

## MODELAGEM PARA FÓRUM SEMI AUTOMATIZADA NO AVA MOODLE UTILIZANDO FUZZY

Monck Charles Nunes de Albuquerque<sup>1</sup>  
Gilvandenys Leite Sales<sup>2</sup>  
Cláudio Marques de Sá Medeiros<sup>3</sup>  
Giovanni Cordeiro Barroso<sup>4</sup>

### RESUMO

Este artigo apresenta uma modelagem empregada ao Fórum do Moodle que proporciona uma redução da sobrecarga de trabalho do professor/tutor nas avaliações dos fóruns em EaD. Foi empregado o conceito de Presencialidade Social e Lógica Fuzzy para automatizar parte do processo de avaliação. O processo de avaliação coleta os dados de entrada (interações, relacionamentos e popularidade), que passa pelo controlador (FLC) realizando o processo de fuzzificação, inferência e defuzzificação. Obteve-se como resultado a concepção computacional de um modelo capaz de avaliar o aluno em um fórum de forma semi automatizada.

**Palavras-chave:** Fórum, Sistema Fuzzy, Semi Automatizada, Learning Vectors.

### INTRODUÇÃO

A modalidade de Educação a Distância(EaD) é uma das que mais crescem no país. Apenas um ano após o Ministério da Educação (MEC) mudar as regras do ensino a distância a quantidade de polos aumentaram 133%. O número de pólos em EaD era 6.583 e passou 15.394 (OCIMARA, 2018). Para gerenciar esse grande volume de cursos e alunos são utilizados os Ambientes Virtuais de Aprendizagens (AVAs) que tem diversas ferramentas e atividades que podem ser aplicadas no processo de ensino e aprendizagem em EaD.

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciência da Computação (IFCE) Professor do IFBa (Campus Seabra), monckcharles@ifba.edu.br;

<sup>2</sup> Doutor em Teleinformática (UFC) Professor do IFCE(Fortaleza) denyssales@gmail.com;

<sup>3</sup> Doutor em Teleinformática (UFC) Professor do IFCE(Fortaleza) claudiosa1965@gmail.com;

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Elétrica ( UFPB) Professor da UFC (Fortaleza) gcb@fisica.ufc.br.

Uma dessas atividades é o Fórum. Os Fóruns vêm se destacando por provocar interação colaborativa e possibilita a comunicação entre todos os participantes com o propósito de compartilhar experiências, esclarecer dúvidas e debater assuntos relacionados às disciplinas. Em sua pesquisa Vidal (2015) sinaliza que o fórum é a ferramenta mais utilizado nos AVAs.

Pesquisadores como Losada (1999), Sales (2010) vem buscando desenvolver mecanismos que possam contribuir para o processo de avaliação qualitativa em EaD. Como o volume de cursos nessa modalidade é grande, há uma procura por ferramentas que possam contribuir na automatização ou na redução da sobrecarga de trabalho do professor/tutor.

Na pesquisa de Sales (2010), foi criado um modelo de avaliação quali-quantitativa chamado de Learning Vectors(LV) que realiza uma avaliação não linear por meio de ícones. Outros autores como Prestes (2011), Gonçalves (2016), Marinho et al. (2016), Albuquerque et al. (2017) têm desenvolvido pesquisas sobre os Learning Vectors (LV) e contribuído para os mecanismos de avaliação das seguintes atividades do MOODLE: fóruns, *chats*, *wikis*, glossário e tarefas.

Um fator que vem ganhando destaque nas avaliações em EaD é o de presencialidade Social (PS). O surgimento de novas tecnologias e acesso à Internet, fez nascer um novo comportamento social: o de sentimento de pertencimento a um grupo virtual (TU; MCISAAC, 2002). Neste contexto é substancial a presença virtual, a qual se identifica com a capacidade que cada pessoa tem de inter-relacionar-se utilizando diversas tecnologias e em diversos contextos. Avaliar esse comportamento tem sido um desafio dentre aqueles que se valem de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como suporte à aprendizagem.

Pesquisadores como Kim et al. (2016), Silva (2012) e Valente (2000) vem estudando a presencialidade dos alunos em ambientes virtuais de aprendizagem e indicam que essa presencialidade é importante para compreender as relações psicológicas e emocionais entre os alunos e alunos/professores.

Silva (2012) afirma que “é importante para o professor conhecer os graus de PS de seus alunos no decorrer de um curso, de modo que possa, se necessário, intervir de algum modo”, o que implica avaliar.

Nos últimos anos, pesquisadores como Bai and Chen (2008); Arias et al. (2012) e Dias and Diniz (2013) têm utilizado a teoria dos conjuntos difusos para realizar avaliação de desempenho de alunos.

A Lógica *Fuzzy* tem como principal objetivo quantificar valores imprecisos do cotidiano humano. Expressões do tipo alto, médio, baixo e pouco, apresentam uma certa subjetividade, sendo difícil de representar corretamente. Ao contrário da Lógica convencional, a Lógica *Fuzzy* utiliza a ideia de que todas as coisas (temperatura, altura, velocidade, etc.) admitem graus de pertinências entre o intervalo de  $[0, 1]$  (MARRO et al. 2010).

Desta forma, esse trabalho tem como objetivo modelar uma especificação matemática para avaliação no Fórum LV de forma semi automatizada, utilizando como base o modelo de avaliação LV e empregando o conceito de presencialidade do aluno, calculada por meio da lógica *Fuzzy*, reduzindo a sobrecarga do Professor/Tutor no momento da avaliação.

## O MODELO LV

O Modelo LV consiste em um plugin instalado no AVA Moodle de função dupla, que permite a avaliação de forma quali-quantitativa e dar suporte ao professor no gerenciamento das notas no AVA Moodle, além de reduzir a sobrecarga gerada para o professor/tutor em cursos a distância” (SALES, 2010).

Esse modelo facilita a mediação e interação entre Aluno – Professor, por empregar linguagem iconográfica associada a menções qualitativas na avaliação (Fig. 1). A escala para fazer menções qualitativas é construída sobre seis itens: **Muito Bom, Bom, Regular, Fraco, Não Satisfatório e Neutro**, associadas a ícones (LV Ícones).

Figura 1. Escala de Menções qualitativas e correspondência com o CP.

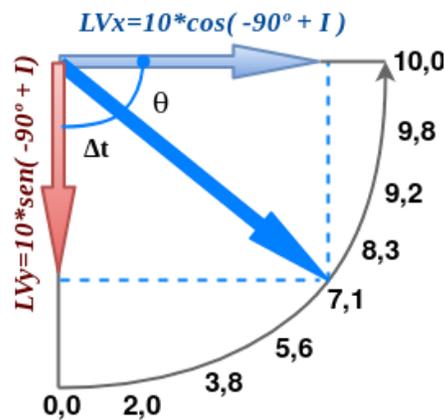
Menções Qualitativas	Muito bom	Bom	Regular	Fraco	Não Satisfatório	Neutro
Coefficiente do Passo (CP)	4	3	2	1	0	-
LV Ícones						

Fonte: (Sales, 2019)

Sales (2010), afirma que estes “itens de apreciação da Escala de Menções relacionam-se ao nível da interação do aluno (passivo/ativo) e a sua profundidade de reflexão (domínio de conteúdos) exprimindo a subjetividade da avaliação”.

Para Exibição dos valores/notas usa representações geométricas vetoriais, que foi denominado de Vetores-Aprendizagem (LV) (SALES, 2010). O vetor inicia na vertical com valor inicial de  $\theta = -90^\circ$  (nota mínima(0,0)) até  $\theta = 0^\circ$  (nota máxima (10,0)) e I representa a variação angular total conforme (Fig. 2).

Figura 2. Vetor-Aprendizagem e suas projeções com Módulos positividade e negatividade.



Fonte: Próprio autor.

O módulo do componente vertical  $LV_y = 10 * \text{Sen} [(-90 + I)]$  relaciona-se com a negatividade de seu desempenho, o componente horizontal do  $LV_x = 10 * \text{Cos} [(-90 + I)]$  representa às ações do aluno e sua positividade de desempenho. Esses componentes refletem diretamente no desempenho e no resultado final da nota do aluno. A razão entre os fatores positividade/negatividade, colabora para a métrica pedagógica não-linear chamada de Fator  $\beta$ , que se relaciona à natureza qualitativa desse modelo de avaliação (SALES et al., 2012a).

## FATOR PRESENCIALIDADE NO FÓRUM COM LÓGICA FUZZY

A Lógica *Fuzzy* tem como principal objetivo quantificar valores imprecisos, ambíguos e vagos do cotidiano humano. Expressões do tipo (alto, médio, baixo e pouco ) apresentam uma

certa subjetividade, sendo difícil de representar corretamente. Ao contrário da Lógica convencional, a Lógica *Fuzzy* utiliza a ideia de que todas as coisas admitem (temperatura, altura, velocidade, etc.) graus de pertinências. Com isso, a Lógica *Fuzzy* tenta modelar o senso de palavras, tomada de decisão ou senso comum do ser humano (MARRO et al., 2010).

Na pesquisa de Albuquerque et al. (2018) foi modelado uma máquina *fuzzy*, onde foi possível mensurar a presencialidade dos alunos no Fórum LV. Para isso, Albuquerque et al. (2018) utilizaram uma base de dados de seis fóruns de discussões de dois cursos de especialização em EaD, de onde se extraiu informações de acesso de 217 alunos para montar a base de inferência *Fuzzy* gerando um volume de 945 interações entre os alunos.

Seu experimento inicia-se adaptando o modelo inicial proposto por (ALBUQUERQUE et al., 2017) e pelos modelos de (BAI; CHEN, 2008) e (DIAS; DINIZ 2013), que traz uma combinação de vários FLCs menores e em cascata no lugar de um único FLC. Esses modelos, possibilitam reduzir as regras definidas pelos especialistas em partes menores. A utilização de cinco controladores proporciona uma redução da quantidade de regras.

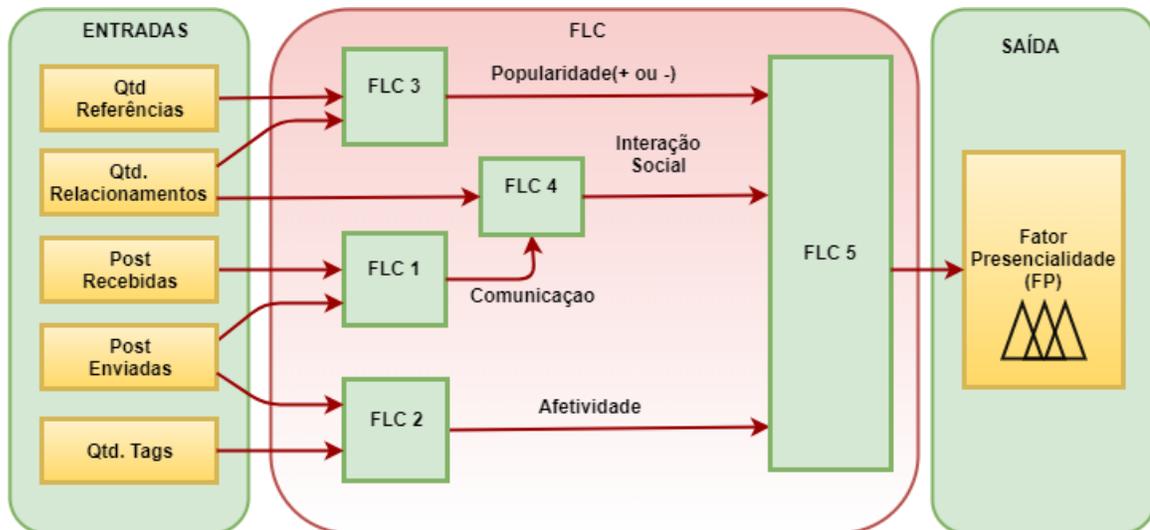
Em sua pesquisa ficou definido cinco Variáveis Linguísticas para mensurar a presencialidade, foram elas:

- Quantidade de Posts Enviados (QPE);
- Quantidade Posts recebidas (QPR);
- Quantidade TAGs<sup>1</sup> (QTag);
- Quantidade Relacionamentos (QR), e;
- Quantidade Referências(QRef).

Foi utilizado dois fóruns um com 38 alunos e o segundo com 36 alunos, para a formação da máquina *fuzzy*. Os outros fóruns foram utilizados para validação da máquina *fuzzy*.

Com base nos dados estatísticos e na correlação entre as variáveis Albuquerque et al. (2018) definiu os limites máximos e mínimos para a criação das regras difusas e montou o diagrama utilizado para interligar os FLCs. Conforme (Fig. 3).

Figura: Representação dos FLCs para Presencialidade Social



Fonte: Albuquerque et al. (2018)

Foram definidas as variáveis de entrada (QPE, QPR, QTag, QR, QRef) e para cada máquina, os seguintes nomes: Comunicação, Afetividade, Popularidade e Interação Social.

Por fim, após apresentar todos os elementos que alimentam o modelo proposto, foi definido o conjunto de regras que servirá para realizar o processo de fuzzificação e defuzzificação gerando assim o Fator Presencialidade de cada aluno no Fórum LV.

Albuquerque et al. (2018) obteve um modelo fuzzy capaz de mensurar a presencialidade dos alunos no fórum a partir das variáveis apresentadas, de forma a avaliar os alunos em várias dimensões e de uma forma mais precisa e interpretativa. Sua máquina em muitos pontos chegou bem próximo do valor de presencialidade atribuído pelos especialistas, apresentando um acerto de 89,66%.

## ESPECIFICAÇÃO DO FÓRUM LV SEMIAUTOMÁTICO

A contribuição desta pesquisa é modelar uma especificação matemática, complementar ao Fórum LV de forma Semiautomático doravante denominado: Fórum LV Fuzzificado ou Fórum LVF, que possa contribuir para uma avaliação formativa e qualitativa na EaD, bem como reduzir a sobrecarga do Professor/Tutor no momento da avaliação.

O modelo do Fórum LV proposto por Sales (2010) faz uso de vetores para o cálculo da nota, como também de ícones e das menções qualitativas. A escala de notas desse modelo está dividida em 25 possibilidades variando de 0 a 10 e seu ângulo variando de  $-90^\circ$  (representando a nota mínima) a  $0^\circ$  (representando a nota máxima) visto na (Fig 2). Cada vez que o aluno é avaliado, é atribuído um ícone referente às Menções Qualitativas (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Não Satisfatório), que está associado a um Coeficiente de Passo (CP) (Fig. 1). O deslocamento do vetor se dá pela (Equação 1) :  $\Delta t = (CP * m * 7,5^\circ)$ .

O produto do (CP) vezes o Fator Multiplicador (m) vezes o Passo ( $7,5^\circ$ ) gera um ângulo total, chamado de variação angular total  $\Delta t$  que reposiciona o vetor aumentando sua nota. Isto se dá, devido a  $\Delta t$  acumular esse deslocamento.

O modelo proposto para o Fórum LVF, diferencia-se dos outros fóruns por ser semiautomatizado, precisando apenas que o Professor/Tutor faça a avaliação da primeira postagem do aluno, as demais postagens não necessitarão de avaliação por parte do Professor/Tutor diminuindo assim, a sobrecarga para a avaliação e deixando o professor tutor mais dedicado para a mediação do fórum. Para isso se utilizou o modelo do Fórum LV para avaliar a primeira postagem, e para as demais, o Fator Presencialidade.

Foi adaptado de (Sales 2010) os seguintes critérios de categorização das mensagens postadas para o Fórum LVF:

- M1 - Mensagem Principal – mensagem postada no fórum que revela a compreensão do aluno acerca do tema proposto para discussão.
- Mn - Demais Mensagens: Fator presencialidade, calculada com base nas Interações, relacionamentos, comunicação e afetividade no Fórum.

Foi adaptada a equação da variação angular do Fórum LV para o Fórum LVF que gerencia o avanço angular do vetor para cada mensagem postada no Fórum LV. Foi obtida uma nova equação capaz de satisfazer os valores angulares e das notas já definidos no modelo LV, facilitando assim uma fácil integração.

Os valores angulares totalizados na variável  $\Delta t$  obedecerá aos seguintes critérios conforme (Equação 2).

$$\Delta t = \left\{ \begin{array}{l} 0; \text{ para } n = 0; \\ \left(\frac{3}{2} * CP\right) 7,5^\circ + I_{n-1} \\ (+3,75^\circ * FP) + I_1; \end{array} \quad \text{para } n = 1; \right. \\ \left. \text{em que } FP = \{x \in N \mid 0 \leq x \leq 12\} \right\}$$

Em que:

- n - Números de postagens;
- In - Número de Interações;
- CP - Coeficiente de Passo;
- FP - Fator presencialidade, arredondado para um valor natural.

O funcionamento desta equação concentra-se no  $\Delta t$  que representa a variação angular total percorrida pelo vetor na posição  $-90^\circ$  a  $0^\circ$  grau. Na primeira postagem  $n = 1$ , poderá ser atribuído um CP (Muito Bom, Bom, Regular e Fraco). Conforme Equação 2. Um aluno que envia ao fórum uma primeira mensagem categorizada como ‘Muito Bom’ (LV Ícone Azul, CP=4) o valor de  $I_1$  estabelecido na Equação 2 será de  $45^\circ$ . Aplicando a Equação  $LVx$  da positividade apresentada na (Equação 1) temos como nota o valor de **7,07**. É importante observar que a primeira mensagem a ser avaliada faz o módulo do vetor assumir valores entre o intervalo (0; 7,07). As demais interações complementam a nota até o seu valor máximo 10, daí a importância da primeira mensagem a ser avaliada. Na Tabela 1, é apresentada a variação angular para a primeira postagem, conforme a menção recebida e sua respectiva nota para o Fórum LVF.

Tabela 1. Tabela da variação angular para a primeira postagem e suas respectivas notas.

Ícone	CP	Menções	$I_1$	Nota LV
	4	Muito Bom	$45^\circ$	7,1
	3	Bom	$33,75^\circ$	5,6
	2	Regular	$22,5^\circ$	3,8
	1	Fraco	$11,25^\circ$	2,0
	0	Não Satisfatório	$0^\circ$	0,0
	-	Neutro	$0^\circ$	0,0

Fonte: Albuquerque et al. (2018)

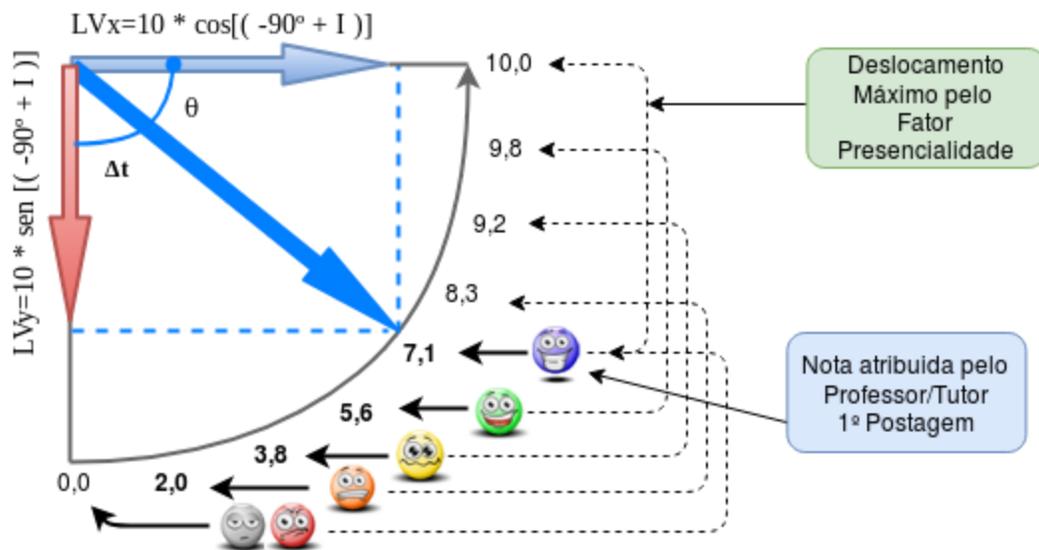
O complemento dessa nota será atribuído pelo Fator Presencialidade, normalizado no intervalo de 0 a 12 multiplicado pelo passo de 3,75° (Equação 2). Os valores obtidos possibilita o Vetor-Aprendizagem do Fórum LVF (FIGURA 3) avançar até 12 passos para atingir a nota máxima. Os valores desse avanço angular estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores do avanço angular resultante do Fator Presencialidade x Passo(3,75°)

		Tabela (FP x Passo(3,75°))												
FP	$I_n$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0°	3,75°	7,5°	11,25°	15,0°	18,75°	22,5°	26,25°	30,0°	33,75°	37,5°	41,25°	45,0°

Na Figura 3 é apresentado o Vetor-Aprendizagem para o Fórum LVF. São representadas todas as possíveis notas referentes à primeira postagem, atribuídas pelo Professor/Tutor e o deslocamento provocado pelo Fator Presencialidade aplicado automaticamente para cada interação.

Figura 3. Vetor Aprendizagem do Fórum LVF com seus respectivos valores referentes a primeira postagem e seu deslocamento máximo pelo Fator Presencialidade.



Fonte: Albuquerque et al. (2018)

Algumas particularidades do funcionamento do Fórum LVF é que o aluno, entrar no fórum, não conseguirá visualizar as postagens de seus colegas. A visualização das mensagens de seus colegas só ficará disponível após o mesmo responder à pergunta geradora. Nessa primeira

postagem o aluno expõe seu conhecimento sobre o tema e será avaliado pelo Professor/Tutor conforme valores da Tabela 1. O tutor continuará provocando e mediando as discussões no Fórum LVF.

À medida que os alunos vão interagindo, o FP vai identificando as trocas de mensagens, e calculando os fatores Comunicação, Afetividade, Popularidade e Interação. Com isso o FP redireciona o vetor em sua nova posição, contribuindo assim com a nota do aluno no Fórum LVF. Caso o aluno realize alguma interação que não tenha ligação com a discussão ou a contribuição seja muito baixa/insignificante, essa interação deverá ser sinalizada pelo Professor/Tutor com CP (0-Não satisfatório ou Neutro) e não será contabilizada no cálculo do fator presencialidade do aluno que enviou e nem do aluno que recebeu, evitando assim, o aumento do volume de posts que não contribui com a discussão por ser um posts irrelevante.

Com essa modelagem para o Fórum LVF, fica preservado o cálculo do Fator  $\beta$  que é um indicador qualitativo não-linear para suporte no acompanhamento da aprendizagem do aluno adaptado do modelo de (Losada 1999) por (Sales 2010). O Fator  $\beta$  exprime qualitativamente o desempenho do aluno e poderá ser aplicado para diferenciar alunos com notas finais iguais ou próximas.

Neste capítulo, tratou-se da modelagem do Fórum LVF mantendo os mesmos conceitos e ações do Modelo LV, preservando o cálculo do Fator  $\beta$  e reduzindo a sobrecarga do Professor/Tutor no processo de avaliação, deixando o Fórum LVF semiautomático. Foi definido o funcionamento do Fórum LVF como também suas equações matemáticas que representam o processo de atribuição de Nota.

A seguir, são apresentadas as considerações finais desta pesquisa, as dificuldades encontradas e suas contribuições.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como indicado neste estudo, buscou-se modelar um Fórum LV semi automatizado utilizando o modelo de avaliação LV com o modelo de presencialidade com Lógica Fuzzy. O uso do modelo LV com a lógica difusa nos permite dar uma maior flexibilidade no momento de

mensurar a nota do aluno no Fórum LVF.

Neste estudo, foi concebido o cálculo da nota do aluno de forma semiautomática e de forma mais justa para os alunos em EaD, como também a possibilidade de construção de uma ferramenta que possibilite a redução da sobrecarga de trabalho para o Professor/Tutor na avaliação dos fóruns.

Considerando o exposto apresentado neste trabalho, pretende-se utilizar os conceitos aplicados nesta pesquisa em outras atividades online como: Chat e Wiki.

Como possibilidades de trabalhos futuros, que podem ser explorados a partir desse estudo, pretende-se integrar a mineração de texto em fórum para o desenvolvimento de uma máquina mais inteligente, possibilitando assim uma avaliação totalmente automática.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M., SALES, G. L., MEDEIROS, C., BARROSO, G. **Mensurando a presencialidade em um fórum ead com lógica fuzzy**. In V CBSF - Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy, 2018, volume 5.
- ALBUQUERQUE, M., SALES, G. L., REBOUÇAS FILHO, P., MEDEIROS, C. **Avaliação da presencialidade em um fórum Iv utilizando lógica fuzzy**. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), 2017, volume 28, page 1357.
- ARIAS, R. A. et al. **Avaliação multidimensional baseada em lógica difusa para educação mediada por computador**, 2012.
- BAI, S.-M., CHEN, S.-M. **Evaluating students' learning achievement using fuzzy membership functions and fuzzy rules**. Expert Systems with Applications, 2008, 34(1):399–410.
- DIAS, S. B., DINIZ, J. A. **Fuzzyqoi model: A fuzzy logic-based modelling of users' quality of interaction with a learning management system under blended learning**. Computers & Education, 2013, 69:38–59.
- GONÇALVES, A. J. **Forum p&r Iv: avaliação formativa não-linear da aprendizagem aplicada ao lms moodle**. Master's thesis, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE, 2016.
- KIM, J., SONG, H., LUO, W. **Broadening the understanding of social presence: Implications and contributions to the mediated communication and online education**. Computers in Human Behavior, 2016, 65:672–679.

- LOSADA, M. **The complex dynamics of high performance teams**. Mathematical and computer modelling, 1999, 30(9-10):179–192.
- MARINHO, M. J. F. L., CUNHA, J. L. L., GONÇALVES, A. J., SALES, G. L. **Glossário hipertextual colaborativo Iv**. RENOTE, 2016, 14(1).
- MARRO, A. A., SOUZA, A. d. C., CAVALCANTE, E. d. S., BEZERRA, G. S., NUNES, R. **Lógica fuzzy: conceitos e aplicações**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
- OCIMARA, B. **Polos de ensino superior a distância crescem 133% em um ano**, 2018.
- PRESTES, P. A. N. **Wiki-learning vectors ferramenta de avaliação da aprendizagem**, 2011.
- SALES, G. L. (2010). **Learning vectors (lv): um modelo de avaliação da aprendizagem em ead online aplicando métricas não-lineares**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Ceará-UFC.
- SALES, G. L., BARROSO, G. C., SOARES, J. M. (2012a). **Learning vectors (lv): Um modelo de avaliação processual com mensuração não-linear da aprendizagem em ead online**. Revista Brasileira de Informática na Educação, 20(1):60.
- SILVA, J. K. K. d. (2012). **Automatização do processo de identificação de presença social em fóruns e chats**. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE).
- TU, C.H., MCISAAC, M. (2002). **The relationship of social presence and interaction in online classes**. The American journal of distance education, 16(3):131–150.
- VALENTE, J. A. (2000). **Educação a distância: uma oportunidade para mudança no ensino**. Educação a distância no Brasil na era da Internet. São Paulo: Anhembi Morumbi Editora, pages 97–122.
- VIDAL, Eloísa Maia, J. E. B. (2015). **Introdução à educação a distância**. – 2. ed. rev. – Fortaleza : EdUECE