

## Proposta de ferramenta para uso abrangente de Testes Adaptativos Computadorizados na Educação a Distância

Paulo Rogério Pires Manseira (Instituto Superior Tupy/SOCIESC) [paulo.manseira@sociesc.org.br](mailto:paulo.manseira@sociesc.org.br)  
Mehran Misaghi (Instituto Superior Tupy/SOCIESC) [mehran@sociesc.org.br](mailto:mehran@sociesc.org.br)

### Resumo:

Este artigo apresenta um relato inicial sobre nossa pesquisa para concepção, construção, aplicação e avaliação do uso de um *software* para aplicação abrangente e contínua de Testes Adaptativos Computadorizados (TAC) em cursos de Educação à Distância (EaD). Apenas recentemente o estudo e uso dos TACs tem despertado o interesse de pesquisadores brasileiros. Este trabalho apresenta a conceituação básica sobre TAC e uma relação das pesquisas acadêmicas desenvolvidas sobre o assunto no Brasil classificando-os conforme suas abordagens e focos. Não encontrou-se relatos de usos abrangentes de TAC na realidade diária de estudantes de cursos de EaD e propõe-se o desenvolvimento de um módulo de *software* para o sistema de gestão de aprendizagem Moodle com o objetivo de permitir a realização de exercícios de fixação e avaliações formativas com *feedbacks* constantes enquanto diminui o esforço e tempo necessários à execução do conjunto de atividades ligadas ao processo avaliativo por parte de professores e tutores.

**Palavras chave:** Teste Adaptativo Computadorizado, Pesquisas brasileiras, Moodle.

## Proposal for a tool to use comprehensive Computerized Adaptive Testing in Distance Education

### Abstract

This paper presents a report on our initial research to design, construction, implementation and evaluation of the use of a software application for comprehensive and continuous Computerized Adaptive Testing (CAT) in Distance Education (DE) courses. Just recently the study and use of CAT has aroused the interest of Brazilian researchers. This paper presents the basic concepts of CAT and a list of academic research on the subject in Brazil classifying them according to their approaches and focuses. No reports were found about comprehensive uses of CAT in daily reality of students in DE courses, and proposes the development of a software module for the learning management system Moodle in order to allow for fixation exercises and formative assessments with constant feedback while decreasing the effort and time required to carry out all activities related to the assessment process by teachers and tutors.

**Key-words:** Computerized Adaptive Testing, Brazilian research, Moodle.

### 1. Introdução

Atualmente as instituições de ensino tem buscado obter e explorar conjuntos de dados acerca de seu público-alvo com o objetivo de aumentar a retenção dos alunos e proporcionar maior qualidade de seus serviços educacionais ao mesmo tempo que identificam com maior clareza o perfil de seus alunos de forma a personalizar o processo de ensino-aprendizagem

(JOHNSON et al., 2013). A complexidade desta atividade aumenta quando se trata de um público que se encontra distante fisicamente e/ou temporalmente das instituições em se tratando da modalidade de Educação à Distância (EaD).

A personalização do processo de ensino-aprendizagem permite o alcance de benefícios como o estímulo à postura ativa do estudante, respeito a seu próprio ritmo de aprendizagem e ênfase na formação com *feedback* sistemático e contínuo. Logo, para alcançar tais benefícios é necessário o uso constante e regular de testes diagnósticos que gerem informações para análise da proficiência (nível de conhecimento ou traço latente), e que exige, portanto, maior esforço na elaboração das avaliações, maior tempo na análise dos resultados e na posterior provisão do *feedback* de cada aluno por parte dos professores e tutores (ALVES et al., 2011). Portanto, como personalizar o processo de ensino-aprendizagem ao mesmo tempo que se diminui o tempo e esforço necessário por parte dos professores e tutores em um curso de EaD é o problema motivador deste trabalho.

Uma possibilidade para atenuar esse problema é a automatização das atividades de aplicação e análise dos resultados de testes diagnósticos através de uma ferramenta de software, atividade conhecida como Computer-Based Testing (CBT, ou Teste Computadorizado). CBT pode ser definido em linhas gerais como o uso de Tecnologia da Informação (TI) em atividades de avaliação para fins de classificação, seleção ou aferição (OLIVEIRA, 2002; SCHEUERMANN; BJÖRNSSON, 2009). O CBT apresenta diversos modelos que podem ser implementados conforme a situação do teste a ser realizado (LUECHT; SIRECI, 2011):

- a) Computerized Fixed Tests (CFT) – normalmente aplicado em exames de certificação e exames de fisioterapia.
- b) Linear-on-the-Fly Tests (LOFT) – normalmente aplicado na indústria de segurança.
- c) Computerized Adaptive Tests (CAT) – normalmente aplicado na mensuração de progresso acadêmico e testes vocacionais.
- d) a-Stratified Computerized Adaptive Testing (AS) – normalmente aplicado em simulações sobre dados educacionais.
- e) Content-Constrained CAT with Shadow Tests – normalmente aplicado em simulações sobre dados educacionais e testes vocacionais.
- f) Computer-Adaptive Multistage Testing – normalmente aplicados em testes de mensuração acadêmica e exames de classes profissionais como médicos, enfermeiros, contadores, advogados etc.

Entre os modelos relacionados o CAT, ou Teste Adaptativo Computadorizado (TAC) é o mais utilizado em situações educacionais. Embora nos Estados Unidos e na Europa os estudos sobre TAC venham se tornando abrangentes, no Brasil são encontradas poucas pesquisas aplicadas sobre este tema, restritas apenas aos últimos dez anos notadamente em atividades pontuais relacionadas à área de educação (MOREIRA JUNIOR, 2011).

Assim, o objetivo deste trabalho é propor uma ferramenta de software que torne abrangente o uso do TAC em cursos de EaD, desde a execução de avaliações formais em sala de aula até a realização de exercícios em ambientes virtuais de aprendizagem, permitindo dessa maneira a personalização do processo de ensino-aprendizagem com avaliações formativas e *feedbacks* constantes enquanto diminui o esforço e tempo necessários à execução do conjunto de atividades ligadas ao processo avaliativo realizado por professores e tutores.

Com este intuito, o presente trabalho está organizado em cinco seções. Na primeira seção apresenta-se a introdução do trabalho, objetivos e relevância para o seu desenvolvimento. Na

segunda seção, são expostos os conceitos básicos para a fundamentação da pesquisa. Adiante, na terceira seção são apresentados os trabalhos relacionados à área de estudo. Na quarta seção é apresentada a proposta de trabalho que está em andamento. Na última seção são apresentadas as conclusões obtidas até o presente momento.

## 2. Conceitos básicos

O TAC é um teste computadorizado flexível e adaptável, em tempo real, ao indivíduo que está sendo examinado, e que gera dados estatísticos tanto do indivíduo quanto do grupo a que o indivíduo pertence, em função do nível de proficiência inferido a partir das questões apresentadas que seguem certa metodologia psicométrica em sua formulação (PITON-GONÇALVES, 2013). Seu surgimento está relacionado aos desdobramentos sobre os estudos de técnicas psicométricas e à evolução das tecnologias de *hardware* e *software*.

### 2.1 Breve histórico

Quanto às técnicas psicométricas, Weiss (1985 apud MOREIRA JUNIOR, 2011) faz uma relação dos principais eventos como seguem: em 1905 Alfred Binet e Théodore Simon propõem o primeiro teste para medir o Quociente de Inteligência (QI), o Teste de Binet; em 1957, Lee Cronbach e Goldine Gleser propõem o Teste Adaptativo de Dois Estágios; este melhorado e apresentado como Teste Adaptativo Estratificado por David Weiss em 1973; seguido pelos estudos do próprio Weiss com Kevin Larkin que em 1975 apresentam o Teste Adaptativo Piramidal; enquanto as bases matemáticas e estatísticas do que viria a ser a Teoria de Resposta ao Item (TRI) são propostas por Frederick Lord e Melvin Novick em 1968.

Com a evolução das tecnologias computacionais a primeira implementação de um teste informatizado se dá em 1974 com os estudos de Mark Reckase. Este trabalho é então melhorado e utilizado em maior escala por David Weiss, em 1984, aplicado juntamente com a TRI no projeto militar norte-americano chamado *Armed Services Vocational Aptitude Battery* (ASVAB) dando origem ao primeiro teste adaptativo computadorizado (MOREIRA JUNIOR, 2011; PITON-GONÇALVES, 2013).

Devido à recente popularização da Teoria de Resposta ao Item Multidimensional (em inglês, *Multidimensional Item Response Theory* – MIRT), proposta na década de 1970 por Darrel Bock, Paul Horst, Roderick McDonald, Bengt Muthen e Fumiko Samajima, mas tornada popular a partir de 2008, o TAC baseado na TRI original passou também a designar-se Teste Adaptativo Computadorizado Unidimensional (em inglês *Unidimensional Computer Adaptive Test* – UCAT) com o intuito de diferenciá-lo do Teste Adaptativo Computadorizado Multidimensional ou, em inglês, *Multidimensional Computer Adaptive Test* – MCAT (RECKASE, 2009; PITON-GONÇALVES, 2013).

### 2.2 Tipos de TAC

O TAC basicamente se diferencia em função do método aplicado e, portanto, divide-se em duas classes (PITON-GONÇALVES, 2013):

- a) Teste Adaptativo Computadorizado Unidimensional, que é um TAC baseado na TRI unidimensional, ou simplesmente TRI.
- b) Teste Adaptativo Computadorizado Multidimensional, que é um TAC baseado na TRI multidimensional (TRIM).

A TRI e a TRIM consideram a existência de uma relação entre a habilidade (proficiência ou traço latente), no caso da TRI, ou conjunto de habilidades, no caso da TRIM, do indivíduo examinado e a probabilidade de responder corretamente aos itens de um teste. O modelo matemático que suporta a teoria é formado por um conjunto de parâmetros do indivíduo examinado, um conjunto de parâmetros de cada questão a ser utilizada no teste e de uma

função que relaciona os parâmetros citados com a probabilidade do indivíduo responder corretamente ou incorretamente cada questão do teste, cujas respostas obtidas são avaliadas por um procedimento de inferência estatística para obtenção de estimadores de proficiência (RECKASE, 2009; DEMARS, 2010).

Portanto, a escolha entre os métodos da TRI e por conseguinte do tipo de TAC depende diretamente de qual ou quais habilidades se deseja mensurar através do teste.

### 2.3 Funcionamento geral de um TAC

O TAC Unidimensional é utilizado para medir uma habilidade que pode ser exemplificada como o “conhecimento de matemática básica”, enquanto que o TAC Multidimensional é utilizado para medir mais de uma habilidade ao mesmo tempo como por exemplo “álgebra linear e balanceamento de reações químicas”. A partir de um critério determinado o sistema escolhe a primeira questão a ser apresentada e, na sequência, de acordo com sua resposta, correta ou incorreta, a próxima questão é selecionada em um banco de itens, permitindo dessa maneira que o teste seja formado por questões adequadas ao traço latente que está sendo avaliado. O teste segue essa lógica até que se encontre um ponto de equilíbrio (ou qualquer outro critério de parada) na estimativa do nível de proficiência (FETZER et al., 2011), conforme ilustrado na figura 1. Ao final do teste tem-se uma estimativa bastante precisa do nível de domínio que o indivíduo apresenta sobre o conteúdo.

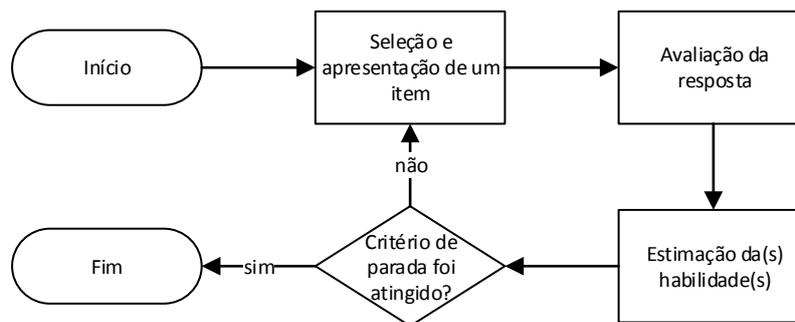


Figura 1 – Algoritmo básico de um TAC  
Fonte: adaptado de Fetzer et al. (2011)

Uma ilustração de um exemplo típico de uso de um TAC é apresentada na figura 2 onde nota-se que a cada questão respondida corretamente o nível de habilidade estimada do indivíduo aumenta, ao passo que a cada questão respondida incorretamente o nível de habilidade estimada diminui e após a aplicação de um determinado conjunto de questões encontra um ponto de equilíbrio entre os níveis 1 e 2.

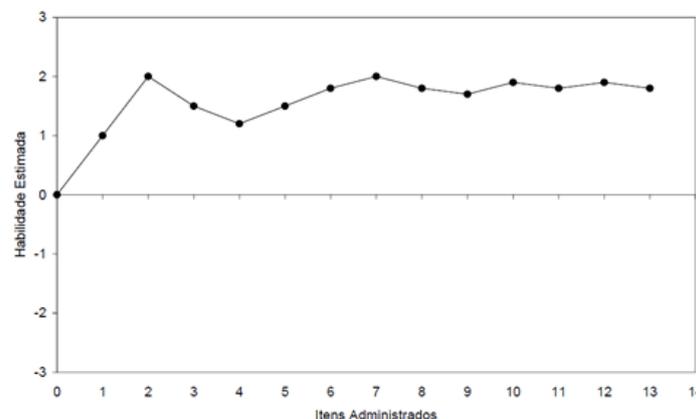


Figura 2 – Exemplo de um TAC  
Fonte: Moreira Junior (2011)

Do ponto de vista arquitetural, para que seja adequadamente implementado, um TAC necessita de (THOMPSON; WEISS, 2011):

- a) Um banco de itens, preferencialmente já calibrados – um conjunto de questões com parâmetros psicométricos, como dificuldade e nível de habilidade estimada, já determinados.
- b) Um critério de início – uma regra para a escolha da primeira questão a ser apresentada para o indivíduo.
- c) Um algoritmo de seleção de itens – um algoritmo que escolha adequadamente qual questão do banco de itens deve ser apresentado em seguida, considerando a resposta da questão anterior, o nível de exposição da possível próxima questão, entre outros.
- d) Um algoritmo de estimação da habilidade – um algoritmo que reestima a habilidade do indivíduo sempre que uma questão é respondida durante o teste.
- e) Um critério de término – uma regra para determinar a finalização do teste.

Entre todos os itens arquiteturais citados o banco de itens é o mais sensível e o fator que representa, direta ou indiretamente, a maior desvantagem no uso de TAC, pois requer cuidado na elaboração das questões e na escolha da metodologia de calibração inicial; apresenta potencial aumento dos custos por necessitar envolver profissionais com domínio de modelos estatísticos; necessita de um sistema computacional capaz de processar os cálculos de maneira rápida e segura; e envolve procedimentos criteriosos sempre que houver inclusão ou exclusão de novas questões no banco de itens podendo, conforme o caso, ser necessário refazer a calibração inicial dos itens (PITON-GONÇALVES, 2013).

Contudo, diversas vantagens são obtidas com o uso de um TAC (MOREIRA JUNIOR, 2011):

- a) A correção automática reduz o tempo necessário para correção dos testes e evita erros.
- b) Controle do tempo de exposição das questões durante o teste, permitindo que sistema saiba quanto tempo determinado indivíduo demorou para responder determinado item.
- c) A personalização do teste de acordo com o desempenho de cada indivíduo permitindo inferir com maior precisão seu nível de proficiência.
- d) Diminuição do tempo necessário para aplicação do teste.
- e) Diminuição do número de questões necessárias para inferir o nível de proficiência durante o teste.
- f) Possibilidade de aplicação na EaD.
- g) Possibilidade de realização dos testes em dias, horários e locais diferentes.
- h) Permite a comparação de desempenho entre os indivíduos que realizaram diferentes testes, em diferentes datas e horários.
- i) Possibilidade de apresentar *feedback* instantâneo com informações valiosas aos examinados.
- j) Não necessita impressão de provas e por conseguinte diminui o risco de fraude e a necessidade de espaço físico.
- k) Permite a criação de questões que façam uso de multimídia.
- l) Permite o acompanhamento evolutivo dos indivíduos.

Embora possua limitações, as vantagens oferecidas vem incentivando pesquisadores e instituições a contribuírem com implementações práticas de TAC como apresentado na próxima seção.

### 3. Trabalhos relacionados e usos do TAC

As pesquisas e o uso dos TAC nos Estados Unidos e na Europa tem apresentado elevado crescimento nas áreas da Medicina, Saúde, Educação, Psicologia e Gestão do Conhecimento sendo estimado que cerca de 4 a 6 milhões de pessoas em todo o mundo sejam submetidas a

testes deste tipo por aproximadamente 30 grandes programas operacionais para fins de educação, certificação e licenciamento, como os programas *Test of English Foreign Language* (TOEFL), o *National Council of Architectural Registration Boards* (NCARB), o *Graduate Record Exam* (GRE), o *Graduate Management Admissions Test* (GMAT), o *Armed Services Vocational Aptitude Battery* (ASVAB) – único TAC utilizado em larga escala para fins de recrutamento de pessoal, o *Scholastic Aptitude Tests* (SAT), o *National Council Licensure Examination for Registered Nurses* (NCLEX), o *Microsoft Certified Professional Exams* e o *American Institute of Certified Public Accountants Exam* (AICPA) entre outros (FETZER et al., 2011; SCHEUERMANN; BJÖRNSSON, 2009).

No Brasil seu uso e pesquisa ainda são poucos difundidos, restringindo-se basicamente ao uso na área de Educação durante os últimos dez anos (MOREIRA JUNIOR, 2011) com destaque para o trabalho desenvolvido pelo Centro de Seleção e de Promoção de Eventos da Universidade de Brasília (CESPE/UnB) na implementação de um TAC para aferir a proficiência de língua estrangeira na UnB (COSTA, 2009; KARINO; COSTA; LAROS, 2009) que tem evoluído para um sistema de grande escala a ser utilizado, a médio prazo, em avaliações de grande porte e diversos tipos de certificações (CASTRO, 2013).

### 3.1 Pesquisas sobre TAC no Brasil

Complementando a pesquisa realizada por Piton-Gonçalves (2013), a partir de buscas em bases de artigos científicos e bancos de teses e dissertações levantou-se apenas 41 trabalhos de pesquisa relacionados ao uso de TAC no Brasil, abordando cada um diferentes características ou usos, sendo 3 monografias de graduação, 2 relatórios técnicos, 22 artigos científicos, 12 dissertações e 2 teses. No quadro 1 é possível visualizar um resumo dos trabalhos com indicações de suas abordagens e focos.

Destaca-se como mais significativos os trabalhos de pós-graduação sendo a primeira ocorrência dessa categoria a dissertação de Oliveira (2002) abordando o trabalho de calibração de itens de a modelagem de TAC Unidimensional. Seguido da dissertação de Santos (2003) que propõe o desenvolvimento de uma ferramenta de TAC Unidimensional de acompanhamento para avaliação de habilidade de alunos com feedback ao professor e ao aluno. A dissertação de Piton-Gonçalves (2004) apresenta o desenvolvimento de um TAC como complemento de um sistema de tutoria cujo objetivo é preparar o estudante de mestrado para o exame de proficiência em língua estrangeira. Descovi (2008) apresenta uma dissertação sobre o uso de um TAC para identificação de dificuldades individuais de alunos do ensino fundamental no aprendizado de matemática. Monzón (2008) apresenta uma dissertação abordando a construção de um banco de itens para testes de proficiência em língua estrangeira. Costa (2009) apresenta em sua dissertação métodos estatísticos utilizados em TACs. A dissertação de Becher (2009) apresenta continuidade do trabalho de Descovi, agora com mapas conceituais sobre álgebra com alunos do ensino médio. A dissertação de Murlick (2009) apresenta o estudo sobre uma plataforma de ensino adaptativo que se utiliza de TAC, que é continuado pela dissertação de Dallemole (2010).

No ano de 2011 tem-se a primeira teste sobre testes adaptativos com o trabalho de Moreira Junior (2011) que trata da sistemática de implementação de TACs. Sassi (2012) apresenta uma dissertação sobre aspectos teóricos e práticos do desenvolvimento de TAC. A dissertação de Abreu (2012) aborda uma ferramenta de avaliação diagnóstica educacional baseada em TAC. Ricarte (2013) apresenta em sua dissertação modelos da TRI utilizados em TAC e descreve alguns métodos de calibração de itens para a formação e manutenção do banco de questões. Por fim a tese de Piton-Gonçalves (2013) aborda a produção e uso de TAC Multidimensional, único trabalho sobre o tema até o momento.

Abordagem	Foco	Quantidade	Trabalhos
Implementação	Ferramenta	3	Monografias: Dalpiaz (2007); Fernandes (2009); Carvalho e Coelho (2011)
		2	Artigos: Ferreira et al. (2011); Abreu e Silva (2012)
		3	Dissertações: Santos (2003); Piton-Gonçalves (2004); Abreu (2012)
	Banco de itens	2	Artigos: Oliveira, Aluísio e Piton-Gonçalves (2004); Karino, Costa e Laros (2009)
		2	Dissertações: Oliveira (2002); Monzón (2008)
	Arquitetura	2	Artigos: Pimentel e Omar (2007); Cura Junior et al. (2007)
Diagnóstico	Modelos	3	Artigos: Aluísio et al. (2003); Pimentel e Omar (2006); Piton-Gonçalves, Monzón e Aluísio (2009)
	Ferramenta	1	Relatórios técnicos: Oliveira e Aluísio (2004)
		6	Artigos: Piton-Gonçalves et al. (2004); Santos et al. (2004a); Santos et al. (2004b); Santos e Guedes (2004); Santos e Guedes (2005); Andrade e Justino (2007)
		4	Dissertações: Descovi (2008); Becher (2009); Murlick (2009); Dallemole (2010)
Inteligência Computacional	Seleção de item	2	Artigos: Sassi e Curi (2010); Galvão, Neto e Borges (2012)
	Algoritmo	1	Artigos: Moreira Junior et al. (2013)
Modelos	TRI	1	Relatórios técnicos: Oliveira e Aluísio (2002)
		1	Artigos: Labarrère, Da-Silva e Costa (2011)
	Banco de itens	2	Dissertações: Costa (2009); Ricarte (2013)
	TAC Multidimensional	1	Artigos: Piton-Gonçalves e Aluísio (2012a)
		1	Teses: Piton-Gonçalves (2013)
	Seleção de item	1	Artigos: Costa et al. (2009)
		1	Dissertações: Sassi (2012)
Implementação	1	Teses: Moreira Junior (2011)	
Banco de itens	Taxonomia	1	Artigos: Piton-Gonçalves e Aluísio (2012b)

Quadro 1 – Resumo das pesquisas acadêmicas brasileiras sobre TAC

#### 4. Proposta de trabalho

A partir do levantamento de trabalhos brasileiros relacionados ao tema percebe-se que as pesquisas desenvolvidas até o momento não fizeram uso do TAC de forma abrangente e contínua em cursos de EaD, integrando essa ferramenta de forma efetiva à metodologia utilizada por instituições que trabalham com essa modalidade de ensino.

Assim, considerando as limitações inerentes ao estágio inicial em que se encontra nossa pesquisa sobre esta abordagem específica, propõe-se a implementação de um módulo de software capaz de realizar exercícios e testes adaptativos através do sistema de gestão de aprendizagem (*Learning Management Systems – LMS*) Moodle em um curso superior da modalidade EaD, de uma instituição de ensino superior do norte do estado de Santa Catarina.

A instituição é reconhecida na região por ser uma organização referência em educação oferecendo ensino fundamental, fundamental bilíngue, médio, tecnológico, graduação e pós-graduação com ênfase nas áreas de Engenharia. Desde o ano de 2006 atua no segmento de

Educação à Distância com cursos concebidos a partir de um modelo pedagógico centrado no aluno, que objetiva o aprendizado colaborativo entre os estudantes, professores e tutores através de um LMS baseado na web, com foco em possibilitar a interatividade, o atendimento personalizado, a redução de custos e a flexibilidade de tempo e espaço no processo de ensino e aprendizagem.

A escolha do Moodle se dá em função de sua popularidade, sendo o Brasil, entre 237 países, o terceiro país que mais utiliza esta ferramenta contando atualmente com 6.526 sites registrados (MOODLE TRUST, 2013), e da oportunidade apresentada pela realidade da referida instituição que busca a substituição do LMS atual por outro que atenda mais adequadamente suas necessidades.

A ênfase do software será possibilitar o uso de TAC de forma simples em diferentes momentos de estudo, desde a execução de avaliações formais em sala de aula até a realização de exercícios das diversas unidades de estudo. Espera-se propiciar:

- a) A construção de avaliações formativas e *feedbacks* constantes.
- b) O diagnóstico e a personalização do processo de ensino-aprendizagem.
- c) A diminuição do esforço e tempo necessários à execução do conjunto de atividades ligadas ao processo avaliativo realizado por professores e tutores.

A validação do software se dará através de um estudo de caso e a avaliação dos resultados se dará através de levantamento quantitativo e qualitativo junto à professores, tutores e alunos envolvidos em um curso da modalidade EaD da instituição de ensino superior mencionada.

## 5. Conclusão

Conclui-se, a partir da literatura analisada, que o uso de TAC no Brasil carece de implementações abrangentes que tenham por objetivo ajudar as instituições de ensino superior que atuam com educação à distância na melhora qualitativa de seus processos de ensino-aprendizagem favorecendo uma experiência personalizada de aprendizagem a seus alunos, assim justificando esta proposta de trabalho que deve apresentar como próximas etapas:

- a) Identificação do tipo de TAC a ser utilizado em função das características do curso da modalidade EaD onde será implementado o estudo de caso.
- b) Mapeamento do processo e identificação dos momentos em que será inserido o uso do TAC durante a execução do curso.
- c) Levantamento de técnicas e procedimentos para criação de itens de qualidade pedagógica na formação do banco de itens do TAC.
- d) Modelagem, implementação e implantação do software Moodle com o módulo de TAC.
- e) Acompanhamento e levantamento de dados qualitativos e quantitativos durante um semestre letivo.
- f) Análise e apresentação dos resultados obtidos no estudo de caso.

Espera-se, desta forma, proporcionar a melhora qualitativa do processo de ensino-aprendizagem dos cursos em EaD da instituição seguindo sua proposta pedagógica centrada no aluno, que busca o aprendizado colaborativo com foco em possibilitar a interatividade, a redução de custos, a flexibilidade de tempo e espaço e reforçando o atendimento individualizado através da personalização do processo de ensino e aprendizagem permitido pelo uso contínuo do TAC.

Não obstante, diversos estudos podem ainda ser realizados, como por exemplo:

- a) Comparações de resultados entre TACs que usam diferentes implementações da TRI.
- b) Implementações de TACs em cursos de universidades corporativas.
- c) Modelos para implementação de TACs Multidimensionais.
- d) Estudos sobre outros tipos de TACs como o Teste Autoadaptativo Computadorizado, onde o indivíduo examinado tem controle sobre o nível de dificuldade das questões apresentadas; entre outros.

Embora este artigo apresente uma relação abrangente de trabalhos de pesquisa relacionados diretamente aos TACs no Brasil, uma limitação clara é a falta de uma taxonomia que permita a identificação única de cada trabalho em função da área de estudo e um levantamento completo de ferramentas comerciais e não-comerciais que já implementam o TAC e que possam ser aplicadas em projetos com características semelhantes do que aqui se propõe. Tal acréscimo tornaria este trabalho mais relevante uma vez que traria um mapeamento do estado da arte da pesquisa e do desenvolvimento brasileiro sobre os Testes Adaptativos Computadorizados.

### Referências

**ABREU, R. C. P.** *Ensaio da Ferramenta DIA: Diagnóstico e Informação do aluno*. 2012. 98p. Dissertação (Mestrado) Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

**ABREU, R. C. P.; SILVA, P. N.** *DIA - Ferramenta de teste adaptativo informatizado*. Edu.Tec Revista Científica Digital da Faetec, Rio de Janeiro, ano 4, v. 1, n. 1, Fev. 2012. Disponível em <<http://www.faecet.rj.gov.br/desup/index.php/1013-5-edicao-ano-iv-vol-01-n-01>>. Acesso em 01 jul. 2013.

**ALUISIO, S. M. et al.** *Assessing High Order Skills with Partial Knowledge Evaluation: Lessons learned from using a Computer-based Proficiency Test of English for Academic Purposes*. Journal of Information Technology Education, Califórnia, USA, v. 2, n. 1, p. 185-201, 2003.

**ALVES, Danilo T. et al.** *Análise de metodologia baseada no sistema de ensino individualizado de Keller aplicada em um curso introdutório de eletromagnetismo*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 33, n. 1, Mar. 2011. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172011000100014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000100014&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 07 jul. 2013.

**ANDRADE, D. F.; JUSTINO, G.** *Software para avaliação de aprendizagem utilizando a teoria da resposta ao item*. In: WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 13. 2007, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBC, 2007.

**BECHER, E. L.** *Características do Pensamento Algébrico de Estudantes do 1o ano do Ensino Médio*. 107 f. Dissertação (Mestrado) – ULBRA, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Brasil, 2009.

**CARVALHO, R. M.; COELHO, E. G.** *Sistema de Testagem Adaptativa Computadorizada (CAT) da Universidade de Brasília com Pré-Testagem Automatizada*. 2011, 121 f. Monografia (Licenciatura em Computação) Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília.

**CASTRO, W.** *A era da aplicação de provas em computador*. Jornal do CESPE/UnB, Brasília, p. 6-8. abr-mai-jun. 2013. Disponível em: <<http://www.cespe.unb.br/JornalCESPE/PDFs/023.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

**COSTA, D. R.** *Métodos Estatísticos em Testes Adaptativos Informatizados*. Dissertação. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Métodos Estatísticos, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

**COSTA, D. R. et al.** *A Comparison of Three Methods of Item Selection for Computerized Adaptive Testing*. In D. J. Weiss (Ed.), Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing, 2009.

**CURA JUNIOR, C. et al.** *Uma Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem Baseada no Perfil Cognitivo e Metacognitivo do Estudante*. Revista de Informática Aplicada, São Caetano do Sul, v. 3, n. 2, p. 41-48, 2007.

- DALLEMOLE, J. J.** *Registros de Representação Semiótica e Geometria Analítica: uma experiência com o Ambiente Virtual SIENA*. 2010, 98 f. Dissertação (Mestrado) – ULBRA, Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- DALPIAZ, M. G. G.** *SIA on-line: Sistema Integrado de Avaliação On-line baseado em Testes Adaptativos Informatizados (TAIs)*. 2007, 75 f. Monografia (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). Faculdade de Tecnologia SENAC/RS, Porto Alegre.
- DEMARS, C.** *Item response theory*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- DESCOVI, L. M. G.** *Recuperação Individualizada de Conteúdos de Matemática Utilizando o Sistema Informático Scamax*. 2008, 169 f. Dissertação (Mestrado) – ULBRA, Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- FERNANDES, P. G. M.** *Sistema Computadorizado de Avaliação Adaptativa em Larga Escala (SCAALE)*. 2009, 152 f. Monografia (Ciência da Computação). Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília.
- FERREIRA, C. P. et al.** *Projeto SIAC - A Integração de um Teste Adaptativo Informatizado em um Sistema Tutor Inteligente*. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DA UCB, 16., 2011, Brasília. Anais... Brasília: UCB, 2011. Disponível em: <<http://www.ucb.br/sites/100/117/XVIWorkshop2011TrabalhosFinais/arquivo05ProjetoFinal.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2013.
- FETZER, M. et al.** *Computer Adaptive Testing (CAT) in an Employment Context*. White paper. Roswell, USA: PreVisor, 2011.
- GALVÃO, A. F.; NETO, R. F.; BORGES, C. C. H.** *Um Modelo Inteligente para Seleção de Itens em Testes Adaptativos Computadorizados*. In: WORKSHOP DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2., 2012, Juiz de Fora. Anais eletrônicos... Juiz de Fora: UFJF, 2012. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/pgcc/files/2012/12/Ailton.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2013.
- JOHNSON, L. et al.** *NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2013.
- KARINO, C. A.; COSTA, D. R.; LAROS, J. A.** *Adequacy of an Item Pool Measuring English Language Proficiency for Implementing CAT*. In D. J. Weiss (Ed.), *Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing*, 2009.
- LABARRERE, J. G.; DA-SILVA, C. Q.; COSTA, D. R.** *Testes Adaptativos Computadorizados*. Revista Brasileira de Biometria, São Paulo, v.29, n.2, p.229-261, 2011. Disponível em: <[http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v29/v29\\_n2/Cibele.pdf](http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v29/v29_n2/Cibele.pdf)>. Acesso em: 04 ago 2013.
- LUECHT, R. M.; SIRECI, S. G.** *A Review of Models for Computer-Based Testing*. [S.l.]: ColledgeBoard, 2011.
- MONZÓN, A. J.** *Construção de Banco de Questões para Exames de Proficiência em Inglês para programas de pós-graduação*. 2008, 152 f. Dissertação (Mestrado) – PPGL-UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Linguística, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MOODLE TRUST (Australia)**. Moodle Statistics. Disponível em: <<https://moodle.org/stats/>>. Acesso em: 01 set. 2013.
- MOREIRA JUNIOR, F. J.** *Sistemática para a implantação de Testes Adaptativos Informatizados baseados na Teoria da Resposta ao Item*. 2011, 334 f. Tese (Doutorado) – Centro Tecnológico, UFSC, Florianópolis.
- MOREIRA JUNIOR, F. J. et al.** *Algoritmo de um teste adaptativo informatizado com base na teoria da resposta ao item para a estimação da usabilidade de sites de e-commerce*. Produção, São Paulo, v. 23, n. 3, set. 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132013000300007&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132013000300007&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 10 set. 2013.
- MURLICK, V. R.** *Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem: Uma Experiência com Números Naturais*. 2009, 98 f. Dissertação (Mestrado) – ULBRA, Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- OLIVEIRA, L. H. M.** *Testes Adaptativos Sensíveis ao Conteúdo do Banco de Itens: uma Aplicação em Exames de Proficiência em Inglês para Programas de Pós-Graduação*. 2002, 200 f. Dissertação (Mestrado) – ICMC-USP, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, ICMC/USP, São Carlos.
- OLIVEIRA, L. H. M.; ALUÍSIO, S. M.** Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional - NILC. *Formalização dos Testes Adaptativos Informatizados: A Teoria de Resposta de Itens (TRI)*. São Carlos, 2002. 35 p. (Série de Relatórios Técnicos).

- OLIVEIRA, L. H. M.; ALUÍSIO, S. M.** Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional - NILC. *Experimentos realizados com um teste adaptativo informatizado para o domínio do inglês instrumental*. São Carlos, 2004. 100 p. (Série de Relatórios Técnicos).
- OLIVEIRA, L. H. M.; ALUÍSIO, S. M.; PITON-GONÇALVES, J.** *Criação e aplicação de Testes Adaptativos Informatizados: um estudo de caso*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 24., 2004, Salvador. Anais... São Paulo: Editora TecArt LTDA., 2004.
- PIMENTEL, E. P.; OMAR, N.** *Métricas para o Mapeamento do Conhecimento do Aprendiz em Ambientes Computacionais de Aprendizagem*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 17., 2006, Brasília. Anais... 2006. pp. 247-256.
- PIMENTEL, E. P.; OMAR, N.** *An Architecture of a Computer Learning Environment for Mapping the Student's Knowledge Level*. Journal of Issues in Informing Science & Information Technology, v. 4, p. 313-326, 2007.
- PITON-GONÇALVES, J.** *A Integração de Testes Adaptativos Informatizados e Ambientes Computacionais de Tarefas para o Aprendizado do Inglês Instrumental*. 2004, 116 f. Dissertação (Mestrado) – ICMC-USP, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, ICMC/USP, São Carlos.
- PITON-GONÇALVES, J.** *Desafios e perspectivas da implementação computacional de Testes Adaptativos Multidimensionais para avaliações educacionais*. 2013, 153 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, ICMC/USP, São Carlos.
- PITON-GONÇALVES, J.; ALUÍSIO, S. M.** *An architecture for multidimensional computer adaptive test with educational purposes*. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, 18., 2012, São Paulo. Proceedings... New York, USA: ACM, 2012a.
- PITON-GONÇALVES, J.; ALUÍSIO, S. M.** *Proposta de um Esquema de Anotação para os Itens de Testes Adaptativos Informatizados Baseados no CBAT-2*. In: ENCONTRO DE LINGÜÍSTICA DE CORPUS – ELC, 11., 2012, São Carlos. Anais... São Carlos: USP, 2012b.
- PITON-GONÇALVES, J. et al.** *A Learning Environment for English for Academic Purposes based on Adaptive Tests and Task-based Systems* In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 7., 2004, Maceió. Proceedings... Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- PITON-GONÇALVES, J.; MONZÓN, A. J. B.; ALUISIO, S. M.** Métodos de avaliação informatizada que tratam o conhecimento parcial do aluno e geram provas individualizadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBC, 2009.
- RECKASE, M. D.** *Multidimensional Item Response Theory*. New York: Springer, 2009.
- RICARTE, T. A. M.** *Teste adaptativo computadorizado nas avaliações educacionais e psicológicas*. 2013, 67 f. Dissertação (Mestrado) Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, ICMC/USP, São Carlos.
- SANTOS, F. D.** *Ferramenta computacional de Apoio Pedagógico Baseada em Testes Adaptativos Informatizados e Teoria de Resposta ao Item*. 2003, 83 f. Dissertação (Mestrado) – UFG, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- SANTOS, F. D. et al.** *Ferramenta Avaliativa Dinâmica a partir da Teoria de Resposta ao Item*. In: ENCONTRO REGIONAL EM MODELAGEM E ANÁLISE COMPUTACIONAL DE SISTEMAS – ERMACS, 1., 2004, Goiânia. Anais... Goiânia: UCG, 2004a.
- SANTOS, F. D. et al.** *Ferramenta Avaliativa Pedagógica para Cursos a Distância Baseada em Testes Adaptativos Informatizados e Teoria de Resposta ao Item*. In: SEMINCO – SEMINÁRIO DE COMPUTAÇÃO, 12., 2004, Blumenau. Anais... Blumenau: FURB, 2004b.
- SANTOS, F. D.; GUEDES, L. G. R.** *Ferramenta Computacional de Apoio Pedagógico Baseada em Testes Adaptativos Informatizados e Teoria de Resposta ao Item*. In: SEMINÁRIO NACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2., 2004, Campo Grande. Anais... São Paulo: ABED, 2004.
- SANTOS, F. D.; GUEDES, L. G. R.** *Testes Adaptativos Informatizados baseados em Teoria de Resposta ao Item utilizados em ambientes virtuais de aprendizagem*. Revista Renote – Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 3, n. 2, Nov. 2005. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14027>>. Acesso em: 02 jul. 2013.
- SASSI, G. P.** *Teoria e a prática de um teste adaptativo informatizado*. 2012, 169 f. Dissertação (Mestrado) – ICMC-USP, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, ICMC/USP, São Carlos.

**SASSI, G. P.; CURI, M.** *Algoritmos de seleção de itens em Testes Adaptativos Informatizados*. In: SINAPE – SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19., 2010, São Pedro. Anais... São Paulo: ABE, 2010.

**SCHEUERMANN, F.; BJÖRNSSON, J.** (Eds.). *The Transition to Computer-Based Assessment: New Approaches to Skills Assessment and Implications for Large-scale Testing*. Luxemburgo: European Communities, 2009.

**THOMPSON, N. A.; WEISS, D. J.** *A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests*. Practical Assessment, Research & Evaluation, 16(1), 2011. Disponível em: <<http://pareonline.net/getvn.asp?v=16&n=1>>. Acesso em 10 jul. 2013.