações finais, e discute as contribuições e trabalhos futuros.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é oferecida uma visão geral da área educação a distância e sistemas de recomendação. Na primeira seção é abordada a educação a distância e na segunda seção são apresentados os sistemas de recomendação. Na terceira seção é analisada os sistemas de recomendação sensíveis a contextos. A quarta e última

seção aborda a junção da educação a distância com os sistemas de recomendação, chamados de sistemas de recomendação educacionais (SRE's).

#### A. Educação a Distância

O conceito de Educação a Distância no Brasil é definido oficialmente no Decreto nº 5.622 de 19 de dezembro de 2005 [18]: "Art. 1º Para os fins deste Decreto caracteriza-se a Educação a Distância como modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos".

Como colocado no decreto, a Educação a Distância é uma modalidade de educação mediada por tecnologias em que discentes e docentes estão separados espacial e/ou temporalmente, ou seja, não estão fisicamente presentes em um ambiente presencial de ensino/aprendizagem. Esta modalidade de educação é efetivada através do intenso uso de tecnologias de informação e comunicação, podendo ou não apresentar momentos presenciais [19] e [20].

Esta modalidade constitui um recurso importante para atender grandes contingentes de pessoas, de forma mais efetiva que outras modalidades e com menos riscos de reduzir a qualidade dos serviços oferecidos em decorrência da ampliação do grupo de aprendizes atendido [21]. Sua existência é facilitada pelas novas tecnologias nas áreas de informação e comunicação que estão abrindo novas possibilidades para os processos de ensino-aprendizagem a distância.

De acordo com [20], novas abordagens têm surgido em decorrência da utilização crescente de multimídias e ferramentas de interação a distância no processo de produção de cursos, pois com o avanço das mídias digitais e da expansão da Internet, torna-se possível o acesso a um grande número de informações, permitindo a interação e a colaboração entre pessoas distantes geograficamente ou inseridas em contextos diferenciados.

Somando-se a isso, a metodologia da Educação a Distância possui uma relevância social importante, pois permite o acesso ao sistema àqueles que vêm sendo excluídos do processo educacional superior da esfera pública por morarem longe das universidades, uma vez que a modalidade de Educação a Distância contribui para a formação de profissionais sem deslocá-los de seus municípios, ou por indisponibilidade de tempo nos horários tradicionais de aula, por estarem trabalhando ou terem outros afazeres nestes horários.

Segundo [22], a crescente demanda por educação, vida não somente à expansão populacional como, sobretudo às lutas das classes trabalhadoras por acesso à educação, ao saber socialmente produzido, concomitantemente

com a evolução dos conhecimentos científicos e tecnológicos, está exigindo mudanças em nível da função e da estrutura da escola e da universidade.

#### B. Sistemas de Recomendação

Um sistema de recomendação visa ajudar usuários a encontrarem informações relevantes [1] em um contexto de sobrecarga cognitiva pela grande quantidade de informações disponíveis. Ele combina várias técnicas computacionais para selecionar itens personalizados com base nos interesses dos usuários e, em alguns casos, conforme o contexto no qual estão inseridos [23]. Tais itens podem assumir formas variadas, tais como livros, filmes, notícias, música, vídeos, anúncios, links patrocinados, páginas de internet, produtos de uma loja virtual, entre outros. Empresas como *Amazon*, *Netflix*, *Google* e *Facebook* são reconhecidas pelo uso intensivo de sistemas de recomendação com os quais obtêm grande vantagem.

O sistema de recomendação, em síntese, tem o objetivo de fornecer uma resposta de relevância e utilidade para o usuário alvo [1].

Formalmente [24] define que o problema de recomendação pode ser formulado da seguinte maneira. Sendo  $A$  o conjunto de todos os usuários do sistema e  $I$  o conjunto de itens que podem ser recomendados [1], considerando uma função de utilidade  $u$  que mede quão útil o item  $i$  é para o usuário:

$u: A \times I \rightarrow R$ , onde  $R$  é um conjunto limitado e conhecido como, por exemplo, valores de 0 a 5.

O que o sistema precisa é encontrar e escolher o item  $i' \in I$  com maior utilidade para o usuário, como mostra a Equação 1.

$$\forall a \in A, i'_a = \arg \max_{i \in I} u(a, i)$$

Equação 1 - Fórmula de utilidade de item [24]

Em geral, nos sistemas de recomendação esta função de utilidade é um *rating* (avaliador) que indica como um usuário em particular avaliou um determinado item. Os *ratings* referem-se às avaliações anteriormente feitas pelos usuários e, por isto, é necessário calcular a estimativa de um *rating* para um item que o usuário não viu para que as recomendações possam ser realizadas.

As formas de se estimar (ou predizer) os valores de *rating* são basicamente três: (i) Recomendações baseadas em conteúdo: baseada na comparação entre o conteúdo de um conjunto de itens e o perfil de um usuário; (ii) Recomendação baseadas em colaboração: relativo a itens de pessoas com preferências similares; (iii) Abordagens Híbridas: buscam unir as duas técnicas anteriores.

Com o passar dos anos as técnicas de recomendação

foram se aprimorando, conforme explicado no trabalho de [23], classificando os tipos de recomendação da seguinte forma: (i) Baseado em Conteúdo: visa recomendar itens similares a outros que o usuário avaliou positivamente no passado; (ii) Filtragem Colaborativa: visa recomendar itens de acordo com preferências de usuários similares ou de itens similares; (iii) Baseado em Conhecimento: tipicamente baseados em casos anteriores; (iv) Baseado em Comunidade: visa utilizar informações sobre relações entre os usuários; (v) Híbridos: reúnem mais de uma das técnicas apresentadas.

### C. Sistemas de Recomendação Sensíveis a Contexto

Segundo [25], sistemas de recomendação têm sido pesquisados extensivamente pela comunidade de tecnologia de aprendizagem aprimorada, do inglês *Technology Enhanced Learning* (TEL), durante os últimos anos. Ainda segundo [25], a aprendizagem está ocorrendo em ambientes extremamente diversos e ricos, o que permite que haja a incorporação de informações contextuais sobre o usuário no processo de recomendação.

Do ponto de vista operacional dos sistemas de recomendação sensíveis a contextos, ou *Context-Aware Recommender Systems* (CARS) um exemplo voltado para a aprendizagem, de acordo com [26], considera a localização do usuário e o nível de ruído neste local como base para sugerir recursos de aprendizagem.

Segundo [27], outro exemplo de CARS, voltado para o ensino, considera a proximidade entre aprendizes para apoiar a aprendizagem colaborativa. Se um recomendador de contextos é capaz de detectar pessoas que estão trabalhando próximas umas das outras em atividades de aprendizagem semelhantes, o sistema pode sugerir aos aprendizes sobre os pares adequados para colaborar.

Por fim, um terceiro exemplo de [28] considera o tipo de dispositivo que um aprendiz está usando. Se a um aprendiz está sendo recomendado o material para estudar determinado assunto de seu interesse, enquanto faz um percurso do trabalho para a escola usando um smartphone, algum material de tamanho curto, um recurso audiovisual que se enquadre na tela do smartphone deve ser mais relevante do que um documento longo.

### D. Sistemas de Recomendação Educacional

Os Sistemas de Recomendação Educacionais (SRE's) são sistemas de recomendação específicos para a área acadêmica. Os SRE's são, de uma forma geral, ferramentas de apoio ao docente, ao discente, ou a algum membro do corpo diretivo. O surgimento e o impulso dos SRE's muito se devem ao avanço da EAD, a qual tem obstáculos, como índices de evasão maior do que em cursos presenciais e a alta reprovação em disciplinas. Nesse sentido, é interessante, ou mesmo essencial, que sistemas de recomendação auxiliem na mitigação desses problemas.

Da mesma forma que um sistema de recomendação sugere itens de compra em *sites* de e-commerce como a *Amazon*, sites relacionados como o *Google*, vídeos como o *Netflix* e amigos no caso do *Facebook*, na educação a recomendação pode ser um objeto de aprendizagem, o qual pode ser um artigo científico, informações sobre estudantes, conteúdo do ambiente virtual analisado, além de vídeos, imagens e sons [29].

Segundo [29], as abordagens de técnicas de filtragem de informações usadas em SRE's mais conhecidas são: (i) Filtragem Baseada em Conteúdo (FBC), que recomenda itens ao usuário, cujo conteúdo é similar ao que o usuário tenha visto ou selecionado recentemente [10]; (ii) Filtragem Colaborativa (FC), a qual faz recomendações baseadas nas avaliações dos itens realizadas por um grupo de usuários, cujos perfis de avaliações são similares aos do usuário alvo [30]; (iii) Filtragem Híbrida, que contempla os princípios das duas técnicas citadas anteriormente [11]. Além dessas há também: (iv) Filtragem Baseada em Conhecimento [31]; (v) Filtragem Baseada em Competências [32]; (vi) Filtragem Demográfica [1]; (vii) Baseadas em Técnicas de Contexto [8]; (viii) e Uso de Algoritmos Genéticos [3].

O principal objetivo dos SRE's é incentivar a interação, a qual pode ser entre usuário e o próprio ambiente de aprendizagem e seus recursos; entre usuários, sendo uma abordagem com colegas de classe, tutor ou professor; ou ainda entre o usuário e outros sistemas. É muito comum a falta de estímulo de aprendizes de EaD justamente pela pouca ou falta de envolvimento, gerando uma sensação de abandono. Quando isso acontece o aprendiz não se sente estimulado para continuar a disciplina, o que o leva à reprovação.

## III. TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns trabalhos com abordagens relacionadas podem ser encontrados em [14] [8] [13] [6] [10] [11] [31] [32] [33]. Dentre esses, [14] propõe um sistema de recomendação proativo que entrega recomendações para o usuário quando a situação atual parece adequada, sem que tenha ocorrido um pedido explícito por parte do usuário. É um modelo que se baseia em modelagem de contexto dependente de domínio em várias categorias como, por exemplo, a localização do usuário e do contexto social, para gerar recomendações personalizadas para professores e pesquisadores que irão produzir objetos de aprendizagem aos alunos.

No trabalho [8], se propõe um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo educacional para grupos de aprendizes, que visa auxiliar o professor no processo de busca e seleção de materiais educacionais levando em conta os perfis dos alunos e o contexto onde eles estão inseridos. Para alcançar o objetivo de recomendar Objetos de Apre-

dizagem, foi feita a integração entre os perfis dos aprendizes e o contexto onde eles estão inseridos, semelhantemente ao modelo proposto por este trabalho, ainda que com uma abordagem diferente.

Em [13] é proposto um assistente de recomendação sensível ao contexto integrado a um ambiente educacional baseado na Metodologia da Problematização e operacionalizado pelo Arco de Maguerz [13]. O assistente foi desenvolvido para realizar recomendação de recursos de aprendizagem (objetos de aprendizagem, artigos e livros). A relação do trabalho ao modelo proposto é o uso de recomendações sensíveis a contextos em um ambiente educacional.

A seguir, no trabalho [6] nota-se uma abordagem baseada em agentes para recomendação sensível ao contexto de Objetos de Aprendizagem, com o intuito de aperfeiçoar o processo de ensino na aprendizagem móvel. O trabalho levou em consideração que uma das formas de se prover a educação a distância é através do uso de dispositivos móveis. O uso de recomendações sensíveis a contextos foi levado em consideração neste trabalho.

No trabalho [10] é apresentada uma abordagem para a recomendação de conteúdo eletrônico baseada no relacionamento entre perfis e objetos de aprendizagem. Em sua metodologia, perfis de aprendizagem são descritos por dimensões discretas de maneira a atender diferentes perspectivas de preferência do estudante. Quanto à metodologia de recomendação, estas dimensões são usadas para filtrar os objetos de aprendizagem mais adequados ao estudante. A utilização de perfis neste trabalho foi útil para entender como os mesmos podem ser aproveitados na compreensão individual do aprendiz.

Em [11] o modelo é um ambiente inteligente e colaborativo para apoio à produção acadêmica. É um ambiente colaborativo na web, que tem por objetivo apoiar a revisão da literatura, através de técnicas de Recomendação e de Recuperação da Informação baseada em conhecimentos sobre o contexto do problema de pesquisa. O trabalho considera que o crescimento exponencial da quantidade de informações na web tem tornado a busca de documentos uma tarefa problemática. A recomendação abordada no trabalho serviu como fonte de estudo para o RECD.

Em [31] é descrito um relato de experiência de desenvolvimento e validação de um Sistema para Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em competências. O trabalho levou em consideração o avanço tecnológico, que trouxe novas concepções de ensino e aprendizagem, assim como diferentes possibilidades de desenvolver conteúdos por meio de OA's. Neste trabalho aproveitou-se a recomendação e as competências como estudo para compreensão e adaptação ao RECD.

No trabalho [32] se descreve uma experiência com a oferta na modalidade semipresencial da disciplina Cálculo Numérico no curso de graduação em Matemática na Universidade Federal do Amazonas. Trata do auxílio a alunos com dúvidas no Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizado, por meio da utilização de agentes de software. Tal auxílio é a recomendação personalizada de colegas aptos para ajudar em função de suas habilidades e competências. O trabalho foi considerado válido pois trata-se de uma experiência com recomendações, utilizando direta ou indiretamente, um ambiente virtual.

Finalmente, em [33], se propõe um mecanismo de recomendação, apoiado por uma abordagem de modelagem ontológica, para ajudar os professores a preparar atividades de ensino-aprendizagem e melhorar o uso de diferentes técnicas de aprendizagem. O trabalho leva em conta a importância da criação de ferramentas de *design* baseadas em computador para ajudar os professores na elaboração de cenários de aprendizagem. O fato deste trabalho abordar o uso de recomendações para professores melhorarem suas técnicas foi considerado válido para o RECD.

#### A. Comparação

Para fins de comparação dos trabalhos pesquisados, foram definidos critérios considerados estratégicos. A Tabela 1 apresenta um comparativo dos trabalhos. A seguir são comentados os critérios de comparação utilizados, bem como suas descrições:

- Objetos de aprendizagem: informa se ocorre a recomendação de objetos de aprendizagem ao usuário;
- Sensibilidade a contextos: identifica se no trabalho foi abordado algum tipo ou conceito de contextos, segundo [9];
- Utiliza Ontologia: identifica se houve alguma representação em forma de ontologia (organização de informações);
- Público-alvo: identifica qual grupo de usuários é o foco no trabalho. Para esse critério foram definidos três grupos para tipificar o público-alvo: Aprendizes, Professores e Coordenadores de Curso;
- Utiliza perfis: avalia se houve uso de gerenciamento de perfis no trabalho. Para este critério foram definidos quatro grupos: Perfil de Usuário, Perfil de aprendiz, Perfil de usuário e seus interesses, e Perfil de usuário com abordagem de entrega de aprendiz;
- EAD: informa se o escopo do trabalho considera sua aplicação na educação a distância.

TABELA 1

Comparação de trabalhos

<b>Cri- térios Trabalhos</b>	<b>OA's</b>	<b>Contexto</b>	<b>Ontologias</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Perfis</b>	<b>EAD</b>	<b>CRM</b>
Geração recomendações sensíveis a contexto [14]	Sim	Social, localização e do usuário	Não	Aprendizes e Professores	Usuário	Sim	Não
Ubigroup [8]	Sim	Momento do aprendizado	Sim	Aprendizes e Professores	De aprendizado	Não	Não
Recomendação baseado na Problematização [13]	Sim	Conjunto de dado, informação ou conhecimento	Não	Aprendizes	Usuário	Não	Não
MobiLE [6]	Sim	Estático, considerando local, dia e horário	Sim	Aprendizes	Usuário	Não	Não
e-LORS [10]	Sim	Ações que o usuário executa	Não	Aprendizes	Usuário	Não	Não
AICAPA [11]	Não	Problema de Pesquisa	Sim	Professores (pesquisadores)	Usuário (interesses)	Não	Não
RECoaComp [31]	Sim	Desenvolvimento do aprendizado	Não	Aprendizes e Professores	Usuário	Sim	Não
Auxílio Personalizado com Agentes [32]	Não	Não	Sim	Aprendizes e Professores	Usuário	Sim	Não
Otilia [33]	Não	Aprendizado (aprendiz) e Criação de cenários (Professor)	Sim	Professores	Usuário, com abordagem de entrega do aprendizado	Sim	Não

No critério de Objetos de Aprendizagem percebe-se que diversos trabalhos abordam a recomendação desses objetos para o usuário. Isso se deve ao foco observado em boa parte dos trabalhos para direcionar a recomendação ao aprendiz.

Apenas um dos trabalhos, Auxílio Personalizado com Agentes [32], não utiliza sensibilidade a contextos. Todos os demais adotam algum tratamento específico de contextos. É perceptível que cada trabalho segue uma direção diferente na utilização de sensibilidade a contextos, semelhantemente como é feito no RECD.

No critério de ontologias, os mesmos quatro trabalhos que fazem uso de agentes também abordaram ontologias em seu desenvolvimento. Além deles, Otilia [33] também usou ontologia para representação de conhecimento.

Quanto ao público-alvo, para fins de evidenciar características, nota-se que todos os trabalhos têm algum destinatário da recomendação educacional. Há trabalhos com apenas um público-alvo, tais como os seguintes exemplos: Recomendação baseada na Problematização [13], MobiLE [6], e-LORS [10], AICAPA [11] e Otilia [33]. Os demais recomendam materiais para mais de um público.

Todos os trabalhos utilizam em sua abordagem o uso de perfis, sendo que em sua grande maioria o fazem usando perfis de usuários do sistema de recomendação.

No critério de aplicação na educação a distância há um equilíbrio. Os trabalhos *Geração recomendações sensíveis a contexto*, RECoaComp [31], Auxílio Personalizado com Agentes [32] e Otilia [33] são aqueles que adotaram o escopo da EAD, o que ajudou na concepção da proposta do

RECD, enquanto que os demais não entraram nesse universo em específico, porém contribuíram de outras formas para o modelo proposto

#### IV. MODELO RECD

Nesta seção será detalhado um modelo de sistema de recomendação educacional. Esse SRE explora a sensibilidade a contexto, tendo como público-alvo coordenadores de cursos e professores. O modelo tem o intuito de auxiliar na redução da reprovação de aprendizes em disciplinas, e recebe o nome de RECD.

A primeira seção apresenta uma visão geral sobre o modelo e suas principais características. Na segunda seção é abordada a arquitetura do modelo. A terceira e quarta seção tratam, respectivamente, dos metamodelos dos perfis de coordenador de curso e professor. A quinta seção trata do módulo de consulta, que faz consultas sobre os aprendizes com risco de reprovação em disciplinas, em um sistema de predição externo. Na sexta seção é descrito o módulo de análise de dados, o qual vai tratar as informações obtidas pelo módulo de consulta e pelo cadastro feito através do módulo administrativo, a fim de identificar as formas de entrega da recomendação. A sétima seção descreve o funcionamento do módulo de notificação, que realiza a entrega de acordo com os perfis do usuário. Na oitava seção é discutido o módulo administrativo.

##### A. Visão geral

O RECD é um modelo de sistema de recomendação educacional sensível a contextos, voltado para coordenadores de cursos e professores, com foco na diminuição da taxa de reprovação em disciplinas. Suas principais características são:

- Suporte a diversos níveis de EAD: apesar da abordagem a cursos de graduação e pós-graduação neste trabalho, o modelo não restringe o nível de ensino a ser gerenciado;
- Sensibilidade ao contexto: possibilita o gerenciamento de contextos, apontados neste trabalho como os tópicos (divisões) de uma disciplina de EAD;
- Gerenciamento repetitivo de recomendações: permite que durante o andamento de uma disciplina, vários momentos de recomendação possam ocorrer;
- Gerenciamento de perfil do usuário: permite a utilização de perfis de usuários para gerenciamento das recomendações;
- Suporte a gerenciamento de entrega de recomendação: com base no perfil do usuário, gerencia a entrega da recomendação;

- Área de administração: permite cadastrar e controlar as informações dos módulos do modelo;
- Atuação ativa: disponibiliza serviços para que tomadas de decisões sejam construídas e aplicadas utilizando as informações da recomendação, ou seja, qual aluno da disciplina pode vir a reprovar, informações estas que ficam armazenadas em um banco de dados.

Com base nessas características, através dos seus módulos internos, o modelo permite usar as informações de predição de reprovação de aprendizes em disciplinas, para serem realizadas recomendações a coordenadores e professores, com base em seus perfis.

##### B. Arquitetura

O RECD é organizado em quatro componentes, chamados de módulos: Consulta, Análise de Dados, Notificação e Administrativo.

O modelo propõe um SRE centrado na disciplina. No decorrer da disciplina, considerando sua divisão em tópicos, ocorre um processo de verificação de possíveis reprovados ao consultar um sistema externo de predição. Após essa etapa, notificações são feitas ao coordenador do curso e/ou ao professor da disciplina, e de acordo com o perfil destes, a entrega da recomendação é realizada. A Figura 1 mostra a abordagem de tópicos como contextos, segundo o conceito de [9].

Conforme a Figura 1, um tópico pode ser entendido como um período em que assuntos diversos da disciplina são tratados, o que envolve material didático e/ou atividades avaliativas. A disciplina tem um início e logo em seguida são relacionados os tópicos, onde cada um tem datas específicas para começar e acabar. Em outras palavras, o tópico envolve um local (por exemplo, um AVA), um intervalo de tempo e abrange atividades, podendo assim ser definido como um contexto segundo a definição de [9].

A Figura 2 apresenta a arquitetura do RECD, com os quatro módulos anteriormente mencionados.

O módulo de consulta do RECD é responsável por importar do sistema externo de predição, uma listagem de aprendizes que podem reprovar em certa disciplina. Esta listagem pode ser recebida em arquivos no formato JSON, XML, CSV ou até mesmo XLS.

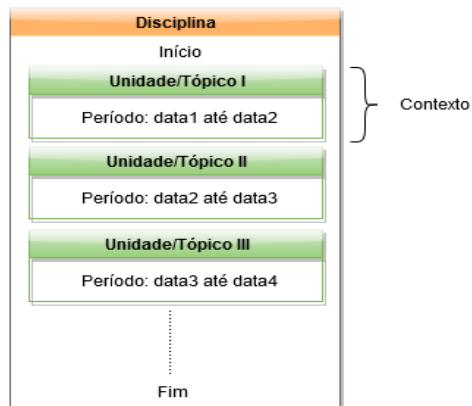


Figura 1 - Apresentação dos tópicos (contextos)

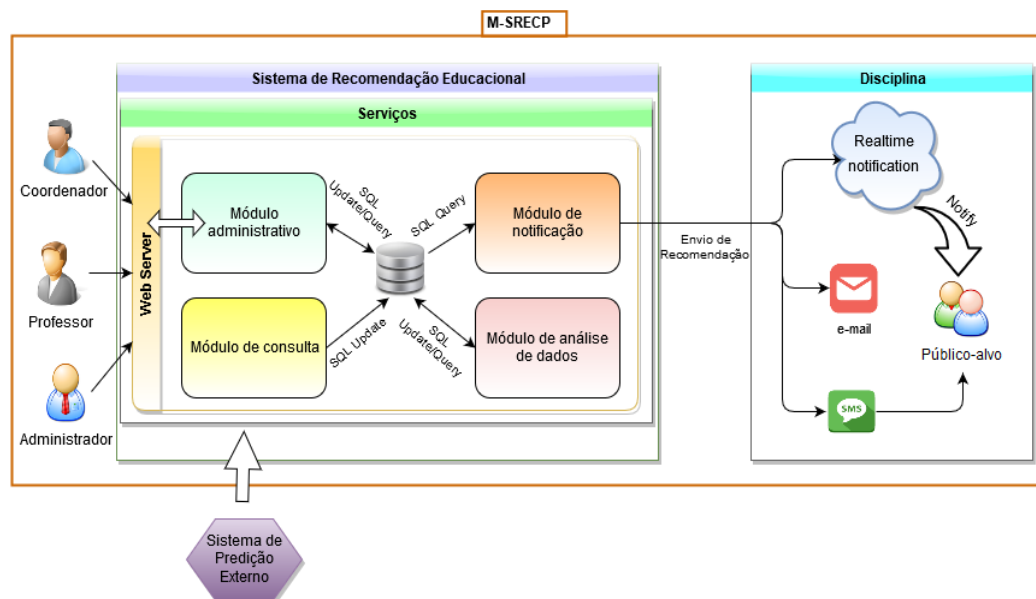


Figura 2 – Arquitetura do RECD

O módulo de análise de dados tem a responsabilidade de tratar as informações que foram obtidas pelo módulo de consulta: nome, matrícula, média das notas das atividades, predição da situação (aprovado ou reprovado) e confiança da predição (variando de 0 a 1). Além disso, este módulo integra estes dados recebidos de fonte externa com os dados armazenados na própria base de dados do sistema que foram alimentadas pelo módulo administrativo: o nome da disciplina e seus tópicos (com datas de início e fim), o cadastro dos perfis dos usuários envolvidos naquele momento e a forma como se dará a classificação dos perfis, cujo resultado ficará disponível ao módulo de notificação.

O módulo de notificação tem a missão de gerenciar a comunicação com o coordenador de curso e com o professor, através do envio da recomendação à aplicações populares como *Facebook* e *WhatsApp*, ou até mesmo por *e-mail*. Este módulo compreende uma contribuição do presente trabalho,

pois é nele que ocorre a gerenciamento da entrega usando os perfis para gerenciamento da entrega.

Por fim, o módulo administrativo possui o encargo de registrar, no banco de dados do modelo, os perfis dos usuários, as regras de entrega de recomendações e os tópicos das disciplinas. Esse módulo também faz a emissão de um relatório do histórico da situação da disciplina, mostrando em cada momento quem são os aprendizes que poderiam reprovar a fim de analisar se houve uma redução desse índice.

### C. Perfis de coordenador e professor

As informações pertinentes ao perfil do coordenador do curso, bem como do perfil do professor, são armazenadas no banco de dados. Para a criação dos metamodelos usou-se como referência o PeLeP (*Pervasive Learning Profile*), um modelo para aperfeiçoamento automático do perfil do aprendiz em ambientes de educação ubíqua [34], por ser este um



método de organização de dados de compreensão mais simplificada. Na Figura 3 são apresentadas as categorias propostas para o perfil de coordenador de curso. A seguir são descritos detalhes das informações consideradas neste modelo.

Modelo de Coordenador de Curso do M-SRECP			
<b>Identificação</b>	<b>idCoordenador</b>	<b>Perícia</b>	<b>idCoordenador</b>
	Nome		TempoExperiencia
	Endereço		AreaAtuacao
	Email		Qualificacao
	Telefone		Ativo
<b>Curso</b>	<b>idCurso</b>	<b>Representação</b>	<b>idCoordenador</b>
	Descrição		AcaoDemanda
	OfertaInicial		Estilo
	NivelEnsino		Comunicação
<b>Atividades</b>	<b>idAtividade</b>	<b>Segurança</b>	<b>idCoordenador</b>
	Descrição		Login
	Local		Senha
	Contexto		
	DataInicio		
	DataFim		

Figura 3 – Metamodelo do coordenador de curso

A categoria “Identificação” consiste nos dados pessoais de cada coordenador e é útil na distinção do coordenador em relação aos demais, bem como nas atividades de comunicação do sistema. Ela possui as seguintes informações para sua identificação no sistema: 1) idCoordenador: identificador único do coordenador no sistema; 2) Nome: nome completo; 3) Endereço: endereço residencial completo (rua, número, bairro, cidade); 4) Email: endereço eletrônico; 5) Telefone: telefone de contato (celular). A identificação serve para reconhecer a pessoa que coordena o curso.

A categoria “Curso” informa em qual curso o coordenador trabalha. Essa categoria possui os seguintes componentes: 1) idCurso: identificador único do curso; 2) Descrição: nomenclatura usual dada ao curso; 3) OfertaInicial: Ano e semestre em que houve a primeira oferta do curso; 4) NivelEnsino: informa qual o nível de ensino do curso (técnico, superior, graduação). O curso mostra em qual curso este coordenador atua.

Na categoria “Atividades” estão as atividades desempenhadas pelo coordenador. Possui: 1) idAtividade: identificador único da atividade; 2) Descrição: assunto de que trata a atividade; 3) Local: ambiente onde esta atividade está sendo desempenhada (cidade, estado, campus); 4) Contexto: informa se a atividade está relacionada com algum contexto (tópico) de alguma disciplina; 5) DataInicio: data do início da atividade; 6) DataFim: data do término da atividade. As atividades se referem ao plano de atividades do coordenador.

A categoria “Perícia” apresenta informações relacionadas à capacidade profissional. Seus atributos são: 1) idCoordenador: identificador único do Coordenador; 2) TempoExperiencia: tempo de experiência que o coordenador tem em sua área de atuação; 3) AreaAtuacao: Área de atuação do coordenador; 4) Qualificação: indica o nível de qualificação

do coordenador (especialista, mestre, doutor, pós-doutor); 5) Ativo: aponta se o coordenador exerce seu trabalho em sala de aula. Perícia faz menção às qualidades do coordenador.

A categoria “Representação” aponta os métodos de trabalho do coordenador. Seus elementos são: 1) idCoordenador: identificador único do coordenador no sistema; 2) AcaoDemanda: assinala a forma como o coordenador lida com uma determinada demanda, se é centralizador ou se tem o costume de delegar; 3) Estilo: qual o estilo do coordenador quanto à sua relação em equipe (integrador, decisivo, comunicativo, motivador); 4) Comunicação: está relacionado com o tipo tecnológico de comunicação (e-mail, Facebook, WhatsApp, telefone). A representação informa as características pessoais do coordenador enquanto profissional. Esta categoria pode ser preenchida pelo próprio coordenador.

Em “Segurança” estão identificados os componentes referentes ao acesso ao sistema. São eles: 1) idCoordenador: identificador do coordenador da credencial; 2) Login: nome do usuário para autenticação; 3) Senha: senha do usuário. A segurança é a apresentação das credenciais do coordenador junto ao sistema.

Como um coordenador de curso pode ou não ser um professor, optou-se por criar metamodelos distintos. Na Figura 4 são apresentadas as categorias do perfil de professor.

A categoria “Identificação” é usada na distinção do professor no sistema. Apresenta as seguintes informações: 1) idProfessor: identificador único do professor no sistema; 2) Nome: nome completo; 3) Endereço: endereço residencial completo (rua, número, bairro, cidade); 4) Email: endereço eletrônico; 5) Telefone: telefone de contato (celular). A identificação serve para reconhecer o professor.

Em “Disciplina” são apresentados os componentes referentes às disciplinas. São eles: 1) idDisciplina: identificador única da disciplina; 2) idCoordenadoria: identifica à qual coordenadoria pertence a disciplina; 3) Descrição: nome completo da disciplina; 4) DescriçãoCurta: nome abreviado da disciplina; 5) CargaHoraria: carga horária total da disciplina; 6) NivelEnsino: qual o nível de ensino da disciplina (técnico, graduação, pós-graduação); 7) TipoDisciplina: qualidade da disciplina, se é comum ou especial (artes, educação física); 8) Sigla: sigla da disciplina. A disciplina mostra em qual disciplina este professor atua.

Modelo de Professor do M-SRECP			
<b>Identificação</b>	idProfessor	<b>Características</b>	idProfessor
	Nome		idCoordenadoria
	Endereço		DataAdmissao
	Email		AreaAtuacao
	Telefone		Qualificacao
<b>Disciplina</b>	idDisciplina	<b>Habilidades</b>	RegimeTrabalho
	idCoordenadoria		ModalidadeContratacao
	Descrição		Situacao
	DescriçãoCurta		Necessidades
	CargaHoraria		idProfessor
	NivelEnsino		Proatividade
	TipoDisciplina		AfinidadeTecnologia
Sigla	ConteudoCurricular		
<b>Tópicos</b>	idTopico	<b>Segurança</b>	Preocupação
	idDisciplina		Inovador
	Título		Paciência
	DataInicio		idProfessor
	DataFim		Login
	Visibilidade		Senha

Figura 4 – Metamodelo do professor

A categoria “Tópicos” indica os atributos da parte que representa o contexto, os tópicos de uma disciplina. Os atributos se dividem em: 1) idTopico: identificação única do tópico; 2) idDisciplina: identifica à qual disciplina o tópico está associado; 3) Título: informa o título do tópico, geralmente relacionado a um assunto específico da disciplina; 4) DataInicio: início das atividades de aula do tópico; 5) DataFim: término das atividades de aula do tópico; 6) Visibilidade: informa se o tópico está visível aos aprendizes. Esta categoria identifica o momento que um assunto da disciplina tem início e fim.

Na categoria chamada “Características” constam os elementos que dizem respeito às características do professor, principalmente dados funcionais. Os elementos são: 1) idProfessor: identificador único do professor no sistema; 2) idCoordenadoria: identifica à qual coordenadoria pertence o professor; 3) DataAdmissao: informa a data em que o professor foi admitido na instituição, caso seja professor com vínculo empregatício; 4) AreaAtuacao: indica a área de atuação do professor; 5) Qualificação: nível de qualificação do professor (especialista, mestre, doutor, pós-doutor); 6) RegimeTrabalho: jornada de trabalho (20hs, 40hs, Dedicação Exclusiva); 7) ModalidadeContratacao: forma utilizada para contratação do professor (efetivo RJU, substituto, horista, temporário, bolsista); 8) Situação: situação funcional do professor (ativo para docência, inativo); 8) Necessidades: necessidades especiais (visuais, auditivas, suportado, mobilidade). Aqui são tratadas as informações básicas do perfil do professor.

Em "Habilidades" estão descritos os componentes voltados para as habilidades do professor. Os elementos são: 1) idProfessor: identificação única do professor no sistema; 2) Proatividade: professor tem como habilidade ser proativo; 3) AfinidadeTecnologia: professor possui afinidade com recursos tecnológicos como uso de computador, notebook, dispositivos móveis, e-mail, dentre outros; 4) ConteudoCurricular

lar: segue e aplica o conteúdo curricular conforme planejamento pedagógico; 5) Preocupação: é preocupado com o rendimento dos aprendizes, objetivando a absorção de conhecimento; 6) Inovador: busca inovar seus métodos de ensino. As habilidades visam apresentar o comportamento do professor diante de situações e obstáculos diversos dentro da disciplina.

Na categoria "Segurança" estão identificados os elementos referentes ao acesso ao sistema. Compõe os elementos: 1) idProfessor: identificação do professor da credencial; 2) Login: usuário do professor utilizado para a autenticação; 3) Senha: senha do usuário. Sua utilidade é apresentar as credenciais de acesso do professor ao sistema.

Os perfis de coordenador de curso e de professor, apesar de parecerem estáticos, são modelados em tabelas de banco de dados, portanto na prática sua representatividade se torna dinâmica. O objetivo de apresenta-los desta maneira tem o intuito de simplificar seu entendimento.

#### D. Módulo de consulta

Este é o módulo inicial do processo de verificação de aprendizes propensos à reprovação da disciplina. É realizada uma consulta a um sistema externo de predição. Este então retorna ao sistema o resultado para a consulta em formato JSON, XML, CSV ou XLS, formatações leves de troca de dados. Na Figura 5 é mostrado como ocorre a consulta ao sistema de predição. O tipo de predição utilizada é aprofundada na seção V.

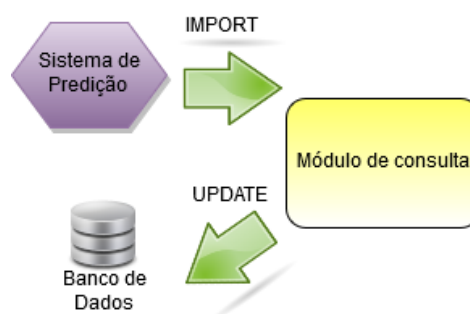


Figura 5 – Módulo de consulta

#### E. Módulo de análise de dados

Neste módulo um algoritmo faz a classificação dos perfis dos professores e dos coordenadores de curso por meio de regras de classificação. Utilizando técnicas de mineração de dados é feito um treinamento prévio com outros perfis, que cria as regras de classificação, e por meio dessas regras é possível categorizar os perfis que serão alimentados no sistema.

Tanto coordenador como professor deverão ter seus perfis individuais previamente cadastrados na base de dados do sistema de acordo com os atributos descritos nos metamodelo-

los do coordenador e do professor. As regras que determinam o método de notificação podem ser diversificadas. O modelo não restringe o tipo de regras que devem ser utilizadas, mas espera que elas sejam informadas ao sistema mediante cadastro feito pelo Administrador do sistema. Isso é possível devido a integração do modelo com APIs de sistemas que forneçam meios de realizar identificações pelo uso de algoritmos classificadores, os quais criam regras de classificação utilizando aprendizado de máquina. Com isso, se determina a forma de entrega da recomendação, se esta vai ocorrer, por exemplo, através de envio de SMS e/ou a um aplicativo instalado no dispositivo móvel ou, notificação por e-mail, dentre outros. O seu funcionamento resumido pode ser visto na Figura 6.

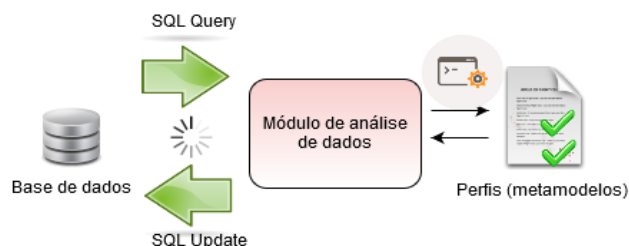


Figura 6 – Módulo de análise de dados

#### F. Módulo de notificação

Este módulo tem a tarefa de realizar a entrega da recomendação. A recomendação é composta da listagem de alunos com seus respectivos índices de confiança relativos ao risco de reprovação. Os tópicos e os perfis são utilizados para definir essa notificação. Aqui é primordial ressaltar que, diferentemente de outros trabalhos na área de Sistemas de Recomendação Educacional, este trabalho trata o aprendiz não como o alvo da recomendação, mas ao invés disso ele(s) compõe(m) a própria recomendação. Dessa forma o módulo de notificação trabalha com o envio de avisos advertindo coordenadores de curso e os professores das disciplinas. Na Figura 7 pode se ver o resumo do funcionamento do módulo de notificação do modelo.

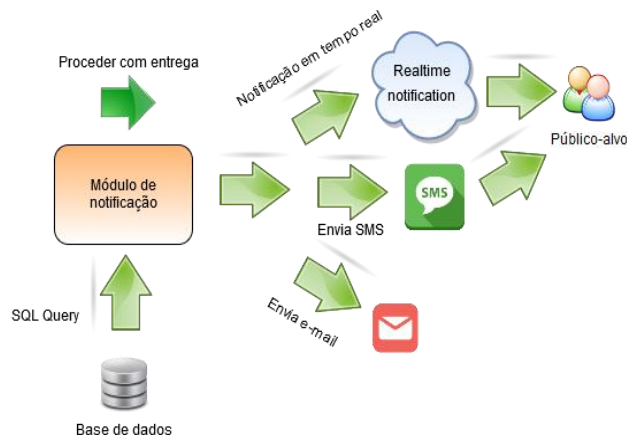


Figura 7 – Módulo de notificação

#### G. Módulo administrativo com CRM

Este módulo tem a atribuição de realizar e manter cadastros diversos, concentrados na mesma base de dados usada pelos módulos anteriores. Este componente do RECD gerencia os perfis dos usuários e as regras de entrega das recomendações. Conceitos de CRM, como gerenciamento de conteúdo e execução de tarefas, são aplicados. A Figura 8 apresenta o módulo administrativo, o qual segue os conceitos do padrão MVC (*Model-View-Controller*) e alguns conceitos de CRM. Os usuários do sistema o acessa através de uma interface que é apresentada por um servidor web; dependendo da interação do usuário ele pode acessar um gerenciador de tarefas (*task management*), um gerenciador de conteúdo (*content management*), ou um gerenciador de usuários (*user management*). Independente da interação, as informações ficam armazenadas num banco de dados de onde podem ser obtidas e/ou armazenadas.

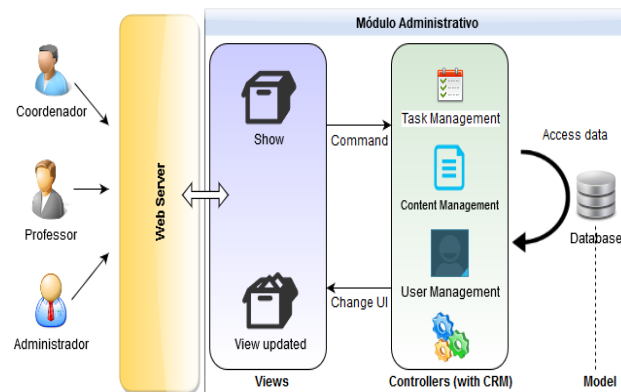


Figura 8 – Módulo administrativo com CRM

## V. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Com o intuito de avaliar o RECD, um protótipo foi implementado, com o objetivo de alcançar resultados que propiciassem condições de avaliação do modelo.

Esta seção apresenta as técnicas utilizadas para a geração dos módulos do protótipo. Nele são abordados os aspectos de implementação do protótipo, sendo que o intento não é a discussão detalhada de cada componente e suas funcionalidades, mas sim mostrar as decisões relevantes ao trabalho.

O protótipo do RECD foi desenvolvido na linguagem *Groovy* [35], com o *framework Grails* [36], a IDE *IntelliJ* [37], banco de dados *MariaDB*, além de utilizar a ferramenta *RapidMiner* para criação de processo de classificação de perfis com um operador de árvore de decisão, e sua API para importação do processo para o código fonte do protótipo. Conceitos de *Customer Relationship Manager – CRM* também foram utilizados, como *task management* e *content management*. O protótipo pode ser usado em qualquer navegador *web*. Apesar das escolhas para o protótipo, o modelo permite a criação de outros protótipos com outras linguagens de programação, *frameworks*, *SGBD's* e ferramentas de mineração de dados.

O protótipo do RECD elaborou uma estrutura de classificação e notificação. Quando um perfil é classificado, tem-se a forma de notificação que é invocada de forma individual (coordenador ou professor) ou simultânea (coordenador e professor). O processo é dinâmico na medida em que assim como um perfil pode mudar, a forma de notificação também

está suscetível a mudança.

O agendamento da notificação é um método semelhante a um calendário de eventos. Utilizou-se a ferramenta de mineração de dados *RapidMiner* para criação do processo de classificação do perfil, bem como para validá-lo. No *RapidMiner*, utilizaram-se quatro operadores:

- *Retrieve*: operador que lê um objeto de um repositório de dados, que pode ser um arquivo de formato *.csv*, ou uma conexão com um banco de dados;
- *Set Role*: operador usado para modificar o papel de um ou mais atributos;
- *Decision Tree*: operador que gera uma árvore de decisão para classificação de dados numéricos e nominais;
- *Apply Model*: operador que aplica um modelo treinado, em um conjunto de dados.

A Figura 9 permite visualizar como as regras de classificação foram compostas pelo operador do *RapidMiner* de árvore de decisão chamado *Decision Tree*. Quando o perfil do professor passa pelo processo de classificação, são utilizadas estas informações para direcionamento até o resultado final, com a recomendação ao coordenador do curso. Quando o perfil do professor passa pelo processo de classificação, passa por cada nó de decisão que o direciona ao próximo nó até chegar ao nó que corresponde ao resultado final, que neste caso é “Sim” ou “Não” para enviar a recomendação ao coordenador do curso.

```

Tree
Absorção > 2.500
| Inovação > 4.500
| | Tem experiência com Moodle- > 3
| | | Proatividade > 4.500: Sim [Não=0, Sim=20]
| | | Proatividade ≤ 4.500
| | | | Whatsapp > 2.500: Não [Não=2, Sim=2]
| | | | Whatsapp ≤ 2.500: Sim [Não=0, Sim=4]
| | | Tem experiência com Moodle- ≤ 3: Não [Sim=1, Não=3]
| | Inovação ≤ 4.500
| | E-mail > 2.500
| | | Tem experiência com editor de texto- > 2.500
| | | | Aplicabilidade > 3.500
| | | | | Tem experiência com editor de texto- > 3.500
| | | | | | Quantas semanas durou a disciplina ministrada pelo professor- > 3.500: Não [Não=2, Sim=1]
| | | | | | Quantas semanas durou a disciplina ministrada pelo professor- ≤ 3.500: Sim [Sim=11, Não=3]
| | | | | | Tem experiência com editor de texto- ≤ 3.500: Não [Sim=1, Não=3]
| | | | | | Aplicabilidade ≤ 3.500: Sim [Não=0, Sim=6]
| | | | | Tem experiência com editor de texto- ≤ 2.500: Não [Não=4, Sim=0]
| | | | E-mail ≤ 2.500
| | | | | Proatividade > 3.500
| | | | | | Aplicabilidade > 4.500
| | | | | | | Proatividade > 4.500: Não [Não=6, Sim=0]
| | | | | | | Proatividade ≤ 4.500
| | | | | | | | Quantas semanas durou a disciplina ministrada pelo professor- > 3.500: Sim [Não=0, Sim=2]
| | | | | | | | Quantas semanas durou a disciplina ministrada pelo professor- ≤ 3.500: Não [Não=2, Sim=1]
| | | | | | | | Aplicabilidade ≤ 4.500: Não [Não=14, Sim=0]
| | | | | | Proatividade ≤ 3.500
| | | | | | | Whatsapp > 5.500: Sim [Não=0, Sim=2]
| | | | | | | Whatsapp ≤ 5.500
| | | | | | | | Tem experiência com Moodle- > 2.500: Não [Não=3, Sim=0]
| | | | | | | | Tem experiência com Moodle- ≤ 2.500
| | | | | | | | | SMS > 0.500: Não [Não=3, Sim=0]
| | | | | | | | | SMS ≤ 0.500
| | | | | | | | | | Aplicabilidade > 3.500: Sim [Não=0, Sim=3]
| | | | | | | | | | Aplicabilidade ≤ 3.500: Não [Não=3, Sim=2]
Absorção ≤ 2.500: Sim [Não=0, Sim=16]
    
```

Figura 9 – Regras da árvore de decisão

Após o processo consolidado, utilizou-se a funcionalidade de exportação do processo em arquivo .rmp (*RapidMiner Process*). O objetivo da exportação foi o de utilizar o processo diretamente no protótipo por meio da importação

deste utilizando a API do *RapidMiner*. Na Figura 10 pode ser visto parte do código fonte que realiza a importação do processo.

```
try {
    //RapidMiner.setExecutionMode(RapidMiner.ExecutionMode.COMMAND_LINE);
    RapidMiner.init();

    RepositoryLocation loc = new RepositoryLocation("./");
    Process process = new RepositoryProcessLocation(loc).load(null);
    //process.run();
} catch (IOException | XMLException | OperatorException ex) {
    ex.printStackTrace();
}
```

**Figura 10** – Código de importação do processo

Ainda na Figura 10, observa-se como o processo de classificação foi incorporado ao protótipo. Através da API do *RapidMiner*, realizou-se a leitura do arquivo do processo que se encontra fisicamente no mesmo diretório do arquivo fonte, esse diretório é chamado como “Repositório” pelo *RapidMiner*. Dentro desse repositório estão os arquivos referentes ao processo, ao conjunto de dados de treinamento e ao conjunto de dados a serem classificados.

Para integrar a API do *RapidMiner* com o protótipo, incluiu-se no diretório “/lib” do projeto do protótipo, desenvolvido com o framework *Grails*, bibliotecas Java (.jar) referentes à API. Apesar de o protótipo ter sido desenvolvido

em *Groovy*, a integração foi possível porque essa linguagem de programação foi criada para a plataforma Java, tornando-a compatível.

Na obtenção da listagem dos aprendizes com risco de reprovação, o protótipo consulta o sistema de predição e recebe deste um arquivo em formato .csv (*Comma-separated values*), o qual passa por uma biblioteca de análise criando objetos instanciados e por fim inserindo-os no banco de dados. A biblioteca *opencsv* [38] foi utilizada para esse fim. A Figura 11 apresenta brevemente o código utilizado para esse processo.

```
CSVReader reader = new CSVReader(new FileReader("grupo_risco.csv"));
ColumnPositionMappingStrategy strat = new ColumnPositionMappingStrategy();
strat.setType(Aprendiz.class);
String[] columns = new String[]
{"matricula", "nome", "media_atividades",
"desv_interacoes", "prediction", "confidence"};

strat.setColumnMapping(columns);

CsvToBean csv = new CsvToBean();
List<Aprendiz> list = csv.parse(strat, reader);
list.each { a->
    a.save();
}
```

**Figura 11** – Tratamento do arquivo .csv dentro do RECD.



## Adicionar tarefa

Nome da tarefa <input type="text" value="Filosofia da Educação - Libras - Módulo I"/>	Usuário <input type="text" value="Professor 01"/>	Notificar <input type="text" value="Sim"/>
Início <input type="text" value="05/10/15"/> <input type="text" value="00:00"/>	Tipo <input type="text" value="Professor"/>	<input checked="" type="checkbox"/> E-mail <input type="checkbox"/> Facebook
Fim <input type="text" value="14/10/15"/> <input type="text" value="23:45"/>	Status <input type="text" value="Planejado"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Whatsapp <input type="checkbox"/> SMS
Localização <input type="text" value="http://ead.ifam.edu.br/uab/course/view.php?id=861"/>	Prioridade <input type="text" value="Normal"/>	Descrição <p>Prezado prof.,</p> <p>Após análise da primeira semana da turma de Filosofia da Educação, em 2015/2, disciplina LIBRAS, foi constatado o grupo de risco de reprovados.</p> <p>A coordenação do curso também está sendo notificada. A listagem de alunos foi enviada para o e-mail xxxxxxxx@xxxxxxxx para que se possa trabalhar a fim de evitar tais reprovações.</p>
<input type="button" value="Salvar"/>		

Figura 12 – Cadastrar nova tarefa

## Criar novo usuário

Dados do usuário		
Nome <input type="text"/>	Telefone (SMS) <input type="text"/>	CPF <input type="text"/>
Sobrenome <input type="text"/>	Telefone (Whatsapp) <input type="text"/>	Data de nascimento <input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AAAA"/>
Titulação <input type="text"/>	Facebook <input type="text"/>	Tipo <input type="text" value="Coordenador"/>
Email <input type="text"/>		
<input type="button" value="Salvar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>		

Figura 13 – Cadastrar usuário

O protótipo do RECD incorporou conceitos de *Customer Relationship Manager* – CRM, podendo ser acessado em qualquer navegador *web*. O intuito de usar CRM foi obter uma gestão do usuário harmonizada para o ensino, visando professores e coordenadores.

O coordenador do curso, através da interface do sistema, pode encaminhar diretamente ao professor da disciplina conteúdos midiáticos que julgar importantes, não ficando, portanto, restrito ao recebimento da listagem de alunos por parte

do professor. Caso entenda que haja necessidade em modificar as respostas do perfil do professor, o coordenador pode realizar as alterações e solicitar uma reclassificação do perfil do professor, porém a mudança na classificação final dependerá das regras de classificação identificadas no treinamento.

O protótipo dispõe de funcionalidades de CRM adaptadas ao escopo do modelo, quais sejam: (i) *Content Management*: gerenciamento de conteúdo: arquivos .doc, PDFs, imagens, dentre outros; (ii) *Task Management*: lista de tarefas e/ou afazeres para agendamento de notificações; dentre outros como (iii) *Notification*: notificação personalizada de acordo com o perfil e ;(iv) *Contact Management*: gerenciamento de contatos usado para administração dos perfis.

Para auxiliar no uso de CRM para o modelo, utilizou-se *plugins* do *framework Grails* que compõem um conjunto recheado de funcionalidades. Esse conjunto é chamado de GR8 CRM - *Great Customer Relationship Management Plugins for the Grails Web Framework* [39].

Na Figura 12 é possível conferir uma tela de exemplo do agendamento de notificação para o professor da disciplina, nela pode-se informar: (i) nome da tarefa; (ii) início e fim do módulo; (iii) localização da disciplina com o link para o ambiente virtual; (iv) usuário identificando o destinatário; (v) tipo do usuário (administrador, professor ou coordenador); (vi) status da tarefa; (vii) prioridade da tarefa; (viii) notificar (sim ou não); (ix) meios de notificação; (x) descrição contendo a mensagem recebida pelo usuário.

Na Figura 13 apresenta-se a tela de cadastro do usuário, informações como nome, sobrenome, e-mail, telefone para SMS, telefone para *WhatsApp* e *Facebook*.

A relação entre os módulos ocorreu pelo uso das quatro operações básicas utilizadas em bases de dados relacionais (RDBMS), conhecidas como CRUD (acrônimo de *Create, Read, Update e Delete*, na língua inglesa). O modelo deixa evidente que não há necessidade específica para o tipo de SGBD a ser adotado.

## VI. ASPECTOS DE AVALIAÇÃO

O protótipo foi usado na avaliação do modelo RECD. Foram abordadas principalmente questões de intervenção; em outras palavras, a coordenação do curso e o professor sendo notificados com a listagem dos alunos em vias de reprovação na disciplina em andamento, à medida que a mesma vai avançando nos seus tópicos de forma contínua.

Ocorreram dois tipos de avaliação após o experimento, que estão estruturadas da seguinte forma nesta seção. A primeira subseção chama-se “Avaliação de funcionalidade” e diz respeito à aplicação do protótipo em uma disciplina com atuação direta de seu professor, e também da coordenação do curso ao qual essa disciplina pertence. A segunda subseção é denominada “Avaliação de usabilidade”. Ela trata da preparação e aplicação de um questionário seguindo o modelo de aceitação de tecnologia, ou *Technology Acceptance Model* (TAM). Essa avaliação envolveu um conjunto de

doze professores, após os mesmos experimentarem o sistema.

### A. Avaliação de funcionalidade

No experimento avaliou-se a funcionalidade do sistema na disciplina de Libras do curso de Filosofia da Educação da UAB no IFAM, nos quatro pólos em que o curso é oferecido (nas cidades de Boa Vista, Caracará, Manaus e Tefé), no período de 05/10/2015 a 30/10/2015.

O objetivo foi enviar recomendações semanais para a coordenação e para o professor dessa disciplina de acordo com o seu perfil, que foi preenchido pela coordenação do curso.

O conteúdo das recomendações, os aprendizes com risco de reprovação na disciplina de Libras provêm do MD-PREAD, um modelo de predição de reprovação de aprendizes em disciplinas, elaborado em uma dissertação no Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos [40]. A escolha por esse modelo de predição ocorreu devido a ele contemplar a necessidade do RECD, ou seja, receber de uma entidade externa a predição de aprendizes em vias de reprovação em certa disciplina. Como o MD-PREAD atende plenamente esse requisito, optou-se por escolhê-lo devido a simplicidade de adaptação.

Buscou-se coletar informações de perfis de professores através da aplicação de um questionário. Há atualmente seis cursos de Pós-Graduação da Universidade Aberta do Brasil no IFAM, são eles: (i) Pós-Graduação Lato Sensu em Educação do Campo; (ii) Pós-Graduação Lato Sensu em Educação Musical; (iii) Pós-Graduação Lato Sensu em Filosofia da Educação: Ética, Política e Epistemologia; (iv) Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Pública; (v) Pós-Graduação Lato Sensu em História, Cultura Africana e Afro-brasileira; e (vi) Pós-Graduação Lato Sensu em Informática na Educação.

Os coordenadores de curso de Pós-Graduação da UAB foram convidados a responder o questionário. Dos seis coordenadores, quatro colaboraram para o preenchimento do questionário. Optou-se por aplicar o questionário aos coordenadores porque no caso da UAB no IFAM, cabe ao coordenador convidar o professor que irá ficar a frente da disciplina, portanto considerou-se mais adequado o coordenador responder por seus docentes, visto que conhece suas qualidades e este é escalado para uma determinada disciplina por aquele.

Para a elaboração do questionário utilizou-se o sistema *LimeSurvey* [41], o qual é um conceituado *software* livre dedicado à aplicação de questionários *online* escrito em PHP. A principal vantagem foi permitir publicar e coletar respostas de questionários sem a necessidade de haver um conhecimento amplo em PHP. O questionário possui um total de 38 perguntas, porém nem todas de preenchimento obrigató-

rio. Alguns exemplos: Nome; Data de nascimento; Titulação; *Notebook* (se possuía); *Smartphone* (se possuía); Experiência com editor de texto, planilhas eletrônicas e acesso à internet (todos em escala *Likert*); Proatividade, Afinidade, Aplicabilidade, Absorção, Inovação (todos em escala *Likert*); Quantidade de semanas da disciplina; Formas de notificação semanal; dentre outras.

O questionário foi submetido aos quatro coordenadores de curso, para que a partir das respostas dadas, fosse possível formar o perfil do professor. Até 2015/1, considerando os quatro cursos cujas coordenações se prontificaram a responder o questionário, 42 disciplinas haviam sido realizadas, ou seja, eram esperadas 42 respostas para o questionário. Como os coordenadores responderam o mesmo questionário mais de uma vez, pois um questionário preenchido correspondia a respostas sobre um professor apenas, houve um total de 30 questionários respondidos, ou seja, 30 perfis de professor de um total de 42 possíveis, o que corresponde a 71,43%, índice considerado como satisfatório para fins desta avaliação. Estes perfis foram exportados da ferramenta *LimeSurvey* em formato “xls” e importados para o *RapidMiner* a fim de serem utilizados em um algoritmo de classificação de árvore de decisão, cuja estrutura classificatória definiu a necessidade de notificar o coordenador ao término de cada semana.

Optou-se por utilizar árvore de decisão por ser um modelo de classificação prático e um dos mais usados em inferência indutiva. A árvore de decisão, neste trabalho, foi formada de acordo com um conjunto de treino, conjunto esse que teve origem nos questionários respondidos representando a classificação prévia de perfil de professor.

O objetivo da árvore de decisão é classificar o perfil do professor da disciplina. Com o perfil classificado, torna-se possível definir se, ao longo das semanas da disciplina, professor e coordenador do curso serão notificados das possíveis reprovações, ou se a notificação será restrita ao professor. O foco da árvore de decisão é identificar se com base no perfil do professor, ele e o coordenador devem ser notificados. A notificação aos aprendizes não foi objeto deste trabalho, podendo tal aspecto ser avaliado em projetos futuros.

Na Figura 14 se nota a acurácia da árvore, que ficou em 70%, após a mesma ter passado por um processo de validação no *RapidMiner* através do uso de um operador de validação cruzada chamado *X-Validation*, dividindo o conjunto principal em dez subconjuntos, responsáveis por treinar e validar o modelo. Este operador utiliza a técnica validação cruzada, para compensar uma taxa de erro aparente otimista, a fim de estimar o desempenho estatístico de um operador de aprendizagem. O *X-Validation* é usado principalmente para aferir o quão preciso um modelo será na prática. O índice de 70% foi considerado adequado, levando em conta o quantitativo de respostas dadas ao questionário.

accuracy: 70.00% +/- 9.28% (mikro: 70.00%)			
	true Não	true Sim	class precision
pred. Não	22	10	68.75%
pred. Sim	26	62	70.45%
class recall	45.83%	86.11%	

Figura 14 – Acurácia da árvore de decisão

Row No.	ID da resposta	prediction(Enviar para coordenador-)	confidence(Não)	confidence(Sim)
1	37	Sim	0	1
2	37	Sim	0	1
3	37	Sim	0	1

Figura 15 – Perfil do professor classificado



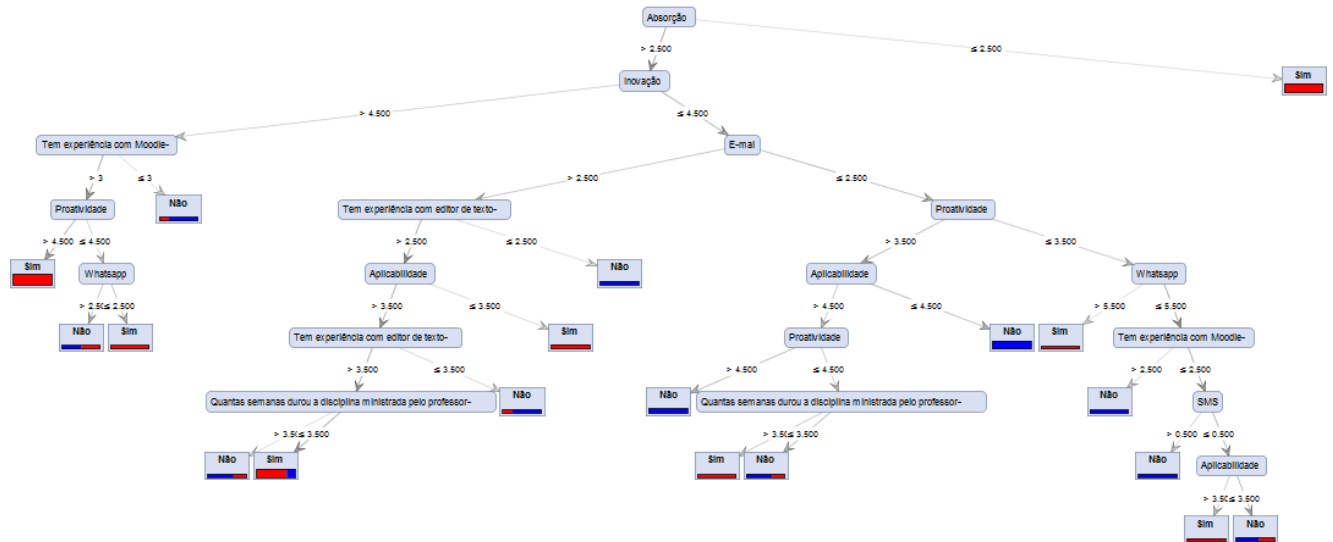


Figura 16 – Árvore de decisão - Perfil do professor

A acurácia da Figura 14 informa o percentual de 70%, demonstrando que apesar do número da amostra não ser muito expressivo, as características escolhidas para o perfil do professor foram adequadas, constatação essa que é corroborada pela Figura 15, ao mostrar que a confiança da classificação atingiu o valor máximo de 1 para cada uma das semanas. Na Figura 15 se observa o perfil do professor de Libras classificado.

As Figuras 14, 15 e 16 permitiram analisar o perfil do professor de uma perspectiva diferenciada. Conforme apresentado pela Figura 16 percebe-se que há vários “caminhos” que podem ser percorridos para concluir se um professor precisa de acompanhamento mais intenso por parte da coordenação, considerando suas características próprias. Isso faz

com o modelo trabalhe com a possibilidade de perfis dinâmicos, pois as características do professor podem mudar com o tempo o que acarretaria em uma nova avaliação do perfil. A acurácia da Figura 14 informa o percentual de 70%, demonstrando que apesar do número da amostra não ser muito expressivo, as características escolhidas para o perfil do professor foram adequadas, constatação essa que é corroborada pela Figura 15, ao mostrar que a confiança da classificação atingiu o valor máximo de 1 para cada semana.

Devido ao baixo número (seis ao total) de coordenadores de curso de pós-graduação da UAB no IFAM, não houve processo de classificação de perfil nos mesmos moldes do perfil do professor. Optou-se por traçar o perfil do coordenador do curso de Filosofia da Educação através de um cadastro simples no protótipo, dando a esse perfil uma característica mais estática.

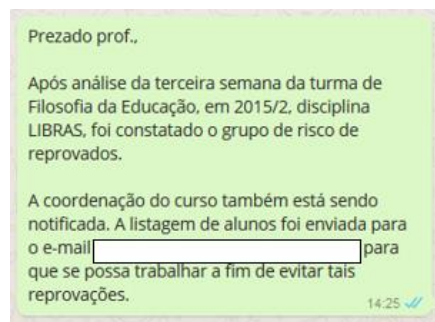


Figura 17 – Notificação (Whatsapp)

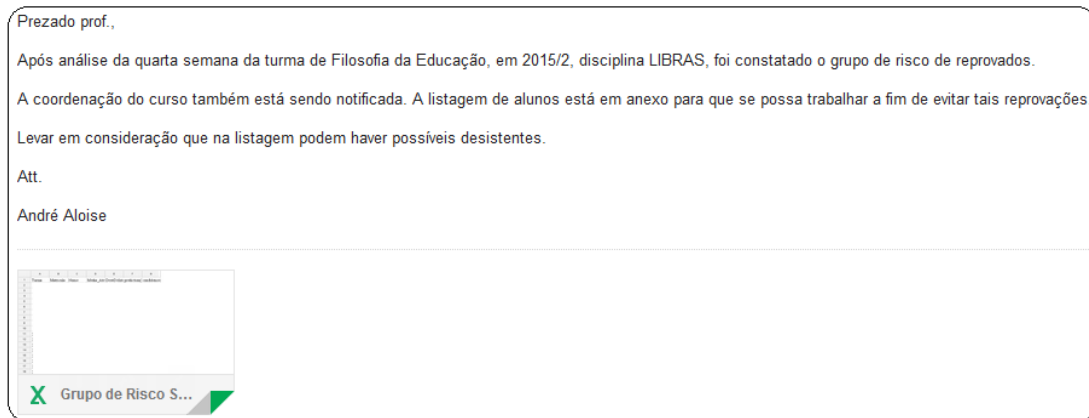


Figura 18 – Notificação (E-mail)

Para o perfil do professor de Libras, a coordenação do curso preencheu o mesmo questionário que foi utilizado para coletar os dados e gerar a árvore que classifica o perfil, porém as últimas questões ficaram parcialmente em branco já que o objetivo foi que a resposta a elas viesse pela classificação da árvore de decisão.

A pergunta não respondida diz respeito ao meio preferencial para notificar a recomendação ao destinatário. Da mesma forma que ocorreu com os 30 questionários totalmente respondidos, os meios disponíveis para notificar foram: *WhatsApp*, E-mail, *Facebook*, SMS e uma pergunta do tipo Sim/Não que foi respondida pela classificação da árvore de decisão.

Ao preencher os meios tecnológicos de notificação, a coordenação do curso considerou como relevante utilizar *WhatsApp* e e-mail para entregar a recomendação para o professor. Por praticidade, para fins do experimento, a coordenação foi notificada apenas pelo e-mail. Quando a árvore de decisão de classificação do perfil de professor definiu o “sim” para notificar o coordenador nas semanas da disciplina, aguardou-se pelo fim de cada uma a fim de receber do sistema externo de predição, quais aprendizes poderiam reprovar na disciplina.

Após a primeira semana, o sistema recebeu a análise do grupo de risco de reprovação na disciplina e realizou o envio para apreciação de tomada de decisões. Essa ação se repetiu ao longo das semanas e serviu como alerta ao professor e à coordenação. Nas Figuras 17 e 18, ficam evidenciadas a notificação sendo feita por *WhatsApp* e e-mail respectivamente. A Figura 19 mostra um fluxograma do experimento.

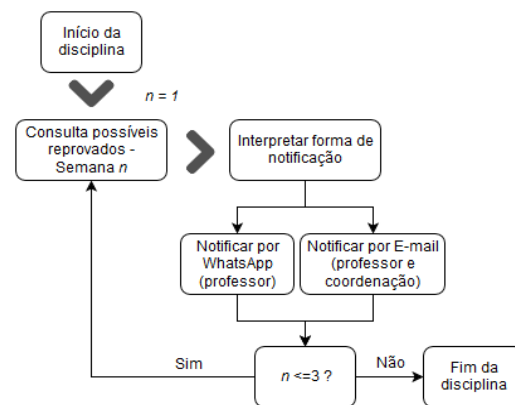


Figura 19 – Fluxograma do experimento

Num primeiro momento, o módulo de consulta recebe do sistema de predição externo a listagem dos alunos candidatos à reprovação. Em seguida, o módulo de análise de dados confronta o perfil do usuário com a classificação do perfil de professor, para avaliar de que forma vai ocorrer a notificação, tanto para o professor quanto para o coordenador do curso. Após essa etapa, os tipos de notificação detectados são acionados disparando a recomendação aos usuários. Posteriormente há uma verificação para interpretar se o total de semanas daquela disciplina foi atingido, em caso positivo o sistema volta para o estado da consulta, do contrário o trabalho é encerrado. O parâmetro  $n$  é uma variável cujo valor depende da necessidade de cada disciplina. Neste caso o valor foi 3, mas para outras disciplinas poderia ser qualquer outro valor numérico.

Durante o experimento, constatou-se a possibilidade de conceber funcionalidades novas para a aplicação, como por exemplo, classificar o perfil do coordenador de curso de maneira semelhante à classificação feita com o perfil do profes-

sor. Outra possibilidade é a utilização de outro(s) algoritmo(s) de classificação além da árvore de decisão para os perfis de usuário.

Ambas as funcionalidades podem ser adicionadas com pouca ou nenhuma modificação no RECD, expressando dessa forma que o modelo proposto é capaz de atender diferentes particularidades.

Foram executadas um total de quatro recomendações, uma por semana. Por serem ambos alvos da recomendação, o professor e a coordenação do curso utilizaram o protótipo com o objetivo de saber quem eram os aprendizes que poderiam reprovar na disciplina e atuaram em conjunto objetivando a redução do quantitativo.

Na primeira semana o sistema recomendou por meio de envio de mensagens de *WhatsApp* (para o professor) e e-mail (para professor e coordenador), 124 aprendizes matriculados no curso, informação esta que também estava disponível e acessível pela *interface web* do sistema. Todos os 124 aprendizes estavam com predição de reprovação, o que gerou uma preocupação inicial. No entanto, após uma análise cuidadosa, percebeu-se que essa era a demanda inicial do curso em 2014/2 e naquele momento muitos desistentes ainda constavam como matriculados. Além disso, uma atividade avaliativa da primeira semana não havia tido respostas de nenhum aprendiz.

Na segunda semana, o sistema voltou a fazer recomendação via mensagens de *WhatsApp* e e-mails, da mesma maneira que ocorreu na primeira semana, novamente disponibilizando a mesma listagem pela *interface web*. Ao ter acesso a essa informação, professores e coordenadores perceberam que o número havia reduzido para 54. Apesar de nesse quantitativo ainda constarem os desistentes do curso, notou-se uma redução na possível reprovação mostrando que a atuação em conjunto do professor e da coordenação, e que envolveu inclusive tutores, possivelmente surtiu efeito esperado.

Na terceira semana, após uma nova rodada de recomendação, uma vez mais notificados através de mensagem por *WhatsApp* para professor e e-mails para professor e coordenador, ambos foram informados pelo sistema que a predição havia aumentado para 90. Após um breve momento de apreensão, concluiu-se que além dos aprendizes desistentes, alguns outros ficaram com o *status* de possível reprovação porque naquela semana haviam duas atividades avaliativas no Ambiente Virtual de Aprendizagem que não foram respondidas, semelhantemente ao que havia ocorrido na primeira semana. A recomendação, a essa altura, foi útil para manter professor e coordenador em estado de alerta para a quarta e última semana da disciplina.

Na quarta semana, quando houve a recomendação pelo sistema, utilizando *WhatsApp* e e-mails, ocorreu uma leve

mudança de comportamento por parte do professor e da coordenação. Apesar de terem recebido as recomendações, da mesma maneira que ocorreu nas semanas anteriores, ambos deram prioridade para acesso às informações pela *interface web*, pois por ela tinham acesso direto e centralizado aos dados consolidados de todas as semanas, o que os incentivou a terem uma atuação ainda mais incisiva com os aprendizes. O sistema recomendou na última semana, 70 possíveis reprovados. A explicação para tal quantitativo se deu pelo motivo de que a nota da avaliação presencial, conforme organização didática do IFAM, a qual é obrigatória e tem peso dois, ainda não havia sido lançada.

Ao término das rodadas de recomendações, foi constatado pelo MD-PREAD [40] que na última semana havia efetivamente 15 aprendizes com predição de reprovação: 9 lograram êxito na aprovação, e outros 6 reprovaram. Estatisticamente, 60% dos aprendizes que corriam o risco de reprovar na disciplina de Libras, aprovaram. Dentre os 9 aprendizes aprovados, constatou-se que: (i) 4 foram concludentes e que estavam pendentes apenas com o trabalho de conclusão de curso; (ii) 3 estavam com pendência em 1 disciplinas; (iii) 1 estava com pendência em 2 disciplinas; (iv) 1 estava com pendência em 4 disciplinas.

Portanto 44,4% dos aprendizes obtiveram aprovação e outros 33% estavam bem encaminhados para a conclusão do curso. Esses números foram considerados positivos pelo professor e pela coordenação, pois permitiram que 4 dos 9 aprendizes pudessem seguir adiante no curso com caminho desimpedido rumo à certificação, já quem 2015/2 foi efetivamente o último semestre do curso.

Após o envio de 12 mensagens em 4 semanas, sendo que 8 dessas mensagens foram destinadas ao professor (4 por *WhatsApp* e 4 por e-mail) e 4 ao coordenador (todas por e-mail), além de um total de 32 acessos ao sistema (13 pelo professor e 19 pela coordenação), constatou-se que as ações tomadas por parte de ambos os profissionais foram relevantes para recuperar os aprendizes, ações essas que foram consequência das recomendações feitas semanalmente. Pode-se afirmar, portanto, que as recomendações feitas impulsionaram professor e coordenação do curso a se empenharem pela aprovação dos aprendizes, ou seja, sem as recomendações, todos 15 aprendizes provavelmente teriam reprovado.

O protótipo mostrou um funcionamento adequado para aquilo que se propõe no modelo. O objetivo de enviar recomendações ao professor de uma disciplina em andamento, bem como para a coordenação do curso, foi alcançado. As funcionalidades apresentadas no modelo e implementadas no protótipo, foram testadas e deram os resultados esperados.

O processo de classificação realizado no *RapidMiner*, com a árvore de decisão, e que foi integrado ao protótipo

pelo uso de sua API, operou com sucesso visto que as recomendações ocorreram de acordo com o informado pela ferramenta na classificação do perfil do professor.

O uso dos *plug-ins* de CRM para *Grails* também foi proveitoso, pois permitiu que os conceitos de relacionamento ao cliente, em uma perspectiva voltada para o ensino, pudessem ser utilizados, especialmente o agendamento de tarefas e notificação ao usuário.

A *interface web* proporcionou aos usuários uma experiência adicional, permitindo a busca da informação diretamente no sistema, não se restringindo apenas as mensagens oriundas das recomendações semanais. Um benefício de buscar as informações diretamente no sistema é a centralização das informações semanais facilitando o acesso às mesmas, visto que as recomendações feitas por *WhatsApp* e e-mail eram feitas periodicamente exigindo, portanto, mais esforço pelos usuários para unificá-las.

A avaliação de funcionalidade permitiu que tanto professor, quanto coordenador, qualificassem o uso do sistema. A eles foi submetido o mesmo questionário utilizado pela avaliação de usabilidade e ambos avaliaram as funcionalidades de forma positiva, respondendo com total concordância a todas as questões do questionário, formulado de acordo com a Tabela 2 vista na seção 6.2 sobre a avaliação de usabilidade. Como forma complementar informaram também que a ferramenta proporcionou uma integração maior entre professor e coordenação de curso, além de aprimorar o entendimento pedagógico de ambos, fazendo-os chegar a um consenso quanto às ações tomadas.

As seguintes sugestões foram apresentadas pelos avaliadores para melhoria do sistema:

- incluir outros tipos de usuários no modelo, como tutores a distância e presenciais, e coordenadores de polo;
- explorar mais o recurso de classificação de perfis, incluindo os novos tipos de usuários e ampliando as opções resultantes da classificação;
- disponibilizar mais opções de meios tecnológicos para enviar a recomendação;
- possibilitar o cadastro de anotações para registro de ações, principalmente em relação aos aprendizes;
- permitir que os aprendizes sejam “etiquetados” no sistema. Ex: Aprendiz01 etiquetado como “reprovado” ou “aprovado”;
- fornecer um recurso de convites, a fim de chamar outros usuários para interagir na ação de reverter a reprovação dos aprendizes.

Em relação à inclusão de outros tipos de usuários no modelo, como tutores a distância e presenciais, e coordenadores de polo, os avaliadores entendem que o número de aprovação poderia ser maior caso esses usuários também tivessem

sido alvos das recomendações. De acordo com eles, caso o tutor presencial e o coordenador de polo também recebessem as recomendações, estes poderiam tomar ações mais diretas com os aprendizes, por estarem na mesma cidade, sem necessidade de aguardar por serem avisados do fato pelo professor ou pela coordenação do curso. Alunos também podem ser considerados como alvo da recomendação.

Uma exploração maior do recurso de classificação do perfil sugere estende-lo aos novos tipos de usuários que foram apresentados. Essa extensão pode influir no tipo de classificador a ser utilizado, no surgimento de novas diretrizes para a entrega da recomendação, e conseqüentemente, na inclusão de opções resultantes das classificações.

A disponibilização de mais opções de meios tecnológicos se trata de ter uma variedade maior na forma da entrega. Envio da recomendação diretamente ao AVA, ou por meio de um aplicativo em dispositivo móvel que seja independente das atuais formas de notificar, são exemplos de acréscimo nas possibilidades.

O cadastro de anotações possibilita um registro mais específico para ações tomadas. Permitiria que um professor pudesse registrar para cada aprendiz, anotações individuais e particulares. Essas anotações ficariam disponíveis para visualização pelos demais usuários.

O uso de “etiquetas”, ou *tags*, teria serventia para marcar os aprendizes com rótulos. Além de etiquetar um aprendiz com “reprovado” ou “aprovado”, outras marcações poderiam existir como “em progresso”, para identificar que um esforço está sendo aplicado com o aprendiz, ou “crítico” para identificar aquele aprendiz como sendo de difícil recuperação. Recurso semelhante é utilizado no repositório de projetos de software *Github*, onde uma *tag* pode, por exemplo, ser utilizada para documentar uma modificação importante.

O recurso de convites seria utilizado para que houvesse outra forma de comunicação entre os usuários, possibilitando que um usuário, pelo sistema, convide outros para opinar sobre determinado assunto.

#### B. Avaliação de usabilidade

Esse experimento realizou uma avaliação de usabilidade do RECD. Foram convidados 15 professores do IFAM que já tiveram experiência com cursos de EaD, para responder um questionário de usabilidade. Dos 15 convidados, 12 responderam o questionário, cada um uma única vez, após terem utilizado brevemente o sistema de recomendação.

Da mesma forma como foi realizado para a coleta de dados dos perfis dos professores, para esta etapa da avaliação utilizou-se o sistema de questionários *LimeSurvey* [41]. As respostas foram padronizadas na escala *Likert* [42] de cinco pontos: discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2),

indiferente (3), concordo parcialmente (4) e concordo totalmente (5). Os itens do questionário foram elaborados com base nos conceitos do modelo de aceitação de tecnologia TAM, do inglês *Technology Acceptance Model*, proposto por [43], aplicado e expandido por [44]. O modelo TAM tem sido considerado um padrão para a avaliação de novas tecnologias [45]. Esse modelo considera os seguintes itens como principais influências para a aceitação de uma nova tecnologia:

- Facilidade de uso percebida: grau em que uma pessoa crê que a tecnologia poderia diminuir seus esforços;
- Percepção de utilidade: grau em que uma pessoa acredita que a tecnologia poderia melhorar o desempenho no desenvolvimento de suas atividades.

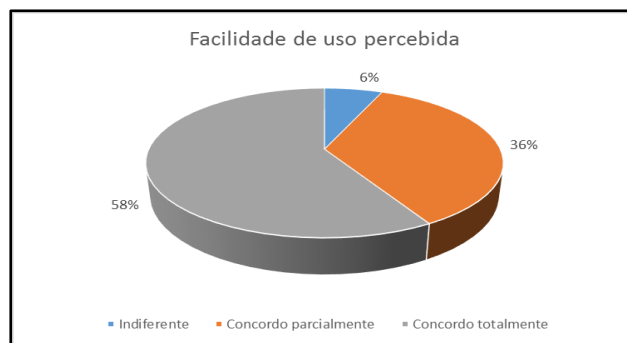
A relação das afirmações apresentadas aos professores neste experimento pode ser vista na Tabela 2. As quatro primeiras afirmações (itens de 1 a 4) referem-se à facilidade percebida no uso do protótipo, as quatro seguintes (itens de 5 a 8) estão relacionadas à utilidade percebida. A análise das respostas foi organizada em gráficos.

**TABELA 2**

Itens do questionário

Item	Informe de opinião sobre as seguintes afirmações:
1	O sistema é de fácil compreensão.
2	É fácil tornar-se hábil no uso da interface do sistema.
3	As informações sobre os recursos são apresentadas de forma clara e objetiva, permitindo a compreensão.
4	Não é necessário muito esforço para inclusão de novas informações e consulta de informações existentes.
5	Os recursos apresentados são relevantes para redução do índice de reprovação.
6	O uso do sistema estimula o apoio acadêmico e oferece ganhos para a educação.
7	O sistema facilita a identificação de recomendações para disciplinas em andamento.
8	O sistema seria útil para apoiar a tomada de decisões por coordenadores e professores em suas atividades do cotidiano.

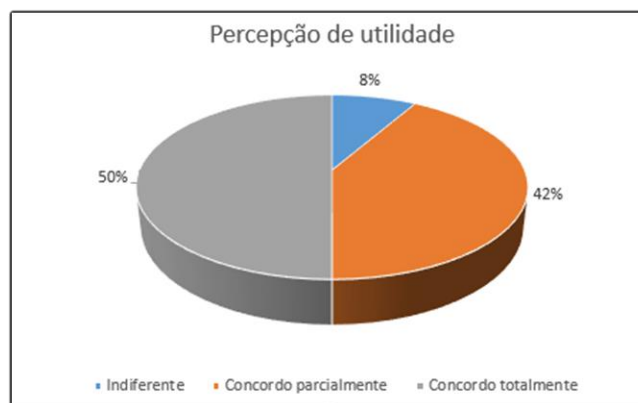
A análise das respostas foi organizada em gráficos que agrupam os resultados obtidos. Os gráficos que representam estatisticamente os itens relacionados à facilidade de uso percebida e percepção de utilidade, podem ser observados respectivamente nas Figuras 20 e 21. A anuência quanto à clareza com que os recursos foram disponibilizados, bem como à serventia que o M-SECP proporciona, está expressa pelas afirmações da Tabela 2.



**Figura 20** – Gráfico Facilidade de uso percebida

Visualiza-se no gráfico da Figura 20 a avaliação dos usuários quanto à facilidade percebida de uso. Observa-se que nesse aspecto o sistema foi avaliado de forma positiva pela maioria dos professores, num total de 94%. Desse total, 58% concordaram totalmente com as afirmações, enquanto 36% concordaram parcialmente. Por outro lado, 6% se mostraram indiferentes, enquanto não houveram respostas para discordância parcial ou total.

Os principais comentários em relação ao aspecto da facilidade percebida de uso relatados por alguns professores, foram em relação a dificuldade na tentativa de utilização do sistema em dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones*, o que demonstrou um indicativo da necessidade de desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis, bem como trabalhar a interface *web* do sistema para ser mais responsiva nesses dispositivos.



**Figura 21** – Gráfico Percepção de utilidade

Em relação à avaliação da utilidade percebida, pode ser observado no gráfico da Figura 21 que 92% dos usuários avaliaram positivamente, concordando com os itens de utilidade e relevância. Desse total, 50% concordam totalmente que o sistema é plenamente útil para recomendações de aprendizagens com risco de reprovação em disciplinas e 42% concordaram parcialmente. Outros 8% foram indiferentes na avaliação, e não houve incidências sobre discordância. Uma vez que essas questões dão ênfase à utilidade para recomen-

dações de aprendizes com risco de reprovação em disciplinas, estímulo ao apoio acadêmico e recuperação de aprendizes, entende-se que sistemas de recomendação educacional que proporcionem suporte a professores e coordenadores de curso devem também oferecer mecanismos que suportem estes tipos de características.

Os comentários coletados sobre a percepção da utilidade foram positivos. Informação essa que ratifica os números apresentados no gráfico da Figura 21. A maioria dos professores avaliadores ressaltaram a utilidade do RECD. Muitos apontaram a importância dos recursos disponibilizados pelo sistema, devido aos desafios proporcionados pela reprovação de aprendizes. Houve ainda relatos indicando a vantagem de se ter uma ferramenta computacional que faça recomendações enquanto a disciplina está em andamento.

Notou-se que são necessários ajustes de aspectos relacionados à interação com o sistema aplicativo, em especial à interface do mesmo. Esse resultado vai ao encontro dos comentários feitos pelos professores, que sugerem uma interface mais responsiva em dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*. Houve também sugestões de criação de um aplicativo específico para dispositivos móveis, considerando que é mais fácil para o usuário abrir diretamente um aplicativo com esse fim do que memorizar a URL completa do sistema web. Embora não tenha sido desenvolvido um aplicativo desse tipo, é possível implementá-lo e integrá-lo ao RECD.

## VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação feita com o professor de Libras e com a coordenação do curso sugeriu a criação de outros perfis de usuários como tutores a distância, tutores presenciais e coordenadores de polo, inclusive utilizando a classificação de perfis para os mesmos. Através dessa avaliação foi possível identificar a necessidade de incluir mais mecanismos para a notificação visando a ampliação das possibilidades tecnológicas de realizar a recomendação e também de classificar todos os tipos de perfis de usuário.

Este trabalho contribuiu com a aplicação das técnicas de classificação de perfis de professores, sensibilidade a contexto e *Customer Relationship Management* moldado para o ensino, mostrando que é possível criar um SRE que busque realizar entrega de recomendações de reprovação de aprendizes em disciplinas, com regras baseadas em perfis de professores e coordenadores de curso.

Também constatou que a utilização do modelo pode contribuir na atenuação dessas reprovações por ser uma ferramenta computacional que permite a interação com professores e coordenadores, enquanto a disciplina está em andamento. Uma contribuição que auxilia na tomada de decisões preventivas e não apenas corretivas, visando corrigir problemas que causem danos maiores, como o atraso na formação

ou até mesmo desistência do curso. Contribuição que também é social, pois oferece a oportunidade de impedir a reprovação, o que garante ao aprendiz um melhor coeficiente de rendimento em seu histórico escolar.

Este trabalho tem como diferencial recomendar a predição de reprovação na disciplina para professores e coordenadores num contexto ativo de resgate de aprendizes, ao invés de recomendar diretamente ao próprio aprendiz na esperança passiva que o mesmo se reinvente pedagogicamente.

Ao comparar o RECD com os trabalhos relacionados da Tabela 1, o modelo aborda cada um dos quesitos de comparação da seguinte forma:

- **Objetos de aprendizagem:** o modelo não utiliza objetos de aprendizagem, porém possui a funcionalidade de gerenciamento de conteúdo do CRM para envio de arquivos de um usuário (geralmente coordenador) para outro (geralmente professor);
- **Sensibilidade a contextos:** o RECD tem como funcionalidade a notificação por agendamento, o que lhe confere a característica de possuir informações sobre o contexto em que determinado(s) usuário(s) está(ão) inserido(s);
- **Não utiliza Agentes:** não utilizou-se agentes de software no modelo, pois não foi identificada a necessidade de usufruir de sua principal característica, que é ser uma entidade computacional com um comportamento autônomo que lhe permite decidir suas próprias ações;
- **Utiliza Ontologia:** não houve uso de ontologia, no entanto utilizou-se metamodelos de perfis dos usuários, permitindo treinar e classificar informações provenientes desses perfis através do uso de árvore de decisão;
- **Público-alvo:** o RECD pode ser utilizado para dois tipos de público: professor e coordenador. O professor que está à frente da disciplina, e o coordenador do curso que irá acompanhar o trabalho do professor;
- **Utiliza perfis:** faz uso de gerenciamento de perfis no trabalho. Através do módulo administrativo, cada usuário tem um perfil único no RECD e possui informações relevantes que são compartilhadas com o módulo de análise de dados;
- **EaD:** houve abordagem na educação a distância no escopo do trabalho, porém o modelo não está restrito a essa modalidade;
- **Usa CRM:** como parte da contribuição está o uso de funcionalidades de CRM para um sistema de

recomendação educacional, algo que não foi identificado nos demais trabalhos relacionados.

O RECD estabelece uma proposta inicial que pode ser melhorada. Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, melhorias foram identificadas e avanços que apontam para trabalhos futuros. A seguir são listados os pontos considerados mais importantes:

- incorporar mais conceitos de CRM, como campanhas de marketing e aplicá-los no modelo em forma de componentes, em conjunto com recursos de mineração de dados, para melhorar o alcance ao público-alvo e prover análises de apoio a métricas ROI (*Return On Investment*);
- criar outros tipos de perfis de usuários, como tutores e coordenadores de polo, no caso da educação a distância. Para cursos presenciais, outros perfis podem ser estudados;
- progredir a arquitetura do modelo, tornando-a orientada a eventos (*event-driven*), bem como deixá-la escalável para suportar grandes quantidades de acessos e dados. Essa adoção pode implicar na utilização de *NoSQL* (*Not Only SQL*);
- ampliar a avaliação, aperfeiçoando o cenário adotado neste trabalho e adotando outros cenários de aplicação, como o ensino presencial, explorando aplicações adicionais do RECD;
- desenvolver um aplicativo em dispositivo móvel para aproximar o usuário ao modelo, explorando mais a sensibilidade a contexto ao facilitar o recebimento de recomendações e agilidade na tomada de ações;
- adoção dos quatro conceitos de sistemas reativos (*Reactive Systems*): responsivo (*responsive*), resiliente (*resilient*), elástico (*elastic*) e impulsionado por mensagens (*Message Driven*);
- disponibilizar o RECD para uso em diversos níveis e modalidades de ensino, tendo o trabalho de Márquez-Vera et al.[2] como embasamento.

Uma possível melhoria que merece destaque pode ser baseada no trabalho de Márquez-Vera et al.[2] devido aos resultados relevantes que ele alcançou com o algoritmo ICRM2, o qual supera todos os algoritmos tradicionais de classificação quanto à precisão em predição de aprendizes que desistem e de aprendizes que permanecem nos estudos. O algoritmo tem potencial para substituir o uso do MD-PREAD como um Sistema de Aviso Prévio, do inglês *Early*

*Warning System* – EWS, ainda que sejam necessárias adaptações, considerando que o ICRM2 foi desenvolvido para predição de desistências ao invés de reprovações.

## REFERÊNCIAS

- [1] R. Gotardo, P. R. M. Cereda, and E. R. H. Junior, “Predição do Desempenho do Aluno usando Sistemas de Recomendação e Acoplamento de Classificadores,” *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 24, no. 1. 2013.
- [2] C. Márquez-Vera, A. Cano, C. Romero, A. Y. M. Noaman, H. Mousa Fardoun, and S. Ventura, “Early dropout prediction using data mining: a case study with high school students,” *Expert Syst.*, vol. 33, no. 1, pp. 107–124, Feb. 2016.
- [3] L. C. Silva, F. M. Mendes Neto, and L. Jácome Júnior, “MobiLE: Um Ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel Baseado em Algoritmo Genético para Apoiar a Aprendizagem Ubíqua,” *Rev. Bras. Informática na Educ.*, vol. 21, no. 1, p. 62, Aug. 2013.
- [4] F. A. A. Ribeiro, L. C. C. Fonseca, and M. de S. Freitas, “Recomendando Objetos de Aprendizagem a partir das hashtags postadas no Moodle,” *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, vol. 24, no. 1, 2013.
- [5] C. T. Q. Morais and S. R. K. Franco, “Estudo de Caso de Alertas e Recomendações para Educação a Distância Aplicado em Turmas Heterogêneas,” *Informática na Educ. Teor. prática*, vol. 14, no. 2, May 2012.
- [6] L. C. N. da Silva, F. M. M. Neto, and L. J. Júnior, “MobiLE: Um ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel para Apoiar a Recomendação Sensível ao Contexto de Objetos de Aprendizagem,” *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, vol. 1, no. 1, 2011.
- [7] M. R. da C. Ferro, H. M. do N. Júnior, F. Paraguçu, E. de B. Costa, and L. A. L. Monteiro, “Um Modelo de Sistema de Recomendação de Materiais Didáticos para Ambientes Virtuais de Aprendizagem,” *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, 2011.
- [8] L. G. A. Ferreira, J. L. V. Barbosa, J. C. Gluz, and R. Vicari, “UbiGroup: Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos Dinâmicos de Aprendizes,” *Rev. Bras. Informática na Educ.*, vol. 23, no. 3, p. 40, Dec. 2015.

- [9] A. K. Dey, "Understanding and Using Context," *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 4–7, Feb. 2001.
- [10] L. A. M. Zaina, G. Bressan, M. A. A. C. Cardieri, and J. F. Rodrigues Júnior, "e-LORS: Uma Abordagem para Recomendação de Objetos de Aprendizagem," *Rev. Bras. Informática na Educ.*, vol. 20, no. 1, p. 4, Apr. 2012.
- [11] C. S. Menezes, K. S. B. Vale, and P. de O. Cruz, "AICAPA - Um Ambiente Inteligente e Colaborativo para Apoio à Produção Acadêmica," *RE-NOTE*, vol. 11, no. 3, Jan. 2014.
- [12] E. Costa, J. Aguiar, and J. Magalhães, "Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais: conceitos, técnicas e aplicações," *An. da Jorn. Atualização em Informática na Educ.*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [13] F. J. F. B. Gominho, P. Tedesco, and R. B. Belian, "Um Assistente de Recomendação Sensível ao Contexto para Ambientes Virtuais de Aprendizagem baseados na Metodologia da Problematização," *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, vol. 25, no. 1, pp. 1093–1097, 2014.
- [14] D. Gallego, E. Barra, S. Aguirre, and G. Huecas, "A model for generating proactive context-aware recommendations in e-Learning systems," in *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings*, 2012, pp. 1–6.
- [15] J. Bobadilla, F. Ortega, A. Hernando, and A. Gutiérrez, "Recommender systems survey," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 46, pp. 109–132, Jul. 2013.
- [16] P. Bonhard and M. A. Sasse, "'Knowing me, knowing you' — Using profiles and social networking to improve recommender systems," *BT Technol. J.*, vol. 24, no. 3, pp. 84–98, Jul. 2006.
- [17] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Context-Aware Recommender Systems," in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P. B. Kantor, Eds. Boston, MA: Springer US, 2011, pp. 217–253.
- [18] BRASIL, Decreto 5.622, de 19 de dezembro de 2005. Regulamenta o artigo 80 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 2005.
- [19] J. Moran, "O que é educação a distância," 2013. [Online]. Available: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>. [Accessed: 13-Feb-2015].
- [20] L. Alves, "Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo," 2011. [Online]. Available: [http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista\\_PDF\\_Doc/2011/Artigo\\_07.pdf](http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2011/Artigo_07.pdf). [Accessed: 15-Feb-2015].
- [21] I. B. Nunes, "Noções de Educacao a Distancia," 1994. [Online]. Available: <http://pt.scribd.com/doc/21015548/>. [Accessed: 15-Feb-2015].
- [22] O. Preti, "EAD- uma prática educativa mediadora e mediatizada," *Educação a Distância: inícios e inícios de um percurso*, 1996. [Online]. Available: [http://www.uab.ufmt.br/uploads/pcientifica/ead\\_pratica\\_educativa.pdf](http://www.uab.ufmt.br/uploads/pcientifica/ead_pratica_educativa.pdf). [Accessed: 15-Feb-2015].
- [23] F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, "Introduction to Recommender Systems Handbook," Springer, 2011. [Online]. Available: <http://www.inf.unibz.it/~ricci/papers/intro-rec-sys-handbook.pdf>. [Accessed: 16-Feb-2015].
- [24] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 17, no. 6, pp. 734–749, Jun. 2005.
- [25] K. Verbert, N. Manouselis, X. Ochoa, M. Wolpers, H. Drachsler, I. Bosnic, and E. Duval, "Context-Aware Recommender Systems for Learning: A Survey and Future Challenges," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 318–335, Oct. 2012.
- [26] Y. Cui and S. Bull, "Context and learner modelling for the mobile foreign language learner," *System*, vol. 33, no. 2, pp. 353–367, Jun. 2005.
- [27] P. Lonsdale, C. Baber, M. Sharples, W. Byrne, T. N. Arvanitis, P. Brundell, and R. Beale, "Context awareness for MOBIlearn: creating an engaging learning experience in an art museum," p. 115, Jan. 2005.
- [28] K. Verbert, E. Duval, S. Lindstaedt, and D. Gillet, "Context-aware Recommender Systems," *J. Univers. Comput. Sci.*, vol. 16, pp. 2175–2178, 2010.
- [29] J. J. B. Aguiar, S. I. N. Santos, J. M. Fachine, and E. B. Costa, "Um Mapeamento Sistemático sobre Iniciativas Brasileiras em Sistemas de Recomendação Educacionais," *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, no. Cbie, pp. 1123–1132, 2014.
- [30] E. Reategui, A. Ribeiro, and E. Boff, "Um Sistema Multiagente para Controle de um Assistente Pes-



- soal Aplicado a um Ambiente Virtual de Aprendizagem,” *RENOTE*, vol. 6, no. 2, 2008.
- [31] S. C. Cazella, P. Behar, D. Schneider, K. K. da Silva, and R. Freitas, “Desenvolvendo um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências para a Educação: relato de experiências,” *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, vol. 23, no. 1, 2012.
- [32] V. Bremgartner and J. F. M. Netto, “Relato de uma Experiência de Auxílio Personalizado a Alunos em Ambiente Virtual de Aprendizagem Utilizando Agentes,” *An. do Work. Informática na Esc.*, 2012.
- [33] D. Mota, C. V. de Carvalho, and L. P. Reis, “OTILIA — An architecture for the recommendation of teaching-learning techniques supported by an ontological approach,” in *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, 2014*, pp. 1–7.
- [34] D. Levis, J. Barbosa, S. Crespo, and D. N. Barbosa, “Aperfeiçoamento Automático do Perfil do Aprendiz em Ambientes de Educação Ubíqua,” *An. do Simpósio Bras. Informática na Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 165–174, Nov. 2007.
- [35] Groovy project, “The Groovy programming language: A multi-faceted language for the Java platform,” 2015. [Online]. Available: <http://groovy-lang.org/>. [Accessed: 14-Mar-2015].
- [36] Grails project, “The Grails framework: A powerful Groovy-based web application framework for the JVM,” 2015. [Online]. Available: <https://grails.org/>. [Accessed: 14-Mar-2015].
- [37] “IntelliJ IDEA the Java IDE,” 2015. [Online]. Available: <https://www.jetbrains.com/idea/>. [Accessed: 07-Jan-2016].
- [38] “Opencsv,” 2015. [Online]. Available: <http://opencsv.sourceforge.net/>. [Accessed: 08-Jan-2016].
- [39] G. Ehrsson, “GR8 CRM - Great Customer Relationship Management Plugins for the Grails Web Framework,” 2015. [Online]. Available: <http://gr8crm.github.io/>. [Accessed: 30-Jul-2015].
- [40] J. L. C. Ferreira, “Md-pread: um modelo para previsão de reprovação de aprendizes na educação a distância usando árvore de decisão.” *Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada*, 25-Feb-2016.
- [41] LimeSurvey, “LimeSurvey - the most popular Free Open Source Software survey tool on the web,” 2015. [Online]. Available: <https://www.limesurvey.org/>.
- [42] R. Likert, “A technique for the measurement of attitudes,” *Arch. Psychol.*, vol. 22, no. 140, pp. 1–55, 1932.
- [43] F. D. Davis, “Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology on JSTOR,” *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340, 1989.
- [44] C. Yoon and S. Kim, “Convenience and TAM in a ubiquitous computing environment: The case of wireless LAN,” *Electron. Commer. Res. Appl.*, vol. 6, no. 1, pp. 102–112, Mar. 2007.
- [45] N. Marangunic and A. Granic, “Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013,” *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 14, no. 1, pp. 81–95, Feb. 2014.

APÊNDICE - Informações Complementares

Neste apêndice estão relacionadas as figuras concernentes ao questionário do perfil de professor, que pode ser visto nas Figuras 22, 23, 24, 25 e 26.

The screenshot shows the introductory page of a questionnaire. At the top left is the logo of Instituto Federal Amazonas, consisting of a grid of green squares with one red square at the top left. Below the logo is the text "INSTITUTO FEDERAL AMAZONAS". The main heading is "Perfil do professor" in green. Below it, the text reads: "Prezado(a) Coordenador(a), Favor preencha o questionário abaixo considerando as características individuais de cada professor que fez parte do corpo docente de seu curso. Trata-se de um questionário para fins de pesquisa acadêmica, portanto sua colaboração é muito importante. As respostas dadas serão usadas para saber se, dependendo do perfil do professor, há necessidade de intervenção semanal pela coordenação do curso. O objetivo é minimizar a quantidade de reprovações em disciplinas da Pós-Graduação da UAB." Below this, there is a note: "Obs: Para cada professor, é necessário responder completamente o questionário uma única vez. Portanto caso seu curso tenha tido, por exemplo, cinco professores, responda o questionário uma vez para cada professor." At the bottom, it says "Há 38 perguntas no questionário." and there are three buttons: "Carregar questionário não finalizado", "Próximo >", and "Sair e apagar o questionário".

Figura 22 - Questionário de perfil do professor (texto introdutório)

The screenshot shows the "Geral" section of the questionnaire. It features the same logo and heading as Figure 22. Below the introductory text, there is a progress bar showing "0%" and "100%". The section is titled "Geral" and contains three main input fields: 1. "Nome" with a text input field. 2. "Data de nascimento" with a date picker and the format "dd/mm/aaaa". 3. "Titulação" with a radio button selection for "Especialista", "Mestre", "Doutor(a)", and "PhD". Below these is a question mark icon and the text "Informe a titulação acadêmica do professor".

Figura 23 - Questionário de perfil do professor (Geral - parte 1)

**\* Possui cursos de informática?**

Sim  Não

**?** Informar se o professor em questão, tem em seu currículo a realização de curso(s) de informática

**\* Possui celular do tipo smartphone?**

Sim  Não

**?** Informar se o professor é detentor de dispositivo móvel com recursos tecnológicos atuais, com Sistema Operacional Android, IOS, Windows, etc.

**\* Possui notebook?**

Sim  Não

**?** Informar se o professor, além de possuir, demonstra ter familiaridade com o uso de notebook

**\* Possui tablet?**

Sim  Não

**?** Informar se o professor, além de possuir, demonstra ter familiaridade com o uso de tablet

**\* Tem experiência com planilhas eletrônicas?**

1  2  3  4  5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, o nível de familiaridade que o professor demonstra ter com o uso de planilhas eletrônicas como Excel, Libre Office Draw, etc...

**\* Tem experiência com editor de texto?**

1  2  3  4  5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, o nível de familiaridade que o professor demonstra ter com o uso de planilhas eletrônicas como Word, Libre Office Writer, etc...

**\* Tem experiência com acesso à internet?**

1  2  3  4  5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, o nível de familiaridade que o professor demonstra ter com acesso à Internet

**\* Tem experiência com apresentação de slides?**

1  2  3  4  5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, o nível de familiaridade que o professor demonstra ter com apresentação de slides usando ferramentas como Power Point, Libre Office Presentation, etc...

Figura 24 - Questionário de perfil do professor (Geral - parte 2)

**\* Tem experiência com Moodle?**

1    2    3    4    5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, o nível de familiaridade que o professor demonstra ter com o uso do Moodle

**\* Proatividade**

1    2    3    4    5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, sendo 1 = Muito baixo e 5 = Muito alto, como você qualifica a proatividade do professor em lidar com problemas relacionados a dificuldade de aprendizado de um aluno

**\* Afinidade**

1    2    3    4    5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, sendo 1 = Muito baixo e 5 = Muito alto, como você qualifica o professor quanto à afinidade com as tecnologias dos dias atuais

**\* Aplicabilidade**

1    2    3    4    5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, sendo 1 = Muito baixo e 5 = Muito alto, como você qualifica o professor quanto à aplicabilidade do conteúdo curricular

**\* Absorção**

1    2    3    4    5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, sendo 1 = Muito baixo e 5 = Muito alto, como você qualifica o professor quanto à preocupação com a absorção de conhecimento por parte dos alunos

**\* Inovação**

1    2    3    4    5

**?** Informar em uma escala de 1 a 5, sendo 1 = Muito baixo e 5 = Muito alto, como você qualifica o professor quanto à busca em inovar seus métodos de ensino

**\* Quantas semanas durou a disciplina ministrada pelo professor?**  
**Apenas números podem ser usados nesse campo.**  
**A sua resposta deve ser entre 1 e 4**

Figura 25 - Questionário de perfil do professor (Geral - parte 3)

0%  100%

**Semana 1**

Responda as questões abaixo quanto aos meios tecnológicos de notificação na 1ª semana da disciplina ministrada pelo professor.

**WhatsApp**  
Apenas números podem ser usados nesse campo.

**?** Informar quantas vezes nessa 1ª semana, foi considerado importante interagir com o professor através do Whatsapp

**E-mail**  
Apenas números podem ser usados nesse campo.

**?** Informar quantas vezes nessa 1ª semana, foi considerado importante interagir com o professor através do E-mail

**Facebook**  
Apenas números podem ser usados nesse campo.

**?** Informar quantas vezes nessa 1ª semana, foi considerado importante interagir com o professor através do Facebook

**SMS**  
Apenas números podem ser usados nesse campo.

**?** Informar quantas vezes nessa 1ª semana, foi considerado importante interagir com o professor através de SMS

**Enviar para coordenador?**

Sim  Não

**?** Informar se nessa 1ª semana, foi considerado importante interagir junto com o professor em dificuldades diversas dos alunos

Retomar mais tarde      Próximo ▶      Sair e apagar o questionário

Figura 26 - Questionário de perfil do professor (tipos de notificações semanais)

TABELA 3

Comentários de percepção de utilidade

Professor	Comentário
1	Uma ferramenta válida, pois ajuda a identificar algumas situações aparentemente silenciosas de aprendizes. Ao informar que este ou aquele podem reprovar, o professor pode buscar fazer algo diferente para reverter o cenário.
2	O sistema oferece recursos que auxiliam na tomada de decisões. Iniciativa interessante, com potencial para melhorar, em especial na interface que às vezes não se adapta à tela do dispositivo móvel.
3	Seria interessante ver esse sistema evoluir, com acréscimo de funcionalidades e melhorias no seu layout. Mas para uma primeira versão, demonstra entregar insumos para mitigar a reprovação de aprendizes.
4	Simples, porém com aparente eficácia. Ter acesso a recursos que ajudam a reduzir o índice de reprovação é algo que soa inovador. Poderia ser criado um aplicativo para dispositivos móveis, pois auxilia na usabilidade.
5	Os resultados alcançados com a ajuda do sistema parecem animadores, no entanto precisa ser utilizado mais vezes para identificar possíveis melhorias.
6	Ainda não havia visto algo com essa proposta. Ajudar o professor a reduzir reprovação, ainda mais na EaD em que reprovações em excesso muitas vezes é responsável pela evasão, pode ser uma válvula de escape para problemas dessa natureza.
7	A informática na educação é algo que surpreende. O sistema tem uma utilidade promissora, mas talvez fosse mais adequado um aplicativo.
8	É útil, e vai de encontro a um problema real. Poderia ser aplicado, dependendo do ponto de vista, não só a cursos e disciplinas a distância. A interface é simples e de fácil utilização, mas poderia ser um ponto de melhoria.
9	Acredito que a ideia central faça sentido e propõe ser uma solução a uma questão preocupante. Esse sistema, ainda que embrionário, já traz alguns benefícios para que o professor entenda quem pode reprovar em sua disciplina antes que ela acabe, pois ao fim, havendo reprovação, só cursando ela novamente.
10	Reverter na totalidade possíveis reprovações ainda parece algo a longo prazo, porém o sistema dá uma percepção otimista de que é sim exequível diminuir a quantidade de reprovações. Considero que se ele fosse aplicativo para celular, sua utilização seria facilitada. Acessar um site no celular nem sempre é algo prático.
11	É um sistema que merece atenção do ensino, em especial na EaD. Já é um desafio reduzir a evasão, a reprovação então é um transtorno que pouco se vê sendo combatido. Quantos alunos já reprovaram e que poderiam ter essa situação impedida?
12	Os recursos do sistema tem uma característica vantajosa, que é a interação entre os participantes. O professor tem à disposição um mecanismo disponível quase em tempo real. Se fosse um aplicativo seria melhor ainda.