



Revista EaD & tecnologias digitais na educação

Educação em Engenharia e Mineração de Dados Educacionais: oportunidades para o tratamento da evasão

Sandro José Rigo (UNISINOS)

rigo@unisinios.br

Jorge Barbosa (UNISINOS)

jBarbosa@unisinios.br

Wagner Cambuzzi (UNISINOS)

wagner@cambruzzi.com.br

Resumo: *Este artigo suscita reflexões sobre a evasão escolar nos cursos de Engenharia e apresenta uma análise de possibilidades de aplicação de tecnologias de Mineração de Dados Educacionais aliadas a recursos de mediação digital como forma de atuar na mitigação do problema. Estes aspectos tecnológicos vêm sendo utilizados com sucesso em processos de detecção precoce de comportamentos associados ao baixo rendimento e à evasão. Sendo esse um dos aspectos que chamam a atenção no estudo do contexto de cursos nas áreas de Engenharia, considera-se a importância do mapeamento de possíveis fatores associados, que permitam o diagnóstico precoce da evasão e a consequente re-realização de ações pedagógicas para a sua reversão.*

Palavras-Chaves: *Educação em Engenharia, Mineração de Dados Educacionais, Evasão.*

Abstract: *This article gives rise to reflections on dropout in Engineering courses and presents an analysis of possibilities of applying educational data mining technologies together with digital mediation resources as a way to act in the mitigation of this problem. These technological aspects are being used successfully in early detection of behaviors associated with the lunderachievement and drop out. Being that one of the aspects that draw attention in the context of courses in the areas of engineering, we consider the importance of mapping associated factors, enabling early diagnosis of dropout and the consequent educational actions for its reversal.*

Keywords: *engineering education, Educational Data mining, dropout.*

1. Introdução

O surgimento da Mineração de Dados Educacionais está relacionado com a grande ampliação da disponibilidade de dados sobre as atividades associadas com a Educação, em especial naquelas mediadas digitalmente. Quando uma atividade de ensino ou aprendizagem ocorre com a utilização de alguma forma de mediação digital, torna-se viável a coleta dos dados produzidos neste processo. A partir da ampla adoção do uso de sistemas informatizados, tais como os sistemas de gerenciamento acadêmico, os ambientes virtuais de aprendizagem, as redes sociais, entre outros, observa-se como consequência o aumento do volume de dados disponíveis.

Pode-se conceituar os estudos de Mineração de Dados Educacionais como sendo os estudos sobre a aplicação de técnicas diversas de análise sobre dados gerados em processos educacionais. Estes dados tornam-se disponíveis devido ao uso de ferramentas de mediação digital utilizadas de forma cada vez mais ampla. O resultado obtido com as técnicas de análise permite evidenciar padrões e aspectos sobre o contexto dos alunos, tais como suas dificuldades. Portanto, a aplicação desta técnicas permite apoiar a atividade dos professores a partir da geração de um conjunto de informações adicionais que não estariam disponíveis somente a partir da observação direta realizada pelo professor.

Um dos problemas enfrentados por diversos cursos de graduação na área de Engenharia está associado com a evasão escolar, sendo que as suas causas são apontadas como difusas dentro de um leque de fatores situados em diversos contextos. Alguns dos fatores indicados como causas da evasão estão associados com aspectos sociais e econômicos, outros com características pessoais e outros ainda com aspectos metodológicos. Esse conjunto apresenta alguns aspectos que podem ser evidenciados no processo de ensino-aprendizagem, tais como as dificuldades pessoais ou as necessidades de conhecimento e habilidades prévias. A partir da utilização de ferramentas de mediação digital e de recursos de Mineração de Dados Educacionais, esses fatores podem ser identificados e tratados com antecipação, com o objetivo de evitar comportamentos relacionados com a evasão escolar.

Portanto, este estudo tem como objetivo fulcral apresentar uma análise de possibilidades de aplicação de tecnologias de Mineração de Dados Educacionais aliada a recursos de mediação digital como forma de atuar na prevenção e reversão da evasão escolar, dado que este é um dos desafios a ser superado na área da Educação no Brasil, sendo também vivenciado de forma importante na área de Educação em Engenharia. Entretanto, ao tocar neste tema, também são abordadas estratégias para colaborar com a gradual modificação no perfil das atividades pedagógicas adotadas nos cursos de graduação na Engenharia, visando a ampliação de atividades que promovam uma maior integração entre conhecimentos e práticas. Acredita-se que uma das possibilidades neste sentido está na ampliação do uso de recursos tais como a diversificação de materiais instrucionais, juntamente com a reavaliação de estratégias pedagógicas. Desse modo, espera-se contribuir para a discussão a respeito de possibilidades de utilização mais ampla e proveitosa de recursos tecnológicos e com a análise de benefícios da incorporação de ambientes de mediação digital, de forma integrada com recursos de acompanhamento

to dos resultados e ações dos alunos, o que permite a manutenção de uma base de informações úteis em ações de prevenção e reversão de evasão.

A utilização de recursos de mediação digital e a melhoria dos sistemas de suporte, tais como os sistemas acadêmicos, repositórios digitais e ambientes virtuais de aprendizagem, fazem parte do cotidiano dos cursos de graduação. Soma-se a este contexto a adoção dos dispositivos móveis (tablets e smartphones), a disponibilização de conteúdos de forma mais ampla e aberta, além da incorporação gradual de tecnologias de visualização, interação e imersão, tais como a realidade aumentada, ambientes de imersão e ambientes de interação multimodal, integrando gestos e voz ao processo de mediação digital. Esse contexto implica positivamente para a educação em geral, sendo enfaticamente destacado em diversos estudos na área, como o Horizon Report (New Media Consortium) (Johnson, 2013) e o relatório do Office of Educational Technology (US Department of Education), (Bienkowski, 2012).

Porém, observa-se que essas possibilidades ainda são pouco exploradas no que tange à sua incorporação aos processos formais de educação. Atualmente, existe um grande movimento de estudo, análise e experimentação para que sejam identificadas e avaliadas, adequadamente, como estas novas abordagens e recursos podem ser incorporados às atuais metodologias e estruturas curriculares que foram definidas, em grande parte, em época anterior à disponibilização desses mesmos recursos digitais (Schoonenboom, et. al. 2011).

O que percebe-se é que a não adoção desses recursos e não revisão de alguns aspectos do atual processo de ensino-aprendizagem acarreta percepção negativa sobre os aspectos teóricos e práticos de grande parcela do estudantes; cenário que permite elencar algumas sugestões de ações, tais como a diversificação de práticas pedagógicas, ampliação de facilidades no acesso a materiais e recursos, assim como, a ampliação da mediação digital. Uma tendência que ganha corpo e cuja percepção sobre essas possibilidades é positivamente promissora se associada a constante revisão e atualização de seus recursos.

As possibilidades de alguns destes recursos tecnológicos disponíveis são bastante interessantes em diversos aspectos, sendo aqui destacados dois deles. O primeiro está associado com o modo como estes recursos representam um conjunto de elementos de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, em especial para áreas como a Engenharia. Exemplos dessas possibilidades de apoio estão relacionados diretamente com aspectos de visualização de fenômenos em estudo, de simulação de processos e de interação com elementos destes processos, além das possibilidades de identificação de formatos diferenciados para o material instrucional, bem como a disponibilização desses materiais segundo a necessidade identificada a cada aluno, sem deixar de lado as possibilidades de interação entre colegas e professores, em ambientes que promovam maior colaboração.

Já um segundo aspecto a destacar no uso de recursos tecnológicos diversos na Educação em Engenharia está associado com a constituição de fontes de informações sobre o desempenho, as preferências e as necessidades do aluno, o que pode permitir o acompanhamento contínuo de resultados obtidos pelos estudantes e a identificação de tendências a serem analisadas e eventualmente encaminhadas para algum tipo de tratamento pedagógico. Exemplos deste contexto são identificados nos atuais Ambientes Virtuais de Aprendizagem, que propiciam um suporte para a mediação digital durante o processo de ensino aprendizagem, sendo que desse modo todas as informações geradas

durante a interação dos alunos ficam disponíveis para análise e utilização. Outro exemplo pode ser identificado a partir de alguns materiais instrucionais ou objetos de aprendizagem, sendo que estes recursos tanto possibilitam a geração de dados sobre a interação e sobre os resultados obtidos pelos alunos, como também possibilitam uma maior interação e o estabelecimento de colaboração mais estreita e adequada entre estudantes e docentes. Além disso, estes recursos podem ser utilizados para favorecer a autonomia e ampliar a flexibilidade dos estudantes para as operações de acesso aos materiais adequados.

De forma resumida, se pode considerar que todos esses recursos baseados em mediação digital cumprem uma dupla função. Ao mesmo tempo em que ampliam a conveniência para os alunos, em função de maior flexibilidade e variedade de opções, a sua utilização também é responsável pela geração de dados que podem alimentar mecanismos de identificação precoce de necessidades e de situações que demandam atenção. Conquanto, os resultados obtidos com esse acompanhamento podem ser integrados com outras fontes de dados sobre os alunos, com vistas à geração de modelos e informações para uso em ações pedagógicas diversas.

Como este estudo está relacionado com aspectos da área de ensino em Engenharia, é relevante enfatizar que o primeiro deles confere à constatação de que a evasão é um fenômeno presente e bastante evidenciado nesses cursos. Isso pode ser identificado através de pesquisas realizadas nos últimos 10 anos (Barbosa, et. al, 2011), que apontam ser os cursos de Engenharia os posicionados entre aqueles que possuem maiores índices de evasão dentre os cursos de graduação no Brasil. Esta realidade tem sido motivadora de ações institucionais diversas para que ocorra um movimento de reversão neste contexto.

Outro aspecto importante para o contexto da área de engenharia é a percepção de que o número médio de ingressantes nos cursos de graduação tem sido pequeno para compor um quadro que permita antever a formação de número adequado de pessoal para o atendimento das demandas crescentes do país nas áreas de construção, infraestrutura e automação, entre outras. Inclusive esta percepção associa-se a iniciativas institucionais, tais como o plano Nacional Pró-Engenharia, fomentado pela Capes e MEC em 2011. Sendo que algumas das metas indicadas no plano são, exatamente, impulsionar o número de formandos, bem como, atuar no sentido de diminuir o índice de evasão na área, descrita como sendo da ordem de 55% (CAPES-MEC, 2011).

Desse modo, os objetivos específicos e potencialmente relevantes deste trabalho estão distribuídos ao longo das três partes desenvolvidas, cabendo à primeira parte, contextualizar o problema da evasão escolar nos cursos de graduação em Engenharia; à segunda, apresentar a funcionalidade da aplicação de mineração de dados educacionais e as estratégias para ampliar atividades que integrem conhecimentos e práticas como medida preventiva; à terceira, analisar os resultados de aplicação da mineração de dados educacionais em estudos de caso. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

A utilização de sistemas de identificação precoce e dinâmica de evasão está associada diretamente com a existência de ações pedagógicas eficientes destinadas a tratar a reversão destas tendências. Como importante fator complementar neste contexto, este trabalho também possui como objetivo descrever tendências e aspectos relacionados com a utilização de recursos digitais de modo a flexibilizar o processo de ensino-aprendizagem, que por sua vez estão intimamente relacionados com a geração de in-

formações importantes para o processo de identificação de necessidades e preferências dos alunos.

2. Contextualização de evasão escolar

Com relação aos aspectos históricos no Brasil, observa-se desde 1995 o desenvolvimento de estudos nessa área. Em particular, os primeiros estudos são fomentados pelo MEC (MEC, 1997) e buscavam reunir dados sobre o desempenho das universidades públicas brasileiras em relação aos índices de diplomação, retenção e evasão dos estudantes de seus cursos de graduação. As iniciativas conhecidas a partir do programa REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), também se constituem em um marco importante na área com a identificação de índices de evasão bastante significativos (MEC, 2007), que originaram ações específicas de criação de metas para redução dos índices de evasão escolar.

De forma regular, são conhecidos estudos realizados periodicamente por órgãos tais como o INEP ou o MEC. A este conjunto de estudos podem ser acrescentados os estudos que são realizados dentro do âmbito de instituições de ensino. De um modo geral, estes estudos permitem o acompanhamento de indicadores abrangentes, que por sua vez possibilitam a identificação tanto de fatores regionais como sociais que podem ser associados à evasão. Em geral estes estudos são realizados e interpretados de modo a compor análises para a identificação de elementos importantes como indicadores auxiliares, aspectos de demandas sociais ou então aspectos econômicos que possuem influência em determinadas regiões ou em áreas específicas (ADACHI, 2009).

Por sua vez, o termo evasão escolar permite diversas interpretações e é utilizado em diferentes contextos com significados ligeiramente distintos. Também são diversificadas as iniciativas para a definição e aplicação de índices que permitem realizar comparações e avaliações a seu respeito. Por exemplo, em alguns casos a desistência do curso pelo estudante, independentemente da quantidade de participações efetuadas, é caracterizada como evasão (FAVERO; FRANCO, 2006). Alguns estudos descrevem diferenciações do termo evasão de acordo com períodos médios para conclusão de curso e períodos anuais, sendo que se identificam como evasão as situações de desistência definitiva após determinado contato com o curso (SILVA FILHO et al., 2007). Segundo Adachi (ADACHI, 2009), a mensuração da evasão pode ser feita com a medição de desistência em uma determinada disciplina de um curso, ou a desistência completa de um curso de graduação. Também são diferenciadas as situações dos alunos que desistem de um curso e ingressam em outro curso dentro de uma mesma instituição de ensino, daquelas situações em que o aluno se desliga completamente de uma instituição de ensino.

A busca de referenciais teóricos que expliquem as questões relacionadas com a evasão pode ser identificada em trabalhos diversos (TINTO, 1975; ANDRIOLA; ANDRIOLA; MOURA, 2006) nos quais é destacada a natureza complexa de relacionamentos envolvidos, tais como características pessoais, expectativas e eventos motivacionais. Esses modelos envolvem a condição social do aluno, atributos como: gênero, idade, habilidades pessoais, experiências escolares anteriores, juntamente com suas expectativas de desenvolvimento pessoal e de carreira, associadas com a motivação para o desempenho acadêmico e o seu reconhecimento. Essas características são consideradas dentro de um contínuo temporal, de modo que a importância e influência de cada uma delas muda de acordo com o tempo no ambiente universitário. Deve ser destacada a necessidade de

avaliação cuidadosa de modelos como o descrito, devido à grande dinamicidade observada em relação a estes fatores e seus efeitos. Fatores tais como aspectos sociais podem ser superados a partir de níveis motivacionais ou expectativas de carreira, bem como aspectos metodológicos e ações pedagógicas podem ser associados com fatores motivacionais (ADACHI, 2009).

Alguns destes estudos relacionam aspectos mais específicos, ligados às características pessoais e institucionais, destacando-se fatores que se farão presentes ao longo de todo o período do curso, tais como questões ligadas à escolha do curso, divulgação de características da metodologia de ensino, adequação de atividades, atendimento e materiais instrucionais, bem como a atuação docente e o apoio institucional no atendimento à diversidade dos alunos e suas necessidades. Percebe-se a iniciativa das instituições de ensino, em geral, na promoção de ações para identificar variáveis associadas com o comportamento de evasão. Estas informações são posteriormente utilizadas em ações preventivas, de modo a minimizar o seu efeito. Em alguns casos esta identificação pode ser feita com informações de pouca variação e compostas pelo histórico social e educacional do aluno. Já em outras situações as informações são bastante dinâmicas, como se observa em relação à competências docentes ou interação e colaboração discente ao longo de um semestre letivo.

Com relação especificamente aos cursos ligados às áreas de Engenharias, observam-se trabalhos com foco na análise do fenômeno de evasão que destacam aspectos importantes para este contexto. Alguns trabalhos indicam a ocorrência de índices na faixa de 31% de evasão (RIOS et al., 2000), ou de até 49% em alguns cursos específicos, como Engenharia Elétrica (LODER, 2011), portanto, corroborando com a ideia de que este fenômeno é relevante e deve ser mitigado. Em outros trabalhos são indicados como origem do comportamento de evasão as deficiências no Ensino Médio e problemas metodológicos no ensino de graduação (Rios et. al, 2001). Também são identificados, em trabalhos recentes, aspectos relacionados com deficiências prévias de formação educacional (Canto et al, 2012).

No caso da Engenharia, uma parte destes fatores está relacionada com a educação básica obtida no ensino fundamental e médio que gera algumas deficiências em parte dos estudantes da área, sendo que podem ser observados, em diversos casos, a disponibilização de cursos complementares nas universidades, como forma de apoiar estes estudantes que apresentam esta dificuldade. Além disso, são contextualizadas claramente no caso das engenharias as situações em que assuntos e fenômenos complexos não são apresentados com as ferramentas pedagógicas adequadas, gerando ampliação de dificuldades (Barbosa, 2012; Canto, 2012).

3. Aplicação da Mineração de Dados Educacionais

O crescimento recente do volume de dados gerados em ambientes de ensino é o maior motivador para o crescimento da área de Mineração de Dados Educacionais. Diversos são os exemplos destes sistemas que originam novos dados, sendo que são citados alguns deles, tais como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem os Sistemas Integrados de Gestão usados nas instituições educacionais, as comunidades virtuais de relacionamento, as ferramentas de compartilhamento de materiais e os repositórios de Objetos de Aprendizagem. Esse grande volume de dados tem sido usado no apoio aos processos de ensino-aprendizagem, no desenvolvimento de materiais instrucionais e tam-

bém no acompanhamento de alunos a na geração de previsões sobre evasão, entre outros exemplos (BAKER, SEIJI, CARVALHO, 2011; MANHÃES et al 2011). Todos estes dados são considerados como uma fonte recente de possibilidades para a obtenção de padrões indicativos de comportamento que podem demandar determinadas práticas pedagógicas.

A Mineração de Dados Educacionais trata da aplicação de técnicas da Mineração de Dados junto aos conjuntos de dados obtidos nos atuais contextos educacionais. Considera-se que estes dados representam um potencial de implementação de recursos fundamentais para auxílio na melhoria da Educação, (ROMERO et al. 2010). Alguns exemplos de aplicação destas técnicas são a geração de alertas (KAMPFF, 2009), o apoio a sistemas de recomendação (DURAND, et al. 2011; TOSCHER, 2010) ou a captura de perfis (LI et al.2011). Questões ligadas ao histórico educacionais e aspectos sociais, que se apresentam com características estáticas e constituem dados históricos podem ser tratadas para a obtenção de informações que atendem às iniciativas institucionais de prevenção com ações amplas e educativas. Já dados originados na interação e desenvolvimento das atividades semestrais dentro de uma disciplina podem ser utilizados para a geração de diagnósticos e indicação de ações mais imediatas, dentro de um escopo menor de tempo, mas igualmente importantes, tratando de situações de possível evasão imediata.

Com os resultados obtidos a partir das técnicas de Mineração de Dados Educacionais, entra em questão a utilização destas informações, que idealmente devem estar associadas com ações afirmativas institucionais. Um dos exemplos é o uso destas informações para a geração de alertas a serem utilizados pelos professores. Conforme (KAMPFF, 2009) a integração das áreas de Mineração de Dados Educacionais e sistemas de alertas permite que o professor deixe de ser reativo, respondendo ao aluno apenas quando solicitado, e passe a ser proativo, ampliando as possibilidades de aprendizagem do aluno. Entretanto, identifica-se a necessidade de uma abordagem que integre de forma mais ampla o estudo prévio dos fatores a serem monitorados por técnicas de Mineração de Dados Educacionais, de modo a compor cenários coerentes com os conhecimentos acerca do processo de evasão escolar. A escolha dos atributos a serem utilizados para processos de mineração pode ser tanto mais efetiva quanto maior for o envolvimento de equipe multidisciplinar, que garanta a melhor utilização do conhecimento acerca deste fenômeno (ROMERO; VENTURA, 2010).

4. Análise da aplicação de Mineração de Dados Educacionais

A seguir são destacados alguns exemplos de estudos de caso realizados e correspondente aplicação de recursos de recursos de Mineração de Dados Educacionais com o objetivo de identificar os alunos com potencial risco de evasão escolar e também de realizar ações com vistas à reversão.

Para o primeiro estudo de caso foi realizada a coleta de dados de alunos de dez turmas de quatro disciplinas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Em se tratando de disciplinas de cursos em Educação a Distância, as informações coletadas são formadas por registros de interação com a ferramenta Moodle e dados do sistema acadêmico. Na coleta realizada foram obtidos registros de 693 alunos de 19 turmas em que as aulas semestrais ocorreram entre o período de 2011 à 2012. A partir disso, esses registros foram modelados de forma a considerar as interações semanais com as dife-

rentes ferramentas utilizadas para o ensino. Com a coleta e modelagem das informações foi possível então a aplicação de técnicas de Mineração de Dados Educacionais de forma que, ao final de cada semana letiva pudesse ser gerado um relatório indicando quais alunos foram classificados com risco de evasão. Ao final do estudo de caso, os indicadores de evasão foram avaliados semanalmente considerando a taxa de acerto tanto de cada um dos grupos de alunos, como a média de acerto obtida em cada uma das disciplinas, já que cada uma delas apresenta características particulares de estrutura do curso, formatos de materiais e avaliação. Os resultados apresentados evidenciaram que foi possível prever percentuais que variaram entre 75,7% até 91% dos casos de evasão durante todo o período analisado.

Esse resultado é considerado bastante relevante, pois significa que aproximadamente 80% das situações de potencial risco de evasão puderam ser identificadas.

Adicionalmente, destaca-se que no modelo utilizado não há necessidade de aguardar o término do semestre para a predição dos alunos com potencial de evasão. Isso é também bastante relevante, pois possibilita a intervenção de tutores e professores no decorrer do desenvolvimento da disciplina, aumentando as possibilidades de reversão destes possíveis quadros.

Esse aspecto foi utilizado em um segundo estudo de caso, onde foram analisados, na mesma universidade do primeiro estudo de caso, os dados de 925 alunos, distribuídos em 18 turmas. A média de acerto da previsão dos casos de evasão obtida foi de 82%. De forma complementar, foram realizadas ações de reversão com os alunos indicados, sendo que comparativamente com turmas similares, sem uso desta ferramenta e destas ações, houve uma diferença de evasão 23% menor em um grupo de turmas e 6% menor em outro grupo de turmas, confirmando a hipótese de que a predição de evasão e a realização de ações preventivas de reversão podem gerar um resultado positivo.

A comparação do estudo de caso descrito para com contextos de outros cursos da área de Engenharia e mesmo com cursos em outras modalidades de educação, que não a Educação a Distância, é considerada válida e relevante, pois o fato mais importante demonstrado é justamente o processo que relaciona a escolha de fatores e indicadores que possam ser acompanhados, de modo digital, diretamente ou não, com a utilização de mecanismos de tratamento para a geração de modelos de comportamento, sendo estes por fim utilizados para ações concretas de prevenção, envolvendo considerações metodológicas e pedagógicas. Além disso, seguindo as indicações de tendências nessa área (Johnson, 2013; Bienkowski, 2012), deve se considerar um cenário de intensa oferta de dados sobre o comportamento e necessidades dos alunos, com base na adoção de mediação digital de forma mais ampla.

5. Considerações Finais

O trabalho aqui apresentado destaca o contexto da evasão nos cursos de Engenharia, devido à percepção de que esta é uma área que possui um alto índice de evasão entre seus estudantes, fato motivador de programas institucionais de mitigação (CAPES-MEC, 2011). Ademais, são apresentadas algumas das causas identificadas a partir de trabalhos científicos na área, em geral associadas com deficiência na formação básica, mas também com aspectos metodológicos adotados nas universidades (Barbosa, 2012; Canto, 2012). O estudo do problema de evasão escolar possibilita identificar a sua rela-

ção com uma demanda importante na sociedade, onde tanto universidades públicas como universidades particulares apresentam índices considerados altos.

Conclui-se ainda que as situações associadas com origens e motivadores para ações de evasão escolar são bastante diversas e envolvem fatores tanto externos como internos, aspectos pessoais e institucionais. Alguns destes fatores podem ser identificados com apoio de técnicas de Mineração de Dados Educacionais, de modo a facilitar as ações de prevenção e de atendimento. De forma complementar, as ferramentas de mediação digital possuem a ampla aceitação entre estudantes e apresentam possibilidades de identificação de melhorias nos processos pedagógicos. Além destes aspectos, a sua utilização é recomendável porque se caracterizam como fontes de informações sobre as necessidades dos alunos, permitindo a ampla utilização de ferramentas de Mineração de Dados Educacionais.

Referências

ANDRIOLA, W. B.; ANDRIOLA, C. G.; MOURA, C. P. **Opiniões de docentes e de coordenadores acerca do fenômeno da evasão discente dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC)**. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação. Rio de Janeiro, v.14, n.52, jul/set, 2006, p. 365-382.

ADACHI, A.A.C.T, **Evasão e evadidos nos cursos de graduação da Universidade Federal de Minas Gerais**, Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, UFMG, 2009.

BAKER, R. S. J., CARVALHO, A., M., J., ISOTANI, S., **Mineração de Dados Educacionais: Oportunidades para o Brasil**, Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 19, Número 2, 2011

CensoEAD (2010) CensoEAD.BR:2009. **Relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil**. ABED - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

DURAND, G., LAPLANTE, F., KOP, R. **A Learning Design Recommendation System Based on Markov Decision Processes, KDD 2011** Workshop: Knowledge Discovery in Educational Data, ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD 2011) in San Diego, CA. August 21-24. 2011.

FAVERO, R. V. M., **Dialogar ou evadir: Eis a questão!: Um estudo sobre a permanência e a evasão na Educação a Distância, no Estado do Rio Grande do Sul**. CINTED-UFRGS. Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: V. 4 Nº 2, Dezembro, 2006.

KAMPFF, A. **Mineração de Dados Educacionais para Geração de Alertas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem como Apoio à Prática Docente**. Porto Alegre, RS: 2009

LI, N., COHEN, W., KOEDINGER, K.R., MATSUDA, N., **A Machine Learning Approach for Automatic Student Model Discovery**. EDM 2011: 31-40. Proceedings of the 4th International Conf on EducationalData Mining, Eindhoven, The Netherlands, July 6-8, 2011.

LEVY, Y. **Comparing dropouts and persistence in e-learning courses**, Computers & Education, 48 (2007) 185–204, 2007.

LOBO, Roberto Leal et. al. **A evasão no Ensino Superior Brasileiro**. Cadernos de Pesquisa, v. 37, n. 132, p. 641-659, set./dez. 2007. Disponível em

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-15742007000300007&script=sci_arttext#tab07. Acesso em abril de 2012.

MANHÃES, L. M. B, CRUZ, S. M. S., COSTA, R. J. M., ZAVALETA, J., ZIMBRÃO, G., **Previsão de Estudantes com Risco de Evasão Utilizando Técnicas de Mineração de Dados**. XVII WIE, 2011.

MEC – Ministério da Educação e Cultura (1997) **“Diplomação, Retenção e Evasão nos cursos de Graduação em Instituições de Ensino Superior Públicas”**, http://www.udesc.br/arquivos/id_submenu/102/diplomacao.pdf, Acesso em abril de 2012.

MEC – Ministério da Educação (2007) **“Diretrizes Gerais do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI”**, <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/diretrizesreuni.pdf>, Acesso em Abril de 2012.

ROMERO, C., VENTURA, S., PECHENIZKIY, M., BAKER, R.S.J.d, **Handbook of Educational Data Mining**, Ed. C R C, 2010, 535p.

SCOTT, J (2011) – **Distance Education Report**, California Community Colleges Chancellor’s Office, 2011. Disponível em <http://www.cccco.edu/Portals/4/AA/Final%20DE%202011%20Report.pdf>. Acesso em abril de 2012.

SANTOS, E. M.; NETO, J. D. O.. **Evasão na Educação a Distância: identificando causas e propondo estratégias de prevenção**. Universidade Metropolitana de Santos (Unimes). Núcleo de Educação a Distância - Unimes Virtual. Revista Científica de Educação a Distância. Vol 2 – N°2 – Dez. 2009

TINTO, V. **Dropout from higher education: a theoretical synthesis of recent research**. Washington, Review of Educational Research v. 45, n. 1, 1975, p. 89-125.

TOSCHER, A., JAHNER, M. 2010. **Collaborative filtering applied to educational data mining. KDD Cup 2010: Improving Cognitive Models with Educational Data Mining**.

J. R. T. Rios; A P. Santos, & C. Nascimento. **Estudo da evasão e da retenção nos cursos de engenharia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28, 2000, Ouro Preto, MG. Anais Eletrônicos do XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia. Ouro Preto: Associação Brasileira do Engenharia – ABENGE, 2000

J. R. T. Rios; A P. Santos, & C. Nascimento. **Evasão e retenção no ciclo básico dos cursos de engenharia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29, 2001. Anais Eletrônicos do XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia. Associação Brasileira do Engenharia – ABENGE, 2001.

P. V. Barbosa, F. Mezzomo, L. L. Loder -. **Motivos de Evasão no curso de Engenharia Elétrica: Realidade e perspectivas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 39, 2011. Anais Eletrônicos do XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia. Associação Brasileira do Engenharia – ABENGE, 2011.

Alberto Bastos do Canto Filho, Luiz Fernando Ferreira, Magda Bercht, Liane Margarida Rockenbach Tarouco, José Valdeni de Lima. **Objetos de Aprendizagem no Apoio à Aprendizagem de Engenharia**: Explorando a Motivação Extrínseca. CINTED. UFRGS, 2012.

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., Ludgate, H. (2013). **NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Bienkowski, M. Feng, M., Means, B.. **Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics**: An Issue Brief, Washington, D.C., 2012. U.S. Department of Education. Office of Educational Technology. 2012

Schoonenboom, J., Levene, M. Heller, J., Keenoy, K, Turcsányi-Szabó, M., **Trails in Education**. Sense Publishers, 2011.

CAPES-MEC, 2011, **PLANO NACIONAL DE ENGENHARIA PRÓ-ENGENHARIA**. Disponível em <http://www.eng.uerj.br/publico/anexos/1318898639/1318898639PlanoNacionalEngenharia.doc>.