

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

**MODELO DE DIAGNÓSTICO DE DIFICULDADES DE
APRENDIZAGEM ORIENTADO A CONCEITOS**

ESTÊVÃO DOMINGOS SOARES DE OLIVEIRA

JOÃO PESSOA-PB
Fevereiro-2016

ESTÊVÃO DOMINGOS SOARES DE OLIVEIRA

**MODELO DE DIAGNÓSTICO DE DIFICULDADES DE
APRENDIZAGEM ORIENTADO A CONCEITOS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CENTRO DE INFORMÁTICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM INFORMÁTICA
(SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO).

Orientador: Prof. Dr. Lucídio dos Anjos Formiga Cabral

JOÃO PESSOA-PB

Fevereiro-2016

O48m Oliveira, Estêvão Domingos Soares de.
Modelo de diagnóstico de dificuldades de aprendizagem orientado a conceitos / Estêvão Domingos Soares de Oliveira.- João Pessoa, 2016.
91f. : il.
Orientador: Lucídio dos Anjos Formiga Cabral
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI
1. Informática. 2. Sistemas de computação. 3. *Learning Analytics*. 4. Avaliação da aprendizagem. 5. Conceitos. 6. Moodle.

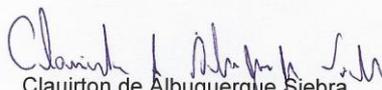
UFPB/BC

CDU: 004(043)

Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado de **ESTEVÃO DOMINGOS SOARES DE OLIVEIRA**, candidato ao título de Mestre em Informática na Área de Sistemas de Computação, realizada em 29 de fevereiro de 2016.

1
2 Ao vigésimo nono dia do mês de fevereiro, do ano de dois mil e dezesseis, às dez
3 horas, no Centro de Informática - Universidade Federal da Paraíba (unidade
4 Mangabeira), reuniram-se os membros da Banca Examinadora constituída para
5 julgar o Trabalho Final do Sr. Estevão Domingos Soares de Oliveira, vinculado a
6 esta Universidade sob a matrícula 2013116150, candidato ao grau de Mestre em
7 Informática, na área de "Sistemas de Computação", na linha de pesquisa
8 "Computação Distribuída", do Programa de Pós-Graduação em Informática, da
9 Universidade Federal da Paraíba. A comissão examinadora foi composta pelos
10 professores: Lucídio dos Anjos Formiga Cabral (PPGI-UFPB), Orientador e
11 Presidente da Banca, Danielle Rousy da Silva (UFPB), Examinador Interno, e
12 Francisco Petrônio Alencar de Medeiros (IFPB), Examinador Externo à Instituição.
13 Dando início aos trabalhos, o professor Lucídio Cabral, Presidente da Banca,
14 cumprimentou os presentes, comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e
15 passou a palavra ao candidato para que o mesmo fizesse, oralmente, a exposição
16 do trabalho de dissertação intitulado "Modelo de Diagnóstico de Dificuldades de
17 Aprendizagem orientado a conceitos". Concluída a exposição, o candidato foi
18 arguido pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: "aprovado".
19 Assim sendo, eu, Claurton de Albuquerque Siebra, Coordenador do Programa de
20 Pós-Graduação em Informática - PPGI, lavrei a presente ata que vai assinada
21 por mim e pelos membros da Banca Examinadora.

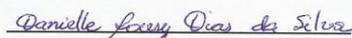
João Pessoa, 29 de fevereiro de 2016.


Claurton de Albuquerque Siebra

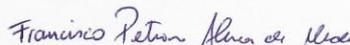
Prof Dr Lucídio dos Anjos Formiga Cabral
Orientador (PPGI-UFPB)



Prof Dra Danielle Rousy da Silva
Examinador Interno (PPGI-UFPB)



Prof Dr Francisco Petrônio Alencar de Medeiros
Examinador Externo à Instituição (IFPB)



AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus por me possibilitar chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof^o Dr. Lucídio dos Anjos Formiga Cabral, por sua dedicação bem como pelas contribuições feitas e que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Aos meus familiares, Estevão, Quitéria, Felipe, João, Lorena, Ana Maria e Davi, por todo incentivo durante esta caminhada.

Aos colegas professores Eudisley Anjos, Fernando Mattos, Hercílio Medeiros, Jan Edson e José Jorge, pelo apoio e companheirismo.

Finalmente, agradeço ao PPGI e todos os seus professores; à CAPES, pelo apoio financeiro e à UFPB Virtual, por permitir a realização dos experimentos desta pesquisa.

RESUMO

O uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) na educação tem crescido bastante nos últimos anos, muito em virtude da expansão dos cursos na modalidade à distância. Tais espaços de suporte a aprendizagem exigem que se pense em novos métodos educativos, sobretudo no que se refere à avaliação da aprendizagem. Em virtude da grande quantidade de alunos nessa modalidade de educação atuando no AVA, um grande volume de dados é gerado. Assim, para obter-se um bom modelo de avaliação de aprendizagem, que ofereça ao professor possibilidades de medir o desempenho dos alunos, faz-se necessário uma análise desses dados. O Moodle oferece ao professor relatórios, tabelas e gráficos que permitem visualizar os dados referentes às ações dos alunos. Tais ações representam desde o acesso a recursos e materiais didáticos, até a participação em atividades, como fóruns de discussão e resultados de participação em questionários, por exemplo. Contudo, essas visualizações nativas do Moodle não levam em consideração as reais necessidades dos docentes, sobretudo em relação a um acompanhamento efetivo da aprendizagem. Diante do exposto, fica evidente a necessidade de se ter ferramentas que auxiliem neste processo. Para isso, há de ter-se um Modelo que permita, de modo ágil e flexível, o armazenamento e a utilização dos dados educacionais dos alunos para a aplicação de técnicas de *Learning Analytics* – medição, coleta, análise e comunicação de dados sobre os alunos e seus contextos, para fins de compreensão e aprendizagem com fim de otimizar os ambientes em que ocorrem – com foco no diagnóstico de situações de dificuldade de aprendizagem no contexto da Educação a Distância. Para avaliar esta proposta, a ferramenta *ConcepVis* foi implementada a partir do modelo proposto no presente trabalho. Em seguida, realizou-se um estudo de caso na disciplina Matemática Elementar do curso de Licenciatura em Computação da Unidade de Educação a Distância da UFPB e, por fim, apresentou-se um questionário para que um grupo de professores respondesse a partir de suas impressões.

Palavras-chave: *Learning Analytics*; Avaliação da Aprendizagem; Conceitos; Moodle.

ABSTRACT

The use of Virtual Learning Environments (VLE) in education has grown considerably in recent years, much due to the expansion of courses in distance mode. Such learning support spaces require you to think of new educational methods, particularly as regards the assessment of learning. Because of the large number of students in this type of education working in AVA, a large volume of data is generated. So to get yourself a good learning evaluation model, which offers the teacher possibilities for measuring student performance, it is necessary an analysis of such data. Moodle provides the teacher reports, charts and graphs that let you see the data for the actions of the students. Such actions represent from access to resources and materials, to participate in activities such as discussion forums and results of participation in questionnaires, for example. However, these Moodle native views do not take into account the real needs of teachers, especially in regard to effective monitoring of learning. Given the above, it is evident the need to have tools that help in this process. For this, there have to be a model permits, agile and flexible, storage and use of educational data of students to the application of techniques of Learning Analytics - measurement, collection, analysis and reporting of data on students and their contexts, for understanding and learning in order to optimize the environments in which they occur - with focus on diagnosis of learning disability situations in the context of the Distance Education. To evaluate this proposal, the ConcetpVis tool was implemented from the model proposed in this paper. Then, there was a case study in the Elementary Mathematics discipline of the Bachelor's Degree in Computer Education Unit Distance UFPB and finally presented a questionnaire to a group of teachers answered from his impressions.

Keywords: Learning Analytics; Evaluation of Learning; Concepts; Moodle.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema de Pesquisa	14
1.2 Justificativa	15
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Geral	16
1.3.2 Específicos	16
1.4 Metodologia	16
1.4.1 Descrição das etapas metodológicas	16
1.5 Estrutura da Dissertação	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Apontamentos sobre Educação a Distância	19
2.2 Avaliação da Aprendizagem em Educação a Distância.....	23
2.3 <i>Learning Analytics</i>	24
2.4 Visualização de Dados	27
2.4.1 Tipos de Dados.....	28
2.4.2 Técnicas de Visualização de Dados	29
2.4.2.1 Visualizações 1D, 2D e 3D.....	29
2.4.2.2 Projeções Geométricas	33
2.4.2.3 Visualização Iconográfica	34
2.4.2.4 Orientação a Pixels	35
2.4.2.5 Hierárquicas.....	36
3. TRABALHOS RELACIONADOS.....	38
3.1 Modelos de <i>Learning Analytics</i>	38
3.2 Visualização de Dados em contexto Educacional – Monitoramento e Análise	42
4. PROPOSTA DE modelo CONCEITUAL	48

4.1	O Moodle e seus gráficos de visualização de dados	48
4.2	Modelo de Referência de <i>Learning Analytics</i>	57
4.3	Modelo Conceitual Proposto	58
5.	CONCEPTVIS – IMPLEMENTANDO O MODELO CONCEITUAL PROPOSTO	
	61	
6.	ESTUDO DE CASO – RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
6.1	Aplicação da ferramenta ConceptVis	69
6.2	Aplicação do Questionário de Aceitação de Tecnologia	76
7.	CONCLUSÃO	82
	BIBLIOGRAFIA	84
	APÊNDICE A	89

LISTA DE SIGLAS

AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem

DAO – *Data Access Object*

DB – *Database*

EAD – Educação a Distância

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

GUI – *Graphical User Interface*

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MEC – Ministério da Educação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As gerações da EaD.	20
Figura 2 - Exemplo de Gráfico Pizza.	30
Figura 3 - Exemplo de Gráfico de Barras.	31
Figura 4 - Exemplo de Gráfico de Dispersão.	32
Figura 5 - Exemplo Gráfico Bolha.	33
Figura 6 - Exemplo Gráfico Coordenadas Paralelas.	34
Figura 7 - Exemplo Gráfico Iconográfico.	35
Figura 8 - Exemplo Gráfico Orientação a Pixel.	36
Figura 9 - Exemplo Gráfico Grafo.	37
Figura 10 - Modelo de Referência de <i>Learning Analytics</i> (CHATTI <i>et al.</i> , 2012).	39
Figura 11 - Modelo de Referência de <i>Learning Analytics</i> (GRELLER & DRACHSLER, 2012).	41
Figura 12 - Visualizando múltiplos indicadores que utilizam metáforas: <i>iTree</i>	42
Figura 13 - Visualização do desempenho dos alunos no <i>Student Inspector</i>	43
Figura 14 - Arquitetura do <i>Student Inspector's</i>	44
Figura 15 - Painel do <i>Moodle Dashboard</i>	45
Figura 16 - Área de <i>Feedbacks</i> do <i>Course Signals</i>	46
Figura 17 - Esboço da Arquitetura do GLASS.	47
Figura 18 - Banco de Questões e Categorias.	49
Figura 19 - Área de gerenciamento do Banco de Questões.	50
Figura 20 – Área de Configuração de Atividades do Moodle.	51
Figura 21 - Inserção de uma nova questão no banco de questões do Moodle.	52
Figura 22 - Área de Seleção das <i>Tags</i>	52
Figura 23 - Área de Gerenciamento das <i>Tags</i>	53

Figura 24 - Criação da Atividade Questionário.....	53
Figura 25 - Área de criação de Questionários.	54
Figura 26 - Área de inserção de questões no Questionário.	55
Figura 27 - Relatório de desempenho da atividade Questionário.....	56
Figura 28 - Gráfico de desempenho dos alunos por faixa de nota.	56
Figura 29 - Processo de <i>Learning Analytics</i>	57
Figura 30 - Modelo Conceitual Proposto.	59
Figura 31 - Área de seleção da disciplina vinculada ao professor.....	62
Figura 32 - Apresentação da Linha do Tempo.	63
Figura 33 - Desempenho em um conceito por período letivo.	64
Figura 34 - Desempenho histórico do conceito cardinalidade.	65
Figura 35 - Desempenho por questão.	66
Figura 36 - Desempenho por conceito.....	67
Figura 37 - Desempenho por polo.	68
Figura 38 - Linha do Tempo da ferramenta ConceptVis.....	70
Figura 39 - Desempenho por Questão da ferramenta ConceptVis.....	71
Figura 40 - Desempenho por Questão.	72
Figura 41 - Desempenho por Período da ferramenta ConceptVis.....	73
Figura 42 - Desempenho por Período da ferramenta ConceptVis.....	74
Figura 43 - Desempenho por Polo da ferramenta ConceptVis.....	75
Figura 44 - Modelo de Aceitação de Tecnologia.	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas dos Professores referentes à questão 1.....	78
Gráfico 2 - Respostas dos Professores referentes à questão 2.....	78
Gráfico 3 - Respostas dos Professores referentes à questão 3.....	78
Gráfico 4 - Respostas dos Professores referentes à questão 4.....	79
Gráfico 5 - Respostas dos Professores referentes à questão 5.....	80
Gráfico 6 - Respostas dos Professores referentes à questão 6.....	80
Gráfico 7 - Respostas dos Professores referentes à questão 7.....	80
Gráfico 8 - Respostas dos Professores referentes à questão 8.....	81

1. INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) é a modalidade de ensino em que professores, tutores e alunos podem estar distantes geográfica e temporalmente (MAIA e MATTAR, 2007). Segundo o Censo EaD Brasil de 2013 (ABREU, 2014), a EaD cresceu de modo exponencial na última década, passando de 50 mil para 1,15 milhão de estudantes, o que corresponde a cerca de 15% dos alunos matriculados no nível superior.

No contexto dessa modalidade, destacam-se os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que são os espaços onde ocorrem as interações entre professores, tutores e alunos, a partir de fóruns de discussão, questionários, envio de atividades, *chats*, consultas a materiais didáticos, entre outros (MATTAR, 2014). Dentre eles, tem-se o Moodle que, no Brasil, tem seu uso reforçado pelo fato de ser o AVA adotado pela Universidade Aberta do Brasil.

Contudo, como todo processo educacional, diagnosticar problemas de aprendizagem dos alunos não é uma tarefa fácil (SOUZA e MENEZES, 2014). Na modalidade à distância isso se torna ainda mais difícil por diversos aspectos, que vão desde a grande quantidade de alunos envolvidos – o que, em grande medida, impossibilita um *feedback* personalizado quanto às dificuldades dos alunos –, até a maneira pouco eficiente com que os AVAs, em especial o Moodle, ofertam subsídios efetivos para que os professores possam avaliar o desempenho dos alunos.

O resultado desse grande número de usuários acessando e interagindo nos AVAs faz elevar o volume de dados gerados e armazenados em bancos de dados (KOEDINGER, CUNNINGHAM, *et al.*, 2008). O Moodle dispõe, para o professor, de modo nativo, relatórios, tabelas e gráficos de desempenho dos alunos. Contudo, muitas vezes, estas ferramentas são geradas de acordo com os critérios dos desenvolvedores do ambiente, não levando em consideração as reais necessidades de professores e tutores. Diante disso, podemos dizer que tais recursos são, muitas vezes, insuficientes para realizar um acompanhamento da aprendizagem com maior precisão.

Desse modo, analisar estes dados significa descobrir informações relevantes referentes aos estudantes, que vão do potencial de risco de evasão até a consulta a relatórios de dificuldades mais específicos (SIEMENS e LONG, 2011). Estas análises

oferecem a gestores e educadores conhecimento para otimizar o ensino-aprendizagem e a tomada de decisões. Em virtude disso, a área de *Learning Analytics* ou Análise da Aprendizagem, tem crescido fortemente nos últimos anos (SIEMENS e BAKER, 2012; CHATTI, DYCKHOFF, *et al.*, 2012), aparecendo, inclusive, em relatórios nacionais e internacionais que mostram tendências em tecnologias educacionais (FREEMAN, BECKER e HALL, 2015).

O tópico 2.3 destina-se a apresentar *Learning Analytics* de modo mais detalhado, contudo, para este momento, pode-se defini-la como sendo a coleta e o processamento de dados relativos à ação dos usuários em um ambiente virtual.

Nos estudos relacionados à *Learning Analytics*, há, por exemplo, várias iniciativas relativas a sistemas de recomendação (DURAND, LAPLANTE e KOP, 2006), alertas de risco (KAMPFF, 2009), predição de evasão (SANTOS, SIEBRA e OLIVEIRA, 2014) e diagnóstico de desempenho dos estudantes (SANTOS *et al.*, 2013). Essa última iniciativa é destacada como um aspecto importante, pois tem potencial para interferir diretamente nas ações do professor, visto que ele poderá avaliar o desempenho dos alunos, dar um *feedback* mais adequado e, também, realizar intervenções mais precisas no conteúdo apresentado a partir das dificuldades apresentadas pelos estudantes.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de se ter ferramentas que auxiliem neste processo. Para isso, há de ter-se um Modelo que permita, de modo ágil e flexível, o armazenamento e a utilização dos dados educacionais dos alunos para a aplicação de técnicas de *Learning Analytics* com foco no diagnóstico de situações de dificuldade de aprendizagem no contexto da Educação a Distância.

1.1 Problema de Pesquisa

A presente pesquisa responderá a seguinte questão:

- Como deve ser um Modelo Conceitual que considere os pressupostos de *Learning Analytics* e que possibilite o desenvolvimento de aplicações que consigam diagnosticar conceitos em dificuldade de aprendizagem?

A hipótese deste estudo é que, tomando-se o modelo conceitual proposto como base, as ferramentas implementadas a partir dele irão contribuir para o processo de avaliação da aprendizagem ao diagnosticar os conceitos em que os alunos possuem dificuldade.

1.2 Justificativa

O processo de descoberta de padrões a partir de ferramentas de análise e visualização de dados educacionais tem se tornado uma questão essencial para as instituições de ensino. No contexto da Educação a Distância isso se potencializa, pois a quantidade de registros de dados aumenta a cada novo ano letivo. Por isso, é cada vez mais necessário que ferramentas sejam desenvolvidas para auxiliar o professor a compreender o comportamento dos alunos.

Assim, este trabalho se justifica sob três contribuições principais. Para a Comunidade Acadêmica, a contribuição está no desenvolvimento de pesquisas e soluções ao Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle. Para as Instituições de Ensino e/ou Coordenações de Curso, esta pesquisa pode auxiliar nas tomadas de decisões, interferindo positivamente no planejamento e no levantamento de estratégias pedagógicas para cursos à distância. Por fim, destacamos a contribuição para a Ciência da Computação, visto que esta pesquisa propõe um modelo conceitual que suporte a avaliação da aprendizagem a partir de conceitos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

- Propor um Modelo Conceitual orientado a conceitos, que atenda aos pressupostos de *Learning Analytics*, para diagnosticar e identificar dificuldades de aprendizagem e, assim, potencializar a atuação do professor.

1.3.2 Específicos

- Selecionar um Modelo de Referência em *Learning Analytics*;
- Desenvolver um Modelo Conceitual que leve em consideração aspectos constantes em aplicações de *Learning Analytics*;
- Selecionar técnicas de visualização de dados para auxiliar o diagnóstico da aprendizagem dos alunos no transcorrer da disciplina;
- Realizar um estudo de caso a partir do desenvolvimento de uma ferramenta que utilize o Modelo proposto.

1.4 Metodologia

Neste tópico apresenta-se a metodologia utilizada nesta pesquisa, para isso, faz-se, inicialmente, uma classificação do ponto de vista científico e, depois, descrevem-se as etapas do processo de desenvolvimento.

1.4.1 Descrição das etapas metodológicas

As etapas metodológicas dessa pesquisa são descritas nos pontos a seguir.

- Etapa 1: Levantamento dos Trabalhos Relacionados/Estado da Arte.

Nas primeiras ações desta pesquisa, levantou-se estudos relacionados a esta proposta. Deu-se preferência aos trabalhos que versavam sobre o desenvolvimento de tecnologias voltadas a potencializar a avaliação da aprendizagem em ambientes virtuais, afim de, com isso, observar os recursos educacionais utilizados para geração de dados (atividades); como foi desenhada a arquitetura; os que tinham como objetivo Monitoramento e Análise (CHATTI *et al.*, 2012) e também as técnicas de visualização de dados utilizadas.

Como fruto desta etapa 1, chegou-se a algumas conclusões. Primeiro que, de um modo geral, poucos trabalhos atendem a proposta de diagnosticar dificuldades de aprendizagem de conceitos. Segundo, que seria importante pensar em uma modelo conceitual mais flexível, que permitisse uma posterior incorporação de outras fontes de dados bem como de outras técnicas.

- Etapa 2: Definição do Modelo Conceitual.

Com os resultados da Etapa 1, definiu-se o Modelo Conceitual e suas camadas, visando a implementação da ferramenta de diagnóstico de dificuldades de aprendizagem.

- Etapa 3: Implementação da Aplicação.

Uma aplicação foi desenvolvida fruto do Modelo Conceitual propostos: sistema de visualização de dados relativos ao desempenho dos alunos em atividades propostas no Ambiente Virtual de Aprendizagem e que permite ao professor identificar dificuldades de aprendizagem.

- Etapa 4: Avaliação da proposta a partir de um estudo de caso e um questionário com professor.

Como parte final do presente trabalho, aplicou-se esta proposta na disciplina Matemática Elementar, do curso de Licenciatura em Computação à distância, oferecido pela Unidade de Educação à Distância da Universidade Federal da Paraíba (UFPB Virtual). Por fim, um questionário foi aplicado com professores que atuam na Educação

a Distância para que avaliassem a importância de se utilizar uma aplicação ora desenvolvida.

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação apresenta no capítulo 2 os fundamentos teóricos que dão base para este trabalho. No capítulo 3 tem-se os trabalhos relacionados. A proposta de modelo é apresentada no capítulo 4. No capítulo 5 é detalhada a implementação do modelo proposto. No capítulo 6 há o estudo de caso, a discussão dos resultados e a entrevista com professores. Por fim, no capítulo 7, tem-se a conclusão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresentam-se as bases teóricas que dão sustentação ao desenvolvimento do presente trabalho. Inicialmente, trata-se de aspectos que envolvem a Educação a Distância. Em seguida, aborda-se como a Avaliação em Educação a Distância é importante no planejamento docente. Por fim, os fundamentos de *Learning Analytics* são apresentados, bem como as técnicas de Visualização de Dados.

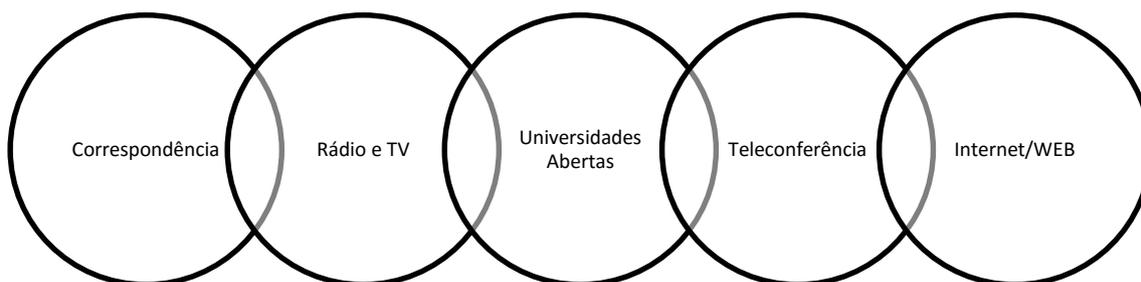
2.1 Apontamentos sobre Educação a Distância

A Educação a Distância tem como principal característica ser uma metodologia de ensino-aprendizagem onde professores e alunos estão separados tanto no tempo quanto no espaço físico. Para Moran (2002),

Educação a Distância é o processo de ensino-aprendizagem, mediado por tecnologias, onde professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente. Nela, professores e alunos não estão juntos, fisicamente, mas podem estar conectados, interligados por tecnologias, principalmente pela Internet. Mas também podem ser utilizados o correio, o rádio, a TV, o vídeo, fax ou tecnologias semelhantes. (p.127)

Em Moore & Kearsley (2007), é descrito, de modo resumido, as cinco gerações da EaD. Essas gerações estão descritas na Figura 1.

Figura 1 - As gerações da EaD.



Fonte: Moore & Kearsley (2007).

Não há um consenso sobre quando, de fato, começou o uso de serviços postais para enviar materiais para estudo. O primeiro curso por correspondência que se tem registro, com a devida autorização legal e chancela para emissão de diplomas de bacharelado, foi da *Chautauqua College of Liberal Arts*, em 1883. Tal possibilidade de estudo, segundo Moore & Kearsley (2007), teve um importante papel no sentido de oferecer acesso ao conhecimento dos que não possuíam acesso à Universidade.

No início do século XX, outras tecnologias foram adotadas na EaD, quais sejam o rádio e a televisão. Com relação ao uso do rádio, houve grande expectativa por parte dos professores e gestores educacionais. Porém, excetuando-se países como Canadá e Austrália, de um modo geral, o uso desse aparelho não obteve o sucesso esperado.

De outro modo, a televisão alcançou grande destaque, sobretudo depois da 2ª Guerra Mundial. Além de recursos públicos, grandes empresas passaram a financiar experiências em EaD. Nos dias de hoje, é possível encontrar iniciativas que envolvam EaD e televisão.

Moore & Kearsley (2007) apresentam, ainda, a terceira geração de EaD, representada pela criação das Universidades Abertas. Tal movimento teve seu marco no início da década de 70, com a Universidade Aberta da Grã-Bretanha, por esta apresentar organização tecnológica e uma equipe específica para atuação em EaD.

A partir dos anos 80, ganha destaque a quarta geração, que lida, em grande medida, com avanços tecnológicos, com ênfase na chamada teleconferência. Segundo Moore & Kearsley (2007), a teleconferência atraiu muitos adeptos, pois, de alguma forma, reproduzia um modelo tradicional de educação dentro de sala de aula.

A quinta geração, por fim, utiliza-se da internet para desenvolver suas experiências educacionais, a partir do início dos anos 90. A internet possibilitou, assim, o acesso a diversos espaços virtuais de aprendizagem: cursos *online*, seminários, fóruns de discussão, entre outros. São esses espaços que proporcionam interações entre professores e alunos.

O artigo 80 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) – Lei Federal 9.394, de 20/12/1996 – atribuiu algumas funções ao poder público, este devendo “incentivar o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada” (BRASIL, 1996).

Mesmo que sem função de Lei, os Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância (BRASIL, 2007), surgiu com o papel de orientar os processos de regulação, supervisão e avaliação na modalidade de educação à distância. No que se refere ao papel do professor, os Referenciais de Qualidade pontuam que em instituições de ensino superior que ofertam cursos a distância, os professores devem ser competentes para:

- a. Estabelecer os fundamentos teóricos do projeto;
- b. Selecionar e preparar todo o conteúdo curricular articulado a procedimentos e atividades pedagógicas;
- c. Identificar os objetivos referentes a competências cognitivas, habilidades e atitudes;
- d. Definir bibliografia, videografia, iconografia, audiografia, tanto básicas quanto complementares;
- e. Elaborar o material didático para programas a distância;
- f. Realizar a gestão acadêmica do processo de ensino-aprendizagem, em particular motivar, orientar, acompanhar e avaliar os estudantes;
- g. Avaliar-se continuamente como profissional participante do coletivo de um projeto de ensino superior à distância. (BRASIL, 2007, p. 20).

Dos itens acima, destaca-se o ponto f., que descreve a responsabilidade do professor de realizar a Gestão Acadêmica. As ações de motivar, orientar, acompanhar e avaliar os alunos são fundamentais para que se evite uma série de problemas, como, por

exemplo, a reprovação em determinada disciplina ou mesmo a evasão, em que o aluno abandona uma disciplina ou, em situação mais grave, o curso.

A atuação dos tutores presencial e a distância também é descrita nos Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância (BRASIL, 2007). O tutor deve ser entendido, de um modo geral, como o ator que participa de modo ativo das práticas pedagógicas. Assim, todas as atividades desempenhadas pelos tutores devem contribuir para desenvolver os processos de ensino-aprendizagem, bem como para o acompanhamento e avaliação, em auxílio ao professor.

Como dito anteriormente, uma das principais características da quinta geração da EaD é o uso de sistemas ou ambientes virtuais, chamados, neste contexto, de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, que são os sistemas que permitem as possibilidades de interação professor-tutor-aluno por meio da Internet.

Estes ambientes possibilitam a disponibilização de materiais didáticos, além da realização e o acompanhamento de atividades acadêmicas, sejam elas síncronas – que ocorrem em tempo real –, como *chats*, ou assíncronas – que não necessitam de participação em tempo real –, como os fóruns de discussão. A partir da utilização destes ambientes por professores, tutores e alunos, geram-se muitos dados, desde os relativos ao simples acesso ao AVA, até a participação em fóruns de discussão e o desempenho em atividades, por exemplo. Diante disso, a análise desses dados pode servir de base para que professores e tutores possam realizar uma Gestão Acadêmica mais eficaz, o que significa “motivar, orientar, acompanhar e avaliar os estudantes”.

Em Cavalcanti *et al.* (2014), há um estudo que identifica fatores que afetam a motivação de alunos na EaD a partir da análise dos dados do AVA, traçando assim um perfil do aluno. No trabalho de Gottardo, Kaestner & Noronha (2012), é apresentado um experimento para prever o desempenho dos estudantes a partir de técnicas de mineração de dados. Dias Júnior *et al.* (2014) mostra uma ferramenta de *Business Intelligence* com a finalidade de coletar dados do AVA e transformá-los em informações que permitam uma melhor tomada de decisões em relação a estratégias de ensino, infraestrutura e recursos. Oliveira *et al.* (2014) analisa os dados relativos a participação dos alunos em fóruns de discussão, gerando grafos a partir da ocorrência das interações. Os trabalhos listados descrevem como a análise de dados advindos dos AVAs pode potencializar a

Gestão da Aprendizagem, oferecendo subsídios a professores e tutores para tomada de decisão.

A maneira como o professor planeja e dispõe atividades e avaliações no AVA interferem diretamente na quantidade de dados gerados pela atuação dos alunos. Assim, quanto mais atividades distribuídas ao longo da disciplina, maior será a quantidade de dados. Daí a importância de se definir o modo de avaliação da aprendizagem. O tópico a seguir trata do processo de Avaliação em Educação a Distância.

2.2 Avaliação da Aprendizagem em Educação a Distância

Os Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância (BRASIL, 2007) afirmam que o modelo de avaliação da aprendizagem precisa auxiliar o aluno a desenvolver competências e habilidades por meio de um processo contínuo, utilizando, para isso, uma verificação contínua do progresso dos alunos por meio de atividades à distância e também avaliações presenciais.

Desse modo, devem ser articulados mecanismos que promovam o permanente acompanhamento dos estudantes, no intuito de identificar eventuais dificuldades na aprendizagem e saná-las ainda durante o processo de ensino-aprendizagem. (p. 16)

Segundo Mattar (2014), a avaliação dos alunos em educação a distância pode ser dividida em três momentos: antes do início do curso (avaliação de entrada), durante o curso (avaliação formativa) e ao final do curso (avaliação somativa). Na avaliação de entrada, há a oportunidade de se conhecer melhor os alunos, para isso, alguns instrumentos podem ser utilizados antes do início do curso, funcionando para mapear as características do grupo. A avaliação formativa é realizada durante o curso, de modo contínuo, permitindo a professores e tutores acompanhar a aprendizagem dos alunos, detectando dificuldades e, desse modo, possibilitando, um reajuste de direcionamentos

durante o curso. Por fim, na avaliação somativa, as avaliações são realizadas ao final do curso e visa acompanhar se de fato os objetivos foram alcançados.

Segundo Nuhs e Tomio (2011), apesar de ser o instrumento de avaliação mais comum e tradicional, a avaliação somativa, representada pela prova presencial, não serve para mensurar o conhecimento do aluno. Assim, a avaliação formativa passa a ter um papel importante, já que permite que o professor planeje sua disciplina de modo a desenvolver uma avaliação continuada, onde os estudantes são avaliados do início ao fim do curso.

Diversos autores tem tratado sobre avaliação da aprendizagem em EaD. Lück (2003) diz que o papel da avaliação é proporcionar a absorção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de novas habilidades. Dessa forma, o resultado que o aluno obtiver na avaliação servirá para determinar estratégias de correção das dificuldades. Mason (2003) fala que é preciso construir mecanismos de avaliação que abarque tanto alunos quanto professores e tutores nas atividades, visando o aumento da efetividade dos processos de avaliação da aprendizagem. Já Palloff (2012) afirma que é preciso considerar métodos de coleta e seleção de dados referentes à atuação dos alunos no AVA, como acessos; participação em fóruns; tempo de permanência na plataforma; resposta a questionários, etc.

Até então, mostrou-se a importância de se analisar os dados gerados pela atuação dos alunos. No tópico a seguir, descreve-se a área que estuda esta análise em contexto educacional: *Learning Analytics*.

2.3 *Learning Analytics*

Siemens e Long (2011) afirmam que a ação de tomar decisões a partir de dados no contexto da educação significa, de modo geral, utilizar dados, advindos dos AVAs, para serem analisados por professores e gestores educacionais. Tais dados são gerados desde os acessos ao AVA, até participações em atividades, como fóruns e questionários. Conforme Marsh *et al.* (2006), a tomada de decisão a partir de dados é uma atividade que remonta aos anos 70, tendo, como objetivos, identificar dificuldades, avaliar

propostas de ensino e potencializar o planejamento. Nessa época, as fontes de dados eram, geralmente, questionários, entrevistas e observações.

Há várias pesquisas na área educacional que lançam mão da tomada de decisão a partir de dados, contudo, fora do ponto de vista tecnológico. Nessas pesquisas, todo o processo é feito de modo não-automatizado e depende da ação dos professores e gestores, desde a coleta, passando pela análise e chegando ao ato da decisão, como apresenta-se em Marsh *et al.* (2006).

Earl e Katz (2006) mostram que quando se tem dados relevantes, os gestores educacionais podem agir de modo mais eficiente nas tomadas de decisão no sentido de redesenhar práticas, observar dificuldades dos alunos e pensar em melhorias. Já para os professores, os autores afirmam que esses poderão estabelecer orientações individuais, para cada aluno.

Diante disso, passou a ser crescente a busca pela análise automatizada desses dados. Essa ação foi definida como *Learning Analytics*. Siemens e Long (2011), durante a 1ª Conferência Internacional sobre Aprendizagem Analítica e Conhecimento (LAK11), ocorrida em 2011, no Canadá, definiu *Learning Analytics* como sendo a “medição, coleta, análise e divulgação de dados sobre aprendizes em seus contextos, com o fim de entender e potencializar a aprendizagem e os ambientes em que ela ocorre”. Por ser a primeira conferência específica sobre o tema, esta definição tornou-se a mais utilizada nas pesquisas subsequentes.

Siemens (2010) afirma que *Learning Analytics* é quando utilizamos os “dados produzidos pelos alunos de modo inteligente a partir de modelos de análise para descobrir informações a fim de prever situações e tomar decisões sobre aprendizagem”. Já Johnson *et al.* (2011) definem *Learning Analytics* como sendo a “interpretação de uma grande quantidade de dados gerados e coletados a partir de ações dos estudantes, visando avaliar o progresso acadêmico, prever desempenho e identificar dificuldades e problemas”. Para Gilfus (2011), *Learning Analytics* é “o uso de dados e modelos que buscam prever o progresso e o desempenho dos estudantes, bem como a possibilidade de agir sobre as informações”.

Para esta pesquisa, *Learning Analytics* é uma área da análise de dados que tem como objetivos coletar e processar dados relativos a interações e atividades propostas e

realizadas por professores, tutores e alunos em um AVA com o intuito de oferecer conhecimento para servir de base à tomada de decisão, seja a nível micro (individual/aluno), meso (curso) e macro (institucional).

Segundo Chatti *et al.* (2012), há três etapas indispensáveis em *Learning Analytics*: coleta e pré-processamento, análise e visualização e pós-processamento. Pré-processamento é a etapa em que se removem as impurezas, atributos irrelevantes bem como os ruídos, preparando os dados para a próxima etapa, que é a análise. A etapa de análise, como dito anteriormente, visa observar os dados vindos da etapa anterior para descobrir padrões que auxiliarão a tomada de decisão. Esta etapa trata da visualização da informação, recomendações, predição e personalização em AVAs. Já na etapa de pós-processamento, há, como objetivo, propor melhorias, incluindo ou excluindo atributos, usando novas técnicas, etc.

É preciso considerar que *Learning Analytics* não se constitui numa nova área de pesquisa, mas sim em uma espécie de fusão de diversas técnicas já existentes em várias áreas de pesquisa que também utilizam a tecnologia como aspecto potencializador da aprendizagem. Essa associação entre *Learning Analytics* e áreas convergentes está descrita no trabalho de Chatti *et al.* (2012) e compreende Mineração de Dados, Sistemas de Recomendação, Aprendizagem Adaptativa, entre outros. Assim, as ações em *Learning Analytics* possibilitam a utilização de recursos de outras áreas, como Inteligência Artificial, Aprendizagem de Máquina, Estatística, Visualização de Dados, etc.

Um modelo de referência é apresentado em Chatti *et al.* (2012), composto por quatro extensões que visam estabelecer aspectos importantes para se realizar uma análise em *Learning Analytics*. Já em Greller e Drachsler (2012), os autores apresentam outro modelo, um *framework* para orientação de serviços baseados em *Learning Analytics* visando servir de alicerce para ações docentes. Ambos são descritos com mais detalhes na sessão de Trabalhos Relacionados.

O tópico a seguir apresenta a ciência da Visualização de Dados, que trata sobre como representar um grande volume de dados, neste caso, advindos do AVA, de modo a representá-los de modo conciso e apto a análises.

2.4 Visualização de Dados

A Visualização de Dados é uma subárea da Ciência da Computação e pode ser definida como o estudo e a proposta de ferramentas de suporte gráfico para apoio à análise de um dado grupo de dados complexos. Tais dados podem vir de domínios diversos, se caracterizando por terem um grande volume, tipos variados (números, imagens, redes sociais, etc.) e alto nível de dimensionalidade (dados com muitos atributos). É possível que os dados estejam armazenados de modo estruturado, em banco de dados, ou ainda dentro de documentos de texto (Excel), imagens, vídeos, etc.

O grande objetivo da Visualização de Dados é, a partir de gráficos, transmitir uma informação de modo claro e eficaz. O que não significa, necessariamente, visual sofisticado. Para se comunicar uma ideia é preciso aliar forma e função. A Visualização de Dados está fortemente relacionada com gráficos de informação e estatísticos.

O Design em si oferece infinitas possibilidades de representação de diversas informações, contudo, estas se mostravam estáticas, sem qualquer ligação com uma base de dados. A Visualização de Dados, então, passou a dispor interatividade na geração de gráficos, buscando, para isso, os dados necessários em uma base digital.

Esse processo transforma um conjunto de dados em uma estrutura visual em que o usuário (professor) pode obter vários resultados em informação e conhecimento. As tecnologias que fomentam acessar, armazenar e gerar dados tem se desenvolvido muito rápido, o que evidencia o quanto ainda se pode crescer nesse sentido. Conforme Quigley (2006), Visualização de Dados é o “processo de tornar visível aquilo que não está aparente, ou de falar ao indivíduo diretamente em seus olhos”. Assim, cabe ao usuário compreender a informação visual e dela abstrair conhecimento.

Para transmitir as ideias de modo eficiente, tanto em termos de forma quanto função, o desenvolvedor das visualizações precisa combinar dados de modo a gerar informações relevantes, quer seja em forma de tabelas, gráficos, histogramas, etc. Apesar da indispensável capacidade de se representar os dados, nem sempre é necessário construir suntuosas visualizações. Para isso, há uma área importante chamada Design da Informação.

O Design da Informação pode ser definido como sendo a área que estuda os fenômenos representados por figuras, gráficos, mapas, etc. Ele é aplicado a um conjunto de dados de modo a transformá-los em informações compreendíveis. Assim, o Design da Informação irá trabalhar visualmente a informação para ser utilizada com sucesso, permitindo ações efetivas.

Adentrando nos aspectos fundamentais da Visualização de Dados, há a Cognição, que é a capacidade humana de perceber, adquirir e utilizar o Conhecimento. Contudo, segundo Miranda (1999), a Cognição não age por si só, necessitando assim de fatores externos. Como a visão representa um dos sentidos que mais são utilizados na atividade Cognitiva, esta tem ligação direta com a compreensão dos artefatos visuais.

Há diversos Tipos e Técnicas de Visualização de Dados, bem como Diretrizes específicas para a escolha de cada Técnica, como mostra os tópicos a seguir.

2.4.1 Tipos de Dados

Apesar das diferentes Técnicas, há a limitação da dimensionalidade do conjunto de dados. Ao longo do tempo essas Técnicas foram sendo aperfeiçoadas para os diversos tipos de dados e dimensões. Shneiderman (1996) diz que os dados podem ser dos tipos: Unidimensional; Bidimensional; Multidimensional; Texto e Hipertexto; Grafos e Hierárquicos e Algoritmos e Software.

Os dados Unidimensionais tem um atributo padrão, como por exemplo, os dados temporais, onde cada momento de tempo pode ter vários valores relacionados. Já os dados Bidimensionais são os que possuem variáveis distintas, como as representações geográficas de latitude e longitude. Os dados Multidimensionais têm três ou mais variáveis, onde sua representação pode utilizar até três dimensões.

Texto, Hipertexto e Grafos são dados que não são descritos por números e os dados de Algoritmos e Softwares auxiliam na compreensão de um software, como um diagrama de fluxo de dados.

Alguns tipos de dados mantém relações entre si, podendo ser, desse modo, Hierárquicos ou Grafos. O primeiro mostra uma hierarquia entre si, como por exemplo,

os hiperlinks. O segundo representa uma relação de interdependência de dados, como a uma rede social.

Keim & Ward (2002) apresentam uma classificação das técnicas de visualização de dados: Visualização uma (1D), duas (2D) e três (3D) dimensões; Visualização de Projeções Geométricas; Visualização baseada em ícones; Visualização orientada a pixels e Visualização hierárquicas. Ainda segundo os autores, o processo de Visualização de Dados compreende três aspectos: tipos de dados, técnicas de visualização de dados e técnicas de interação (zoom, filtros, informações adicionais ao clicar nos gráficos, etc.). No tópico a seguir essa classificação é detalhada.

2.4.2 Técnicas de Visualização de Dados

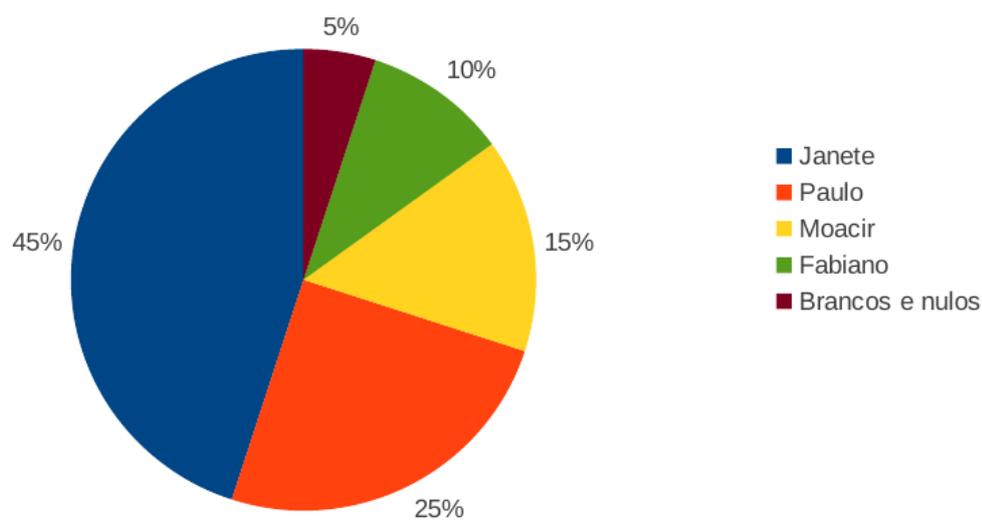
Nas subseções deste tópico, é apresentada uma análise mais detalhada das Técnicas de Visualização de Dados. Salienta-se que as Técnicas descritas foram escolhidas com base na recorrência com que aparecem na literatura.

2.4.2.1 Visualizações 1D, 2D e 3D

As visualizações em 1D, 2D e 3D, conforme Pillat *et al.* (2005), são as mais utilizadas, e correspondem aos gráficos de pizza, linha, barra, dispersão, radar, dentre outros, sendo muito empregadas para mostrar atributos de um registro de dados em 1, 2 e 3 dimensões que, segundo Card (1999), “devem ser codificadas em uma única estrutura visual”.

Os gráficos do tipo pizza representam dados onde cada fatia mostra um aspecto quantitativo desses. No exemplo da Figura 2, há a apresentação dos resultados de uma eleição para prefeito (informações fictícias) em que o percentual de votos é mostrado para efeito de comparação, bem como as respectivas legendas de cores.

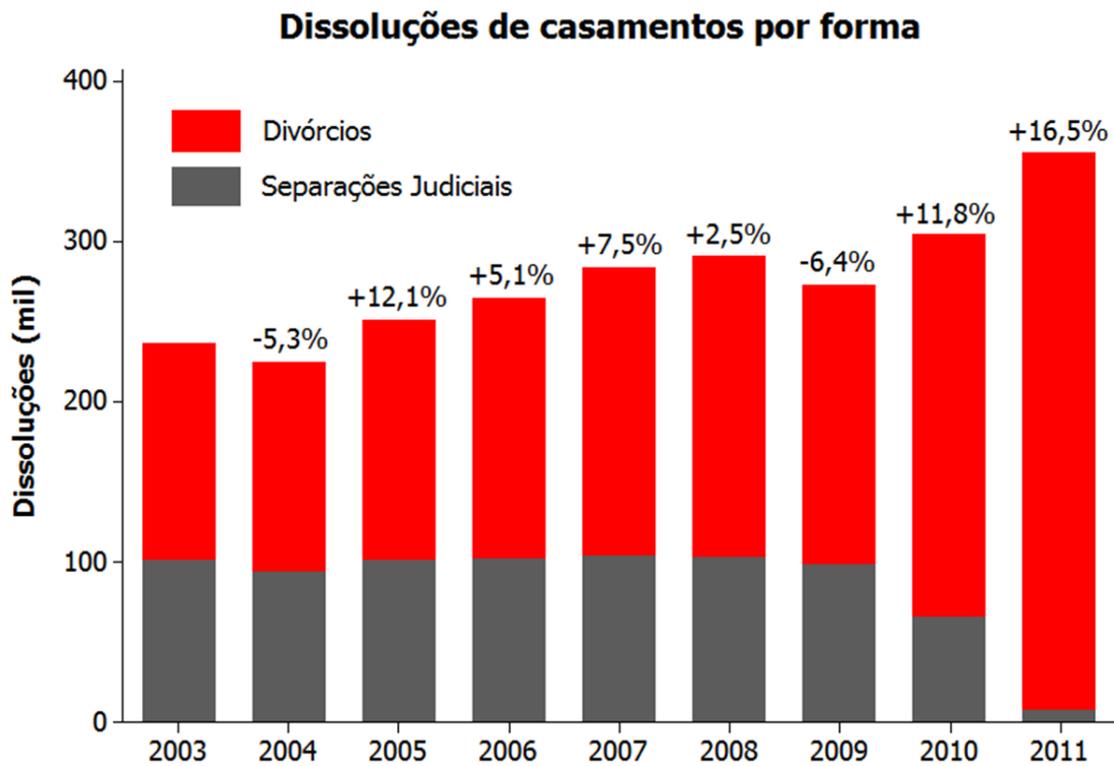
Figura 2 - Exemplo de Gráfico Pizza.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Já os gráficos de barras são eficazes quando se deseja dividir dados numéricos em duas ou mais categorias diferentes, possibilitando a visualização rápida das tendências nos dados. Na Figura 3, o gráfico de barra é utilizado para mostrar a incidência de dissoluções de casamento, seja por divórcio, seja por separação judicial. Percebe-se a tendência de crescimento de separações por divórcio.

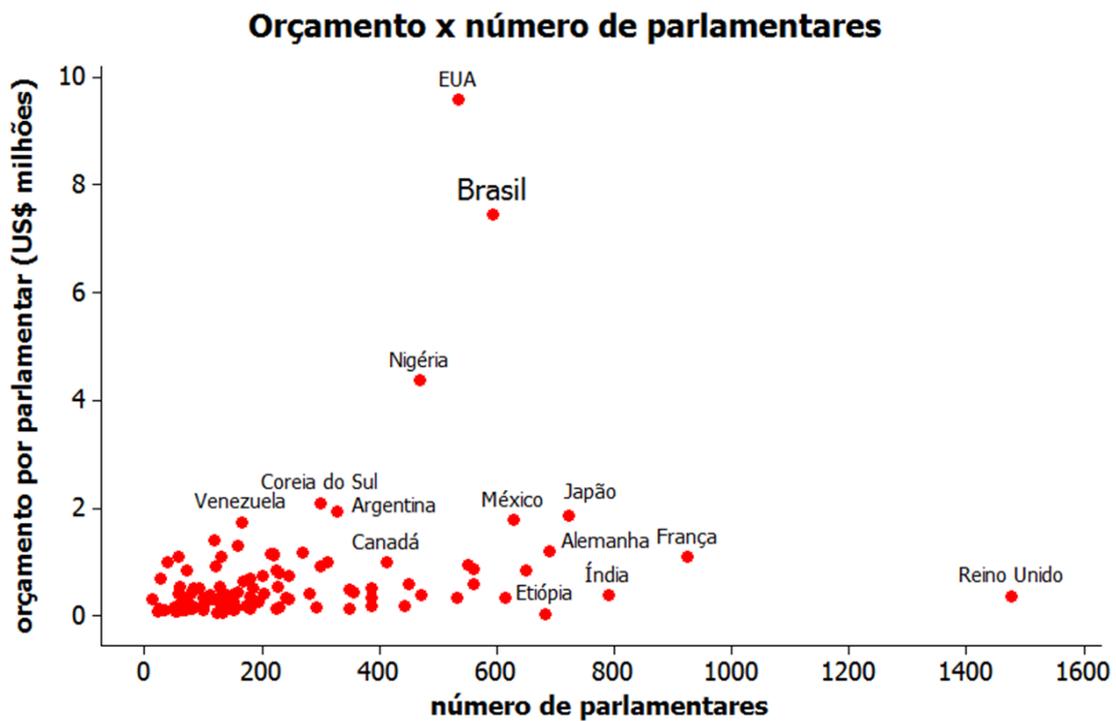
Figura 3 - Exemplo de Gráfico de Barras.



Fonte: Folha de São Paulo, em 19/12/2012.

Os gráficos de dispersão são uma maneira eficaz de dar um senso de tendências, concentrações e exceções que o direcionarão para onde se quer concentrar mais seus esforços de investigação. Segundo Myatt (2007), os dados que serão visualizados são, de modo geral, quantitativos.

Figura 4 - Exemplo de Gráfico de Dispersão.

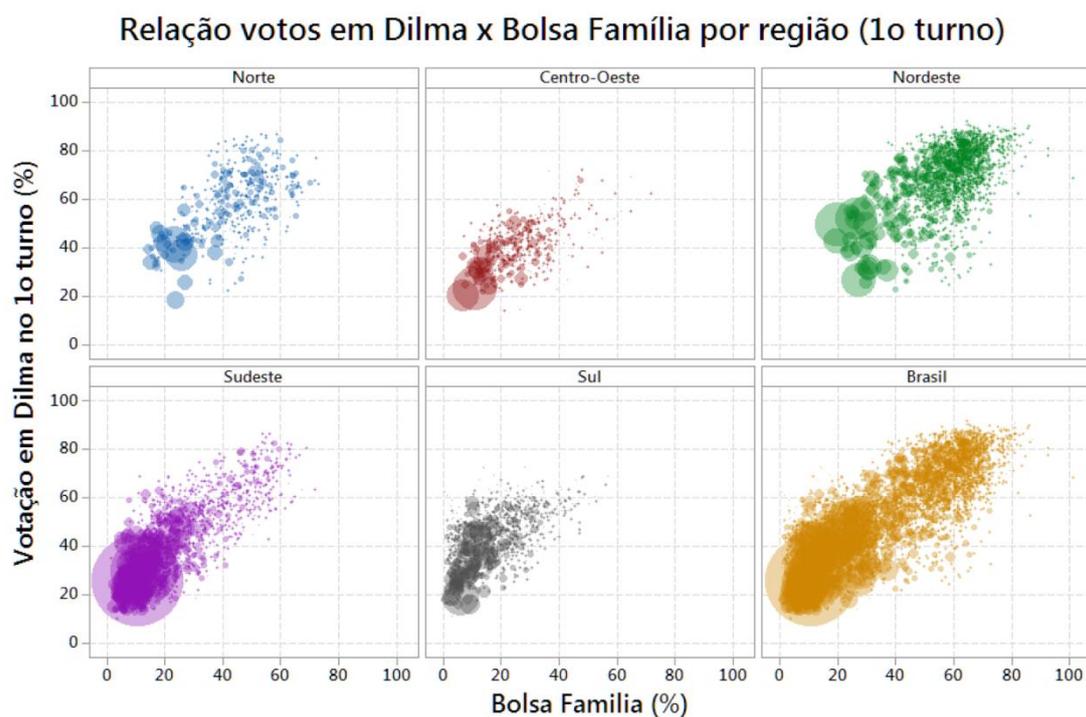


Fonte: Folha de São Paulo, em 17/02/2013.

Na Figura 4, apresenta-se a relação entre o número de parlamentares e o orçamento para cada um deles. Nota-se que há uma concentração na parte inferior do gráfico (tendências) e um destaque para EUA, Brasil, Nigéria e Reino Unido (exceções).

Os gráficos do tipo bolha, que representam os de 3 dimensões, são semelhantes ao gráfico de dispersão. Contudo, o gráfico de bolha utiliza o tamanho dela para representar um terceiro atributo.

Figura 5 - Exemplo Gráfico Bolha.



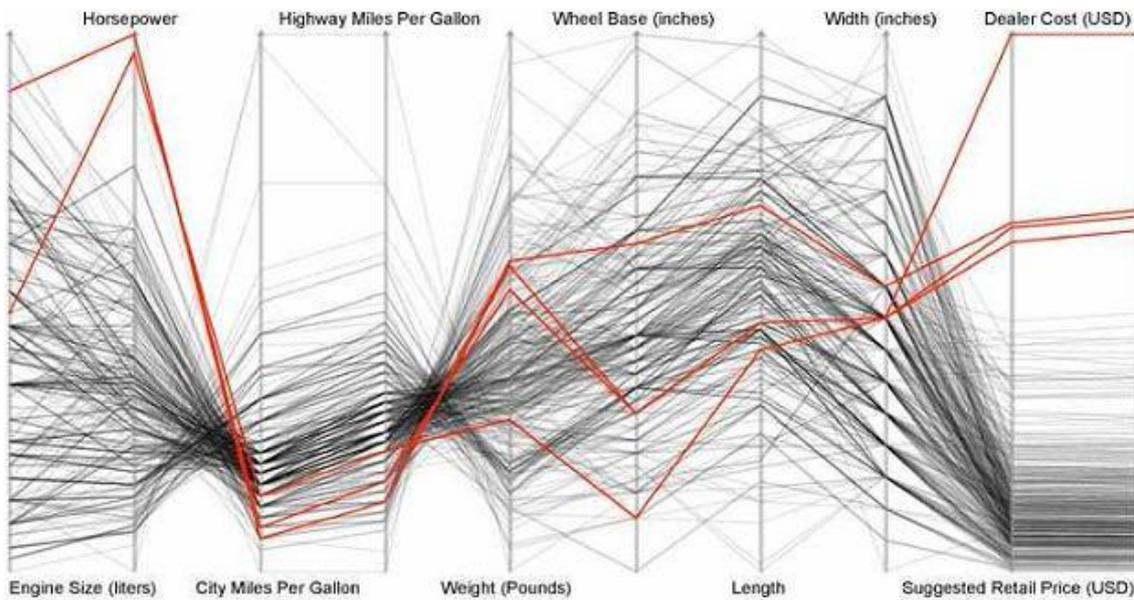
Fonte: Folha de São Paulo, em 13/10/2014.

Com a Figura 5, percebe-se uma relação entre a participação do programa Bolsa Família e a votação na Presidente Dilma Rousseff. Em análise preliminar, nota-se uma relação linear e positiva entre os eixos X e Y.

2.4.2.2 Projeções Geométricas

De acordo com Yahaguchi (2010), essa técnica “serve principalmente para a análise de correlação entre os atributos e a observação sobre o comportamento de um grupo de registros, que normalmente devem ser do tipo quantitativo”. Assim, a Projeção Geométrica irá justamente projetar dados multidimensionais em uma área bidimensional. Os gráficos de Matriz de Dispersão e Coordenadas Paralelas são exemplos desta técnica.

Figura 6 - Exemplo Gráfico Coordenadas Paralelas.



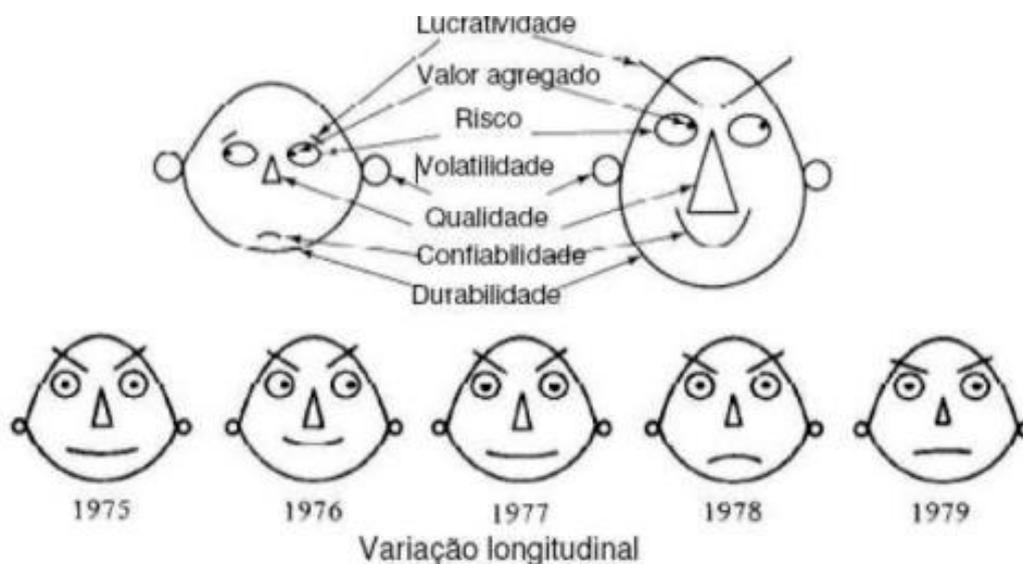
Fonte: Theus (2008).

A Figura 6 exemplifica o destaque que é dado a um subconjunto de carros que encontram-se entre aqueles que são os mais eficientes, na perspectiva do atributo *Horsepower*, e com maior preço, *Dealer Cost*. Assim, é possível notar que, a partir das semelhanças entre as inclinações das linhas, há, na Figura em questão, correlações positivas. Já pelo fato de haver o cruzamento entre os eixos, têm-se correlações negativas.

2.4.2.3 Visualização Iconográfica

Nessa técnica, mapeiam-se os atributos dos dados em forma de ícone que representam cada item do grupo de dados. Ao localizar semelhanças nos ícones, pode-se, assim, formar agrupamentos bem como representações dissociadas (WARD, 1994). Há, segundo Walsum *et al.* (1996), há dois tipos de gráficos iconográficos: modelo-fixo – detêm um número definido de parâmetros que modificam a forma, como, por exemplo, as Faces de Chernoff – e o modelo-amorfo – não utiliza uma estrutura pré-definida e não possui uma quantidade determinada de parâmetros. Seu principal exemplo é a *streamlines*. A Figura 7 exemplifica as Faces de Chernoff.

Figura 7 - Exemplo Gráfico Iconográfico.



Fonte: Ward (1994).

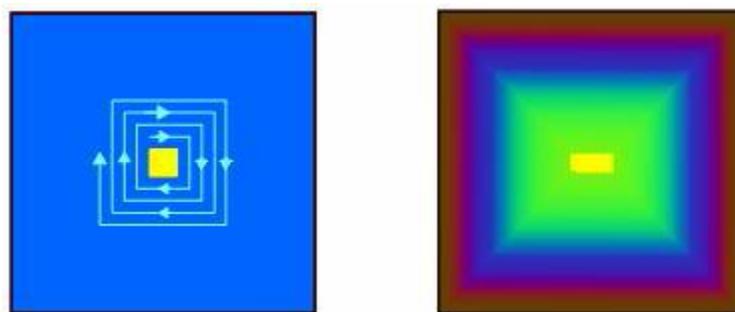
Na Figura 7 há a representação longitudinal dos atributos, e para cada um deles é feita a ligação com os objetos equivalentes ao seu significado. Por exemplo, o atributo qualidade é representado pelo nariz do ícone. Desse modo, se algo tem muita qualidade, utiliza-se um nariz maior, por outro lado, para uma baixa qualidade, utiliza-se um nariz menor.

2.4.2.4 Orientação a Pixels

Nessa técnica, há o mapeamento de cada dimensão de um determinado dado para um pixel de cor, em seguida, reúnem-se todos esses pixels em uma mesma área. Cada atributo é mostrado em um quadro individual, permitindo, assim, a visualização de um grupo de dados.

Ideal para visualizar dados quantitativos, a grande vantagem da Orientação a Pixel, segundo Keim e Kriegel (1996), é suportar grandes quantidades de informações. Diferencia-se das técnicas geométricas por sobrepor os elementos representados no gráfico e, ainda assim, não prejudicar a análise da visualização.

Figura 8 - Exemplo Gráfico Orientação a Pixel.



Fonte: Keim (1997).

O gráfico da Figura 8 mostra o resultado de uma consulta de dados qualquer onde, ao invés de representar o valor atribuído, os *pixels* irão mostrar a distância entre os elementos e o resultado da consulta. Dessa forma, os *pixels* correspondentes aos elementos que satisfazem a consulta aparecem dispostos no centro. Já os que aparecem distribuídos distanciando-se do centro são aqueles que não satisfazem a consulta.

2.4.2.5 Hierárquicas

Técnica aplicada a dados que tem, em sua natureza, alguma relação entre si. Assim, ela é utilizada quando se deseja representar agrupamentos hierárquicos. Para ilustrar, um exemplo seria a estrutura de um sistema de arquivos, com pastas e subpastas, similar a uma estrutura de árvores. Urbanek (2008) afirma que técnicas hierárquicas que fazem uso da estrutura de árvore tornam a leitura mais legível. Os principais exemplos dessa técnica são: Mosaico, Empilhamento, *Cone Trees*, *Treemap* e Grafos.

Especificamente sobre grafos, estes são campos de estudo da Teoria dos Grafos, que é uma estrutura composta por nós (vértices) e arestas. Ao utilizá-los, é possível visualizar e navegar por toda a estrutura composta pelos dados.

Figura 9 - Exemplo Gráfico Grafo.



Fonte: Oliveira e Serrano (2014).

O grafo da Figura 9 mostra as interações entre os participantes de um fórum de discussão. Cada nó corresponde a um participante e as arestas as interações ocorridas entre eles.

Com relação à quantidade de dados, conforme Oliveira e Levkowitz (2003), as técnicas hierárquicas podem ser utilizadas para volumes que vão de pequeno a médio, como mostram os trabalhos de Shneiderman (2006) e Bederson *et al.* (2001).

Este capítulo tratou dos principais temas e conceitos que estão no contexto da área de pesquisa deste trabalho, desde as noções que envolvem a Educação a Distância, aspectos relativos à Avaliação da Aprendizagem, *Learning Analytics* e suas técnicas, bem como a Visualização de Dados. No capítulo a seguir, há a apresentação dos trabalhos relacionados a presente pesquisa.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

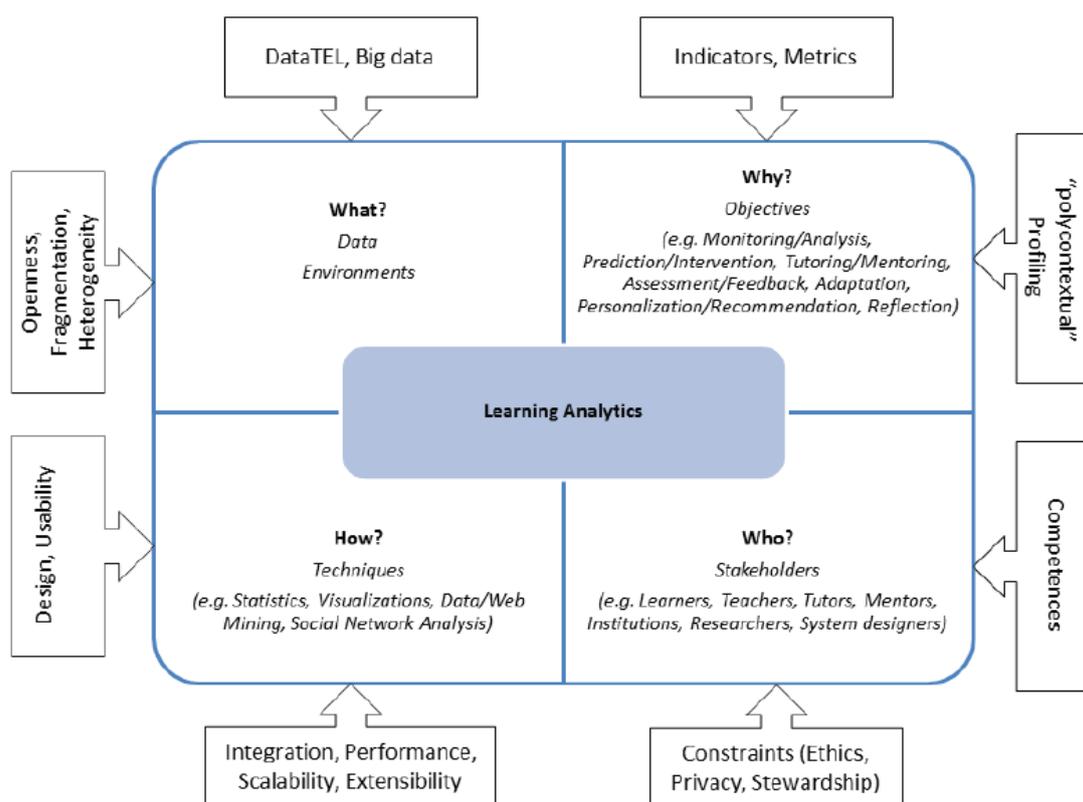
Neste capítulo descrevem-se os trabalhos correlatos, que possuem um grau de similaridade ao tema desta pesquisa. Inicialmente, trata-se dos modelos de *Learning Analytics* de Greller e Drachsler (2012) e Chatti *et al.* (2012). Em seguida, trabalhos que apresentam ferramentas para visualização de dados em contexto Educacional que objetiva a Monitoramento e Análise (CHATTI *et al.*, 2012).

3.1 Modelos de *Learning Analytics*

Como exposto no capítulo referente aos aspectos teóricos, os modelos de referência em *Learning Analytics*, representados pelos trabalhos de Greller e Drachsler (2012) e Chatti *et al.* (2012), são bases teóricas para este trabalho bem como estão relacionados a este por delimitarem um modelo para implementação de *Learning Analytics*.

Chatti *et al.* (2012) descrevem as associações entre *Learning Analytics* e as áreas as quais estão relacionadas. Além disso, os autores apresentam um modelo de referência de *Learning Analytics* que está alicerçado nos seguintes aspectos: *What?*, *Who?*, *Why?* e *How?*, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Modelo de Referência de *Learning Analytics* (CHATTI *et al.*, 2012).



Fonte: Chatti *et al.* (2012).

O aspecto *What?* (O que?) trata do tipo de dados que serão coletados, tratados e analisados. Já o aspecto *Who?* (Quem?) diz respeito àqueles que serão os interessados pelas análises realizadas. O *Why?* (Por que?) é o aspecto que corresponde aos objetivos para se realizar determinadas análises. Por fim, o aspecto *How?* (Como?) delimita as técnicas a serem utilizadas para que as análises sejam realizadas.

O aspecto *Why?*, conforme a Figura 10, possui, como objetivos, *Monitoring/Analysis* (Monitoramento/Análise), *Prediction/Intervention* (Predição/Intervenção), *Tutoring/Mentoring* (Tutoria e Mentoria), *Assessment/Feedback* (Avaliação e *Feedback*), *Adaptation* (Adaptação), *Personalization/Recommendation* (Personalização/Recomendação) e *Reflection* (Reflexão).

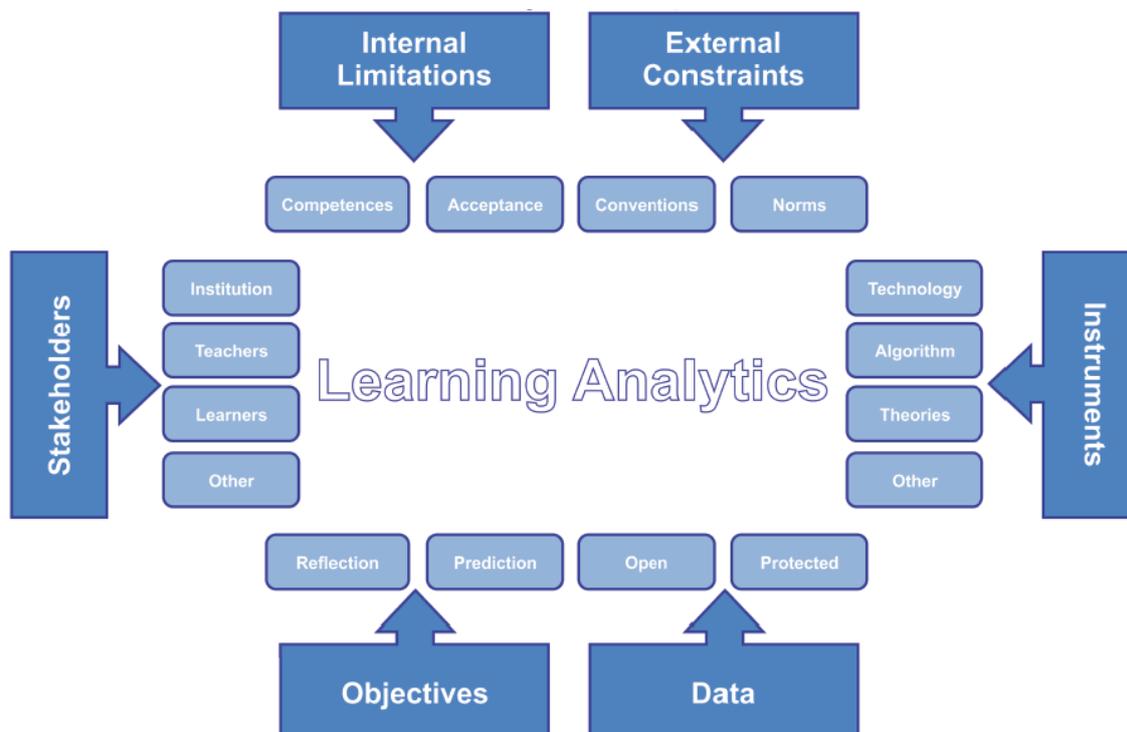
Em linhas gerais, Monitoramento e Análise tem como objetivo possibilitar aos professores e gestores o reconhecimento de padrões visando aperfeiçoar o AVA e agir ativamente sobre os alunos. A Predição e Intervenção tem como foco prever situações

futuras com baseadas em desempenhos e ações dos alunos no AVA e, em seguida, a realização da intervenção por parte do professor. Tutoria e Mentoria servem aos estudantes para identificação de seus desempenhos bem como aos professores e tutores para que forneçam orientações mais precisas. O objetivo Avaliação e *Feedback* é responsável por dar suporte à avaliação e oferecer um retorno específico para potencializar a aprendizagem. A Adaptação possibilita que, a partir das necessidades de aprendizagem dos alunos, o ambiente e os recursos pedagógicos adaptam-se ao aluno. Personalização e Recomendação deixa que o aluno escolha suas preferências de aprendizagem, contudo, recomenda alguns mecanismos para auxiliar os alunos nessa escolha. Por fim, o objetivo Reflexão possibilita um exercício de comparação entre o desempenho dos alunos e turmas para aferir determinadas práticas de ensino adotadas pelos professores. Destaca-se que, para esta pesquisa, o objetivo escolhido foi Monitoramento e Análise.

Em Greller e Drachsler (2012), há uma proposta de *framework* para *Learning Analytics* que considera os seguintes aspectos: *Stakeholders*, *Data*, *Objective*, *Instruments/Tools*, *External limitations* e *Internal limitations*.

O aspecto *Stakeholders* (Interessados), diz respeito àqueles que tanto geram os dados (alunos) quanto os que irão usufruir de suas análises (professores e gestores). Já o aspecto *Data*, trata de onde os dados para a análise serão coletados, podendo ser desde Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Sistemas Institucionais de Controle Acadêmico até sistemas externos, como as Redes Sociais. *Objective* (Objetivos) é o aspecto que serve a duas dimensões distintas: ações de reflexão e de predição. A primeira serve a utilização dos dados para compreender o comportamento dos usuários (alunos) a fim de propor alterações na estrutura de aprendizagem. Já a segunda utiliza dados anteriores para estabelecer previsões, como situações de risco, por exemplo. Os *Instruments/Tools* (Instrumentos/Ferramentas) tratam das tecnologias utilizadas quando se deseja construir aplicações de *Learning Analytics*, como técnicas de Estatística, Aprendizagem de Máquina, Análise de Redes Sociais, Visualização de Dados, dentre outras. Com relação às *External Limitations* (Limitações Externas), esta representa questões de ética e privacidade. Por fim, as *Internal Limitations* (Limitações Internas), são descritas como tudo que é necessário para interpretar os dados e executar as ações decorrentes das análises realizadas. A Figura 11 descreve o *framework* em questão.

Figura 11 - Modelo de Referência de *Learning Analytics* (GRELLER & DRACHSLER, 2012).



Fonte: Greller e Drachsler (2012).

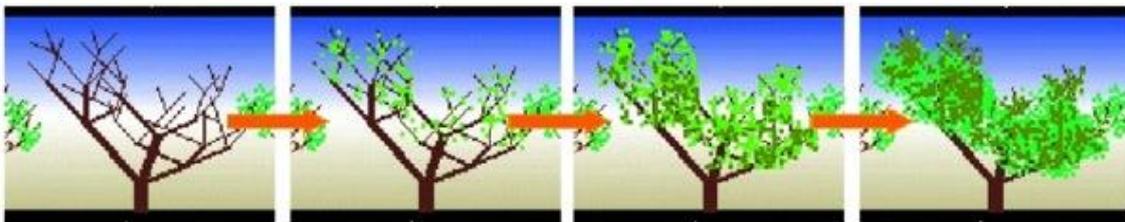
Assim, este *framework* mostra as ligações que existem entre cada um dos aspectos mostrados na Figura 11, bem como as análises em potencial e o impacto nos usuários (alunos, professores e gestores). Desse modo, uma simples alteração em um desses seis aspectos pode interferir no resultado da análise.

A atividade de Visualização de Dados, fruto das análises de dados Educacionais, tem sido bastante estudada em pesquisas que versam, principalmente, sobre a implementação de ferramentas para este fim, bem como sobre o suporte aos professores e gestores. Como dito nesta seção, o objetivo selecionado do aspecto *Why?* é **Monitoramento e Análise**, assim, no tópico 3.2 a seguir, descrevem-se algumas pesquisas que versam sobre o tema.

3.2 Visualização de Dados em contexto Educacional ± Monitoramento e Análise

A ferramenta *iTree*, descrita em Nakahara *et al.* (2005) (Figura 12), foi desenvolvida com a finalidade de auxiliar na participação dos alunos em fóruns de discussão. Ela analisa quatro variáveis, quais sejam: número de mensagens postadas; leitura de mensagens; número de respostas e proporção de postagens no fórum. A metáfora proposta pela *iTree* é que cada variável é representada por: tamanho do tronco e quantidade de ramificações a partir do número de mensagens; número de folhas e o quão verde elas se apresentam; as folhas caem da árvore quando os alunos não leem as mensagens; as respostas a cada mensagem representam as frutas vermelhas e o céu mais ou menos azul representa a proporção de mensagens no fórum.

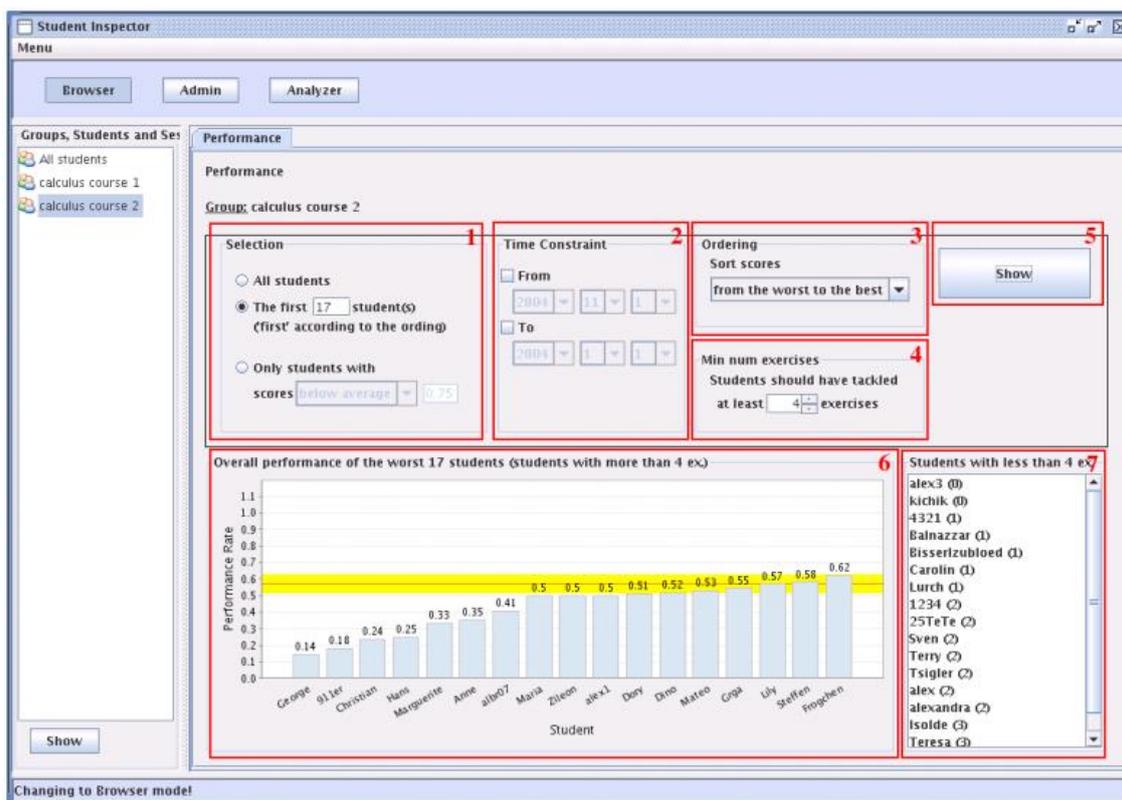
Figura 12 - Visualizando múltiplos indicadores que utilizam metáforas: *iTree*.



Fonte: Nakahara *et al.* (2005).

O *Student Inspector*, apresentado no trabalho de Scheuer e Zinn (2007), permite a visualização a partir dos *logs* de dados gerados em decorrência das ações dos alunos no Ambiente Virtual *ActiveMath*. Assim, o *Student Inspector* oferece orientações ao professor como fruto da utilização deste por parte dos estudantes, principalmente com relação ao desempenho em atividades propostas.

Figura 13 - Visualização do desempenho dos alunos no *Student Inspector*.



Fonte: Scheuer e Zinn (2007).

Na Figura 13, as áreas demarcadas em quadros vermelhos, de 1 a 7, mostram, além de filtros para refinamento da consulta, áreas com gráficos para verificação mais precisa do desempenho dos alunos.

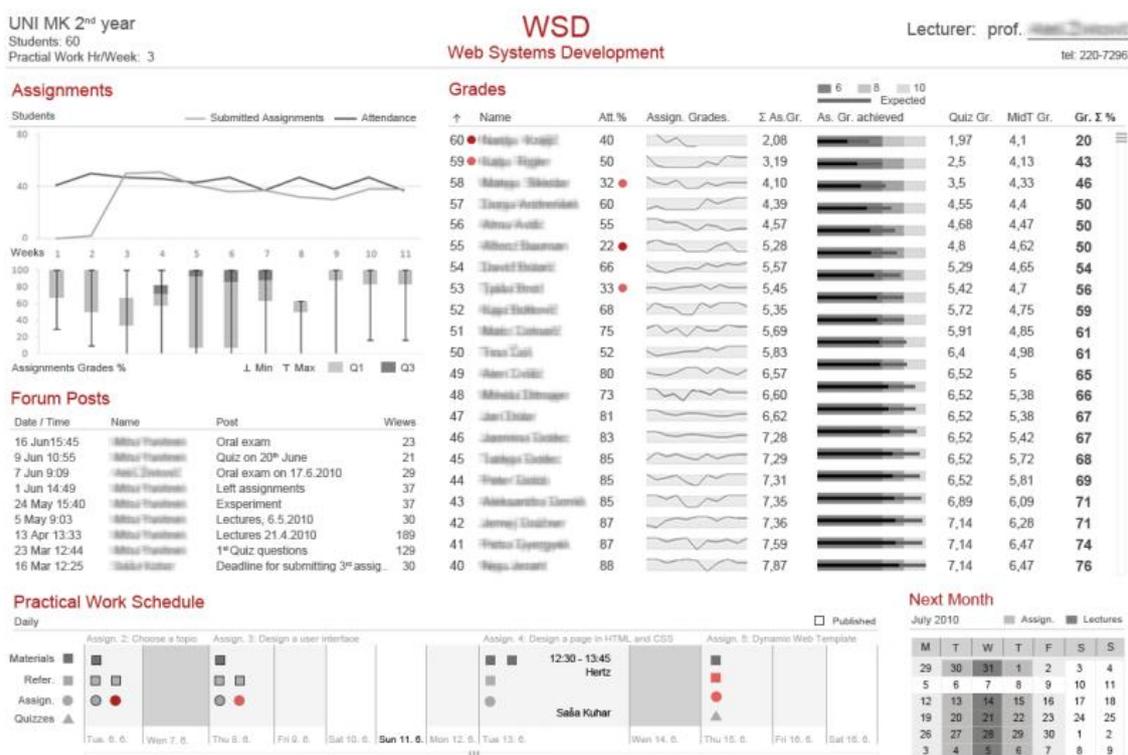
Ainda sobre o *Student Inspector*, a Figura 14 mostra como os autores desenharam a arquitetura da proposta. Há quatro camadas: banco de dados (*DB layer*), que serve para persistência de dados; objeto de acesso a dados (*DAO layer*), converte as entradas de banco de dados em objetos; lógica (*Logic layer*), define a lógica para agregar e compilar objetos e, por fim, interface (*GUI layer*), que apresenta os filtros para seleção e os gráficos de visualização para análise do professor.

Figura 14 - Arquitetura do *Student Inspector's*.

Fonte: Scheuer e Zinn (2007).

Podgorelec e Kuhar (2011) tratam do *Moodle Dashboard*, que é uma ferramenta que oferece a visualização da frequência com que os alunos acessam o AVA Moodle bem como os resultados do desempenho dos estudantes em avaliações, assim, o professor pode analisar o quanto o aluno progrediu na aprendizagem.

Figura 15 - Painel do Moodle Dashboard.



Fonte: Podgorelec e Kuhar (2011).

A ferramenta prevê o sucesso dos alunos a partir de suas notas. Para isso, utiliza cálculos estatísticos básicos, como porcentagem e média. Como se vê na Figura 15, a forma objetiva com que os gráficos para visualização dos dados são apresentados permite uma melhor análise das informações pelos professores. Contudo, o Moodle Dashboard não permite que outras fontes de dados, além do Moodle, sejam integradas.

O *Course Signals* é proposto no trabalho de Arnold e Pistilli (2012) e trabalha com três tipos de dados: notas, desempenho anterior e tempo para concluir a atividade. A partir de sinais visuais há a possibilidade de precisar se os alunos estão com resultados satisfatórios e, caso não, sugerir *feedbacks* mais precisos.

Figura 16 - Área de *Feedbacks* do *Course Signals*.

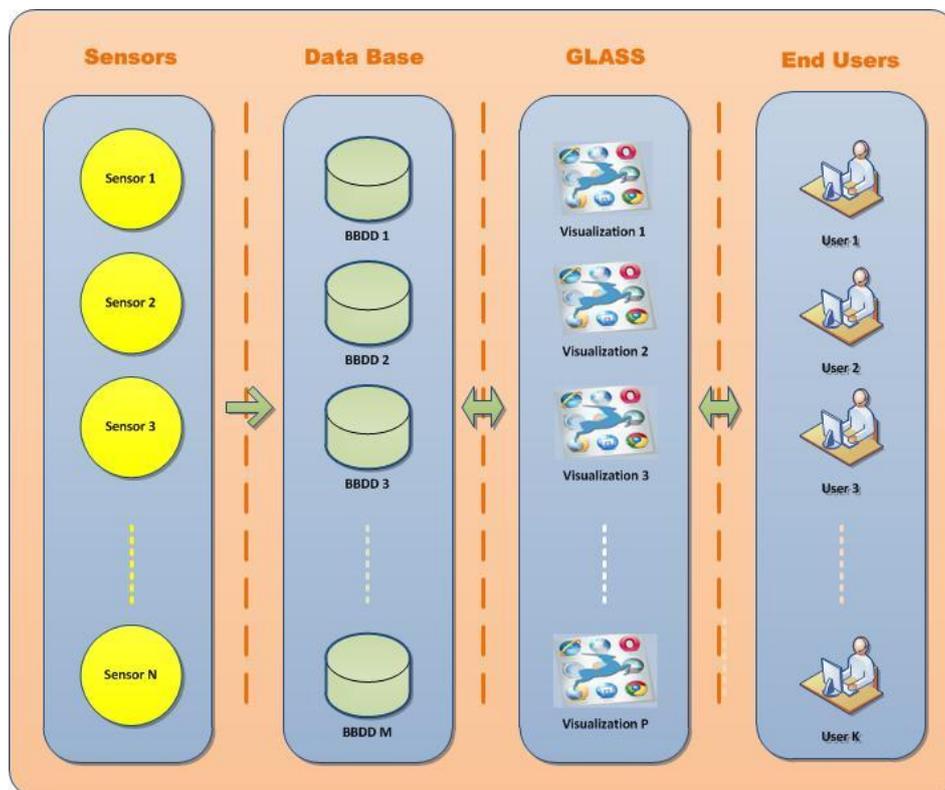


Fonte: Arnold e Pistilli (2012).

Na Figura 16, percebe-se que o *Course Signals* faz uso de um semáforo em que cada cor representa uma situação específica. A cor verde mostra que o aluno está acima do resultado esperado. A cor laranja representa que o aluno precisa melhorar seu desempenho, apesar de ter resultado satisfatório. Já a cor vermelha, significa que o aluno teve desempenho insuficiente, abaixo do esperado. Com relação aos aspectos negativos, há uma restrição nos dados de entrada – apenas três tipos, como dito acima – e também a contagem do tempo que o aluno permanece conectado na plataforma, visto que leva-se em conta não apenas o tempo de resolução da atividade, mas todo o período conectado ao ambiente.

A ferramenta (*Gradient's Learning Analytics System - GLASS*), descrita por Leony *et al.* (2012), oferece duas opções básicas: a primeira consiste em uma *timeline* que mostra as atividades propostas pelo professor e a segunda em um conjunto de gráficos que apresentam as interações dos alunos com o ambiente. Esses gráficos são gerados a partir de dados de *logs* armazenados em bases de dados.

Figura 17 - Esboço da Arquitetura do GLASS.



Fonte: Leony *et al.* (2012).

Na Figura 17, há um esboço da Arquitetura da ferramenta GLASS. A primeira coluna (*Sensors*) representa o momento em que o sistema captura as ações do usuário. Estas, por sua vez, serão armazenadas em bancos de dados, representados na segunda coluna (*Database*). A terceira coluna (GLASS) mostra as visualizações gráficas geradas a partir dos dados dos bancos de dados. Por fim, na quarta coluna (*End Users*) há a representação daqueles que vão consumir as visualizações gráficas, no caso, os professores.

Diante disso, pode-se dizer que o modelo conceitual proposto neste trabalho diferencia-se daqueles apresentados nas arquiteturas das Figuras 14 e 17, por tomar como base um modelo de referência alicerçado na literatura. Este trabalho diferencia-se, ainda, dos ora apresentados, por sugerir o monitoramento de conceitos.

4. PROPOSTA DE MODELO CONCEITUAL

Neste capítulo apresenta-se o modelo conceitual proposto para dar suporte e orientar o desenvolvimento de aplicações que apoiem a identificação de dificuldades de aprendizagem. Inicialmente mostra-se como o Moodle apresenta visualização de dados de modo nativo. Em seguida, alguns modelos de referência e, por fim, o modelo proposto neste trabalho.

4.1 O Moodle e seus gráficos de visualização de dados

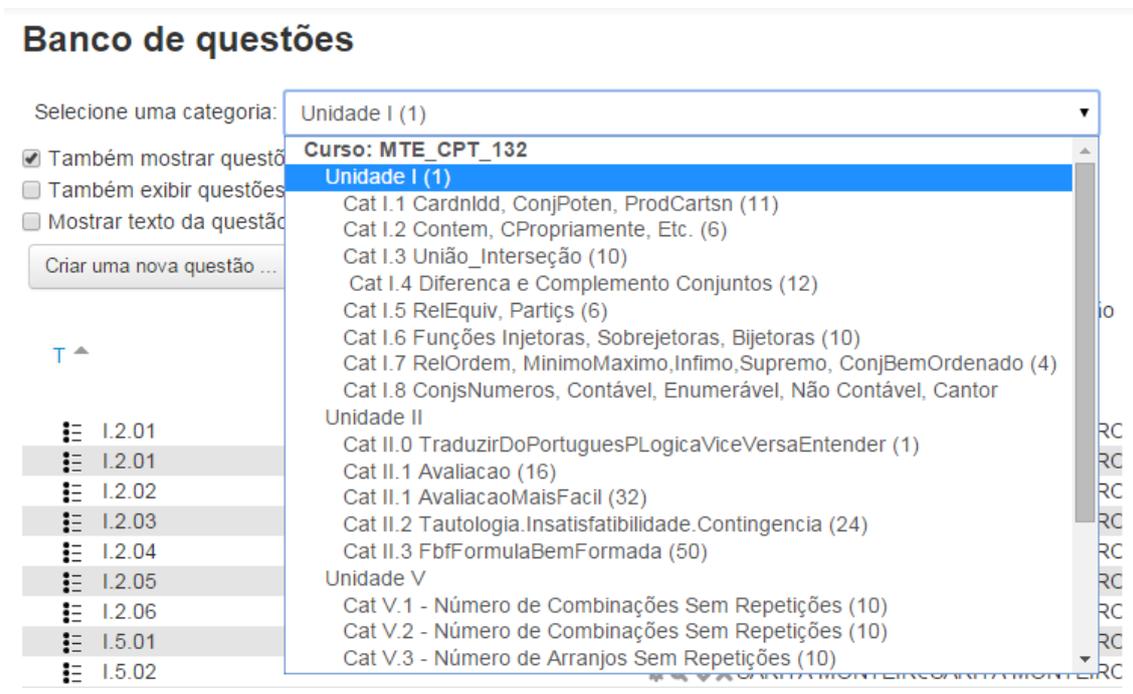
A Avaliação da Aprendizagem, seja por meio de testes ou por atividades, é fundamental para qualquer experiência educacional, formal ou livre. Em cursos superiores reconhecidos pelo Ministério da Educação (MEC), a Avaliação da Aprendizagem na modalidade à distância ocorre presencialmente, por meio de testes, e também por meio de atividades propostas pelo professor durante uma disciplina. Estas atividades assumem um papel importante, pois através delas é possível avaliar em quais assuntos os alunos evidenciam mais dificuldade e assim o professor poderá tomar decisões de modo mais eficiente afim de que haja uma melhor preparação por parte dos alunos para o teste presencial. Essa avaliação contínua se dá em um Ambiente Virtual de Aprendizagem e é, inclusive, um dos referenciais de qualidade para a EaD estabelecidos pelo próprio MEC. Mattar (2014) define como Avaliação Formativa.

O Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle possui, como dito anteriormente, ampla utilização no contexto da EaD no Brasil. Neste espaço virtual, professores e alunos interagem por **recursos** e **atividades**. Os recursos são as principais ferramentas para se disponibilizar os materiais de estudo, como páginas de texto, link para arquivos ou sites, diretório com arquivos, dentre outros. Já as atividades oferecem, como o próprio nome indica, possibilidades de exercitar os assuntos discutidos a partir de opções de atividades, seja por fóruns de discussão, *wikis*, envio de tarefa, questionários, dentre outras opções. Tanto os recursos quanto as atividades possibilitam a realização de uma avaliação constante, durante toda a disciplina.

Em pesquisa apresentada em Mozzaquatro e Medina (2008), os autores avaliaram o Moodle a partir da resposta de usuários a uma série de enquetes. Em uma delas fez-se a seguinte pergunta: “Qual o componente do Moodle mais contribuiu para a sua aprendizagem?”. A atividade do tipo Fórum foi a mais votada. A atividade Questionário aparece em segundo lugar. Devido ao fato de a literatura apresentar diversos trabalhos que abordam Fóruns de Discussão (SILVA E BRITO, 2013 e SILVA, 2015) no contexto da EaD, decidiu-se utilizar, na presente pesquisa, o tipo de atividade Questionário para as avaliações continuadas. Assim, à medida que os assuntos de uma disciplina vão sendo apresentados, o professor lança Questionários para exercício da aprendizagem.

Aliada à atividade Questionário, o Moodle oferece ao professor a possibilidade de utilizar um banco de questões, que é uma funcionalidade que permite criar, pré-visualizar e editar questões que podem ser distribuídas em categorias diversas, também criadas pelo professor. Dessa forma, as questões de uma dada categoria podem ser adicionadas a Questionários, à escolha do professor.

Figura 18 - Banco de Questões e Categorias.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Na Figura 18, tem-se a lista de questões cadastradas e também, em lista suspensa, as Categorias das questões da disciplina Matemática Elementar do Curso de Licenciatura em Computação à Distância. Nota-se que o professor categorizou as questões por Unidades Curriculares e, dentro delas, por assuntos. A numeração entre parênteses mostra quantas questões há em cada categoria. Assim, para o modelo proposto, se faz necessário o uso da funcionalidade Banco de Questões, visto que as questões serão reutilizadas em várias turmas/períodos.

Para inserir novas questões ao Banco de Questões, necessita-se acessar a área de gerenciamento do Banco de Questões e acionar o item “Criar uma nova questão”, como mostra o quadro vermelho na Figura 19.

Figura 19 - Área de gerenciamento do Banco de Questões.

Banco de questões

Selecione uma categoria:

Também mostrar questões de sub-categorias
 Também exibir questões antigas
 Mostrar texto da questão na lista de questões

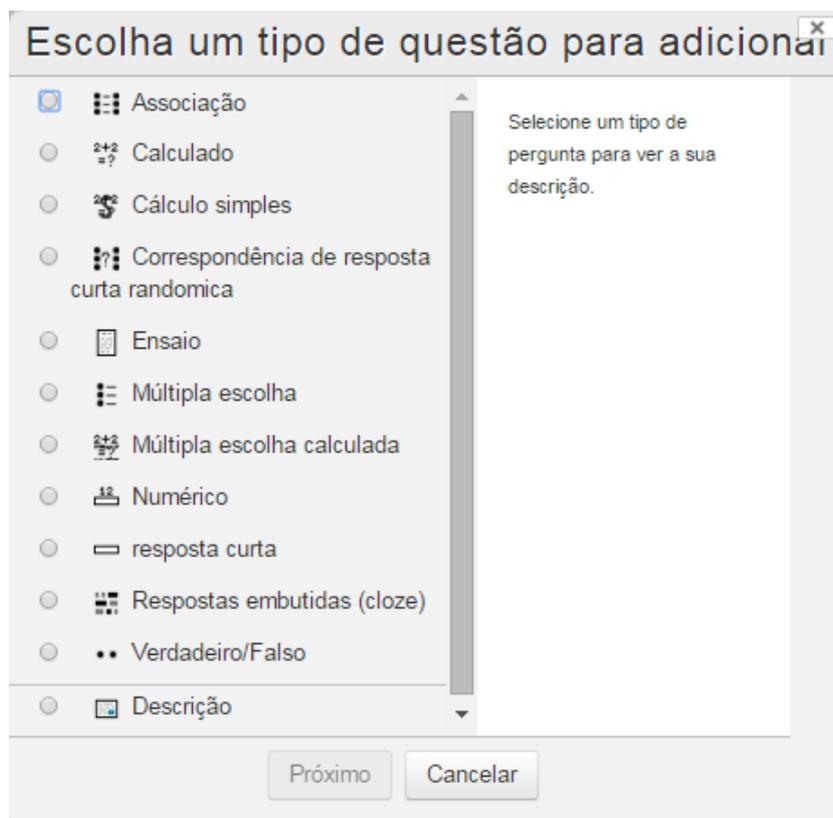
	Questão	Criado por Nome / Código de usuário	Última modificação por Nome / Código de usuário
☰	1.2.01	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.2.01	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.2.02	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.2.03	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.2.04	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.2.05	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.2.06	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.5.01	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.5.02	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.5.03	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.5.04	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.5.05	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️
☰	1.5.06	⚙️ 🔍 ✖️	⚙️ 🔍 ✖️

Fonte: Próprio Autor (2016).

O passo posterior é escolher o tipo de questão que se deseja inserir. Dos tipos de questões disponíveis, decidiu-se utilizar **Múltipla Escolha** por ser a que os alunos estão mais familiarizados, sobretudo por ser o modelo adotado pelo ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. Outra razão é que há objetividade na sua elaboração por parte dos

professores. Além disso, sua correção é feita de modo automático, pelo próprio Moodle, o que potencializa a geração e posterior coleta dos dados. A Figura 20 apresenta os tipos de questões disponíveis.

Figura 20 – Área de Configuração de Atividades do Moodle.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Na Figura 21 apresenta-se a tela de inserção do nome identificador da questão e seu texto no banco de questões do Moodle. No primeiro campo, “Categoria”, deve-se indicar a qual categoria a questão pertence. No segundo campo, “Nome da Pergunta” o título que identifica a questão. Por fim, o texto da questão propriamente. Depois, preenchem-se os campos relativos às alternativas. Evidencia-se, assim, que antes de criar as questões, é preciso criar as categorias.

Figura 21 - Inserção de uma nova questão no banco de questões do Moodle.

Adicionando uma pergunta de múltipla escolha

[▶ Expandir tudo](#)

▼ Geral

Categoria

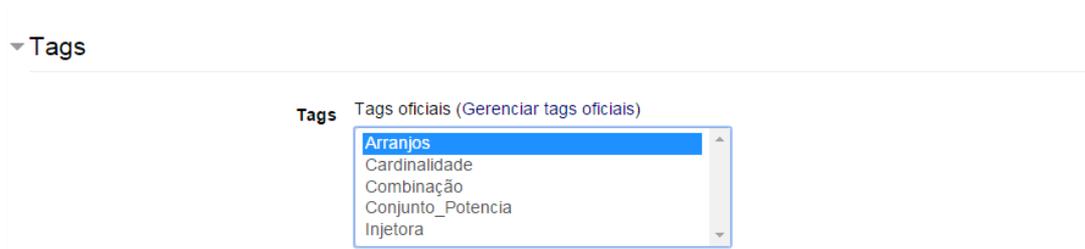
Nome da pergunta*

Texto da questão*  **B** *I*        

Fonte: Próprio Autor (2016).

Ainda durante o processo de criação de uma questão no banco de questões, há uma série de configurações que podem ser definidas e ajustadas, como **feedback combinado**, **múltiplas tentativas** e **tags**. Destaca-se esta última. A utilização de *tags* é fundamental para o modelo proposto, já que são elas que guardarão a informação sobre qual conceito cada questão representa. O professor cadastra, inicialmente, as *tags*, que são os conceitos que serão abordados nas questões, e, em seguida, no ato de criação de uma nova questão, seleciona a *tag*. A Figura 22 mostra a lista de *tags* (conceitos) disponíveis para identificar o assunto da questão. O item “Gerenciar *tags* oficiais” permite que novas *tags* sejam adicionadas.

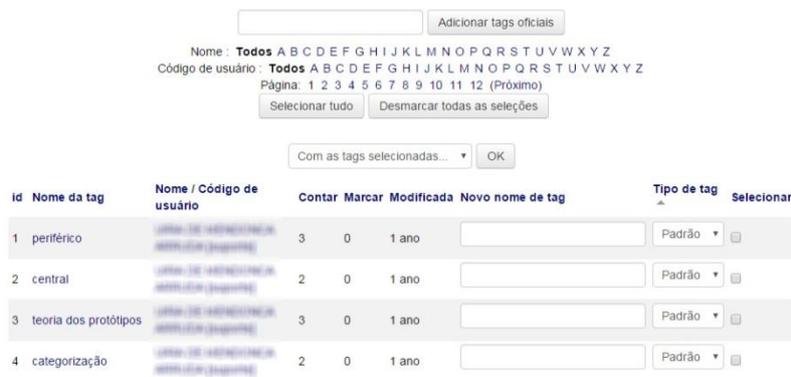
Figura 22 - Área de Seleção das *Tags*.



Fonte: Próprio Autor (2016).

A Figura 23 apresenta a área que permite ao professor gerenciar as *tags*. Somente após adicionar o nome da *tag* no campo e depois clicar no item “Adicionar *tags* oficiais”, ela irá aparecer na lista da Figura 22.

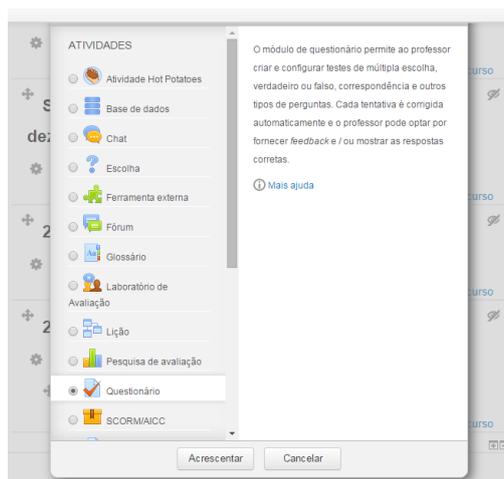
Figura 23 - Área de Gerenciamento das *Tags*.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Depois de criar as categorias, as *tags* e adicionar questões ao Banco de Questões, o professor pode, então, lançar os Questionários, como mostra o início do processo na Figura 24.

Figura 24 - Criação da Atividade Questionário.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Na Figura 25, há a área de criação de Questionários, iniciando com o nome e depois um espaço para um texto introdutório. Em seguida, há uma série de configurações que fazem parte desse tipo de Atividade, desde a duração de tempo que o aluno terá para responder a partir do momento em que abre o Questionário, tentativas permitidas, o embaralhamento ou não das questões e/ou alternativas que compõe o Questionário, dentre outras. Todas essas configurações ficam a critério do professor.

Figura 25 - Área de criação de Questionários.

Nome*

Introdução

Parágrafo

B I

Exibir descrição na página do curso

Caminho: p

- › Duração
- › Nota
- › Layout
- › Comportamento da questão
- › Opções de revisão
- › Visualização
- › Restrições extras nas tentativas
- › Feedback geral
- › Configurações comuns de módulos

A Figura 26 mostra a área de inserção de questões no Questionário. A indicação número 1 apresenta mostra ou oculta as categorias de questões. A indicação 2 permite que a categoria seja selecionada. Em seguida, após esta seleção, a lista de questões surge na indicação 3. Por fim, as questões podem ser adicionadas na indicação 4.

Figura 26 - Área de inserção de questões no Questionário.

The screenshot shows a web interface for editing a questionnaire. The main title is "Editando questionário: Questionário - Conjuntos". Below the title, there are statistics: "Total de avaliações: 0,00 | Perguntas: 0 | Este questionário está aberto" and "Nota máxima: 10,00" with a "Gravar" button. The interface is divided into two main sections. On the left, a question editor is shown with a red box around it, labeled with a large red "4". It contains a question ID "1", a title "I.1.01 Dado o conjunto A = {1,2,3,...", a "resposta curta" type, a "Valor da questão:" field with "1" and a "Gravar" button, and buttons for "Adicionar uma pergunta" and "Adicionar uma pergunta aleatória". On the right, there is a "CONTEÚDO DO BANCO DE QUESTÕES [OCULTAR]" section. A red box labeled "1" highlights the "As ideias" link. Below it, a dropdown menu labeled "2" shows "Cat I.1 Cardnidd, Co". A red box labeled "3" highlights a list of questions with IDs like "I.1.01 Dado o conj", "I.1.02 Dado o conj", etc. A red box labeled "4" is also present at the bottom center of the page.

Após esse processo, o Questionário ficará disponível para que os alunos respondam. Ao final, o desempenho dos alunos nesta atividade é apresentado para o professor de duas formas. A primeira, um relatório em forma de tabela (Figura 27). As colunas Q.1, Q.2, Q.n, representam as questões. Cada linha representa um aluno que responde ao Questionário. A marcação “x” no resultado indica que o aluno errou a questão. O resultado em “10,00” indica que o aluno acertou. As demais notas, “3,33”, “5,00”, “6,66”, indicam que o aluno acertou após outras tentativas. Além desses dados, há a nota final do aluno no Questionário, disponível na coluna “Avaliar”.

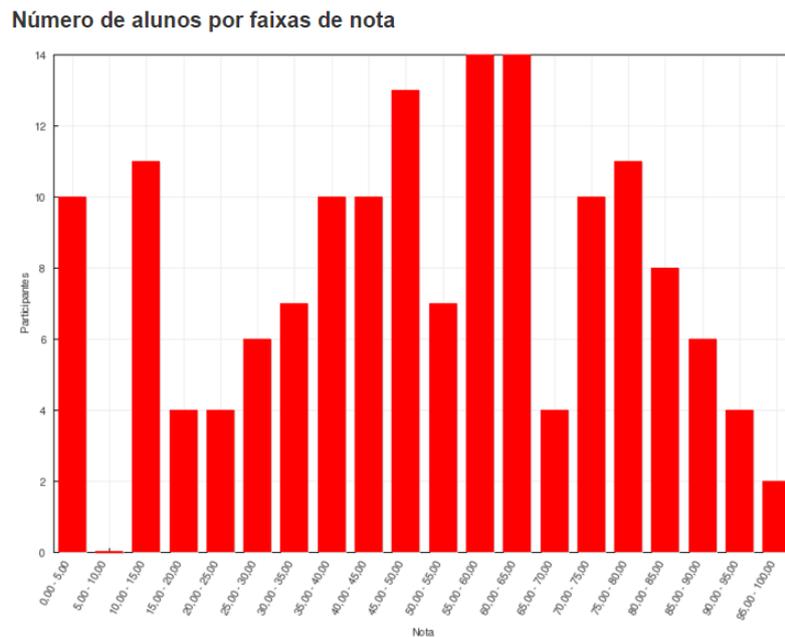
Figura 27 - Relatório de desempenho da atividade Questionário.

Nome ^ / Código de usuário	Endereço de email	Estado	Iniciado em	Completo	Tempo utilizado	Avaliar/100,00	Q. 1 /10,00	Q. 2 /10,00	Q. 3 /10,00	Q. 4 /10,00	Q. 5 /10,00
		Finalizadas	17 março 2014 22:49	19 março 2014 00:16	1 dia 1 hora	60,00	✗ 0,00	✓ 10,00	✓ 10,00	✗ 0,00	✗ 0,00
		Finalizadas	8 março 2014 21:43	9 março 2014 17:24	19 horas 40 minutos	30,83	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 3,33	✓ 10,00
		Finalizadas	28 fevereiro 2014 14:19	7 março 2014 23:02	7 dias 8 horas	75,00	✓ 10,00	✗ 0,00	✓ 5,00	✓ 10,00	✓ 10,00
		Finalizadas	9 março 2014 16:53	9 março 2014 17:55	1 hora 1 minuto	58,33	✓ 10,00	✓ 10,00	✓ 5,00	✓ 10,00	✗ 0,00

Fonte: Próprio Autor (2016).

Além da tabela com os resultados individuais (Figura 27), a segunda forma de apresentação do desempenho é mostrada a partir de um gráfico (Figura 28) que relaciona a quantidade de alunos por faixa de notas no Questionário. Assim, o professor pode consultar a faixa de nota com maior incidência de alunos.

Figura 28 - Gráfico de desempenho dos alunos por faixa de nota.



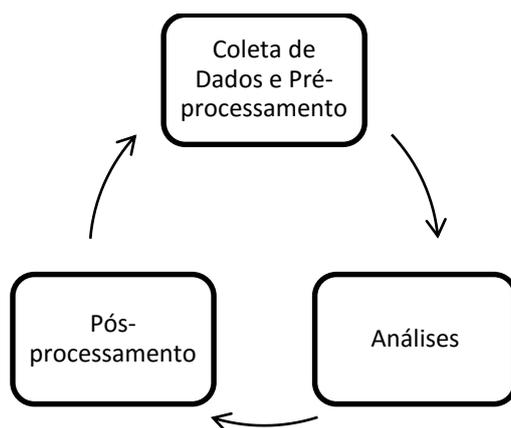
Fonte: Próprio Autor (2016).

Ainda que possuam informações importantes, a tabela (Figura 26) e o gráfico (Figura 27) não oferecem ao professor dados suficientes para identificar em quais conceitos os alunos possuem mais dificuldade. Por essa razão, no modelo proposto, utilizam-se outros dados referentes ao desempenho dos alunos no Questionário e que estão armazenados no banco de dados do Moodle visando a realização de outras leituras a partir de suas análises.

4.2 Modelo de Referência de *Learning Analytics*

Todas as etapas do processo de *Learning Analytics* descritas por Chatti *et al.* (2012) e apresentado no tópico 2.3 estão sistematizadas na Figura 29. A primeira, **Coleta de Dados e Pré-processamento**, realiza a coleta de dados nos ambientes definidos, bem como um processamento prévio dos dados para que estes estejam aptos para uso pelas técnicas de *Learning Analytics*.

Figura 29 - Processo de *Learning Analytics*.



Fonte: Chatti *et al.* (2012).

A segunda etapa consiste nas **Análises**, que, com os dados previamente coletados na primeira etapa e com a escolha da(s) técnica(s) de *Learning Analytics*, possibilitam que os professores possam ter acesso a diversos padrões que estão subjacentes aos dados. Tais técnicas podem servir a várias ações, desde a visualização dos dados em gráficos, predição de desempenho dos alunos ou situações futuras, personalização do ambiente ou recomendação de matérias instrucionais, etc.

A terceira e última etapa prevista na sistematização da Figura 29 é a de **Pós-processamento**, que permite ações contínuas de aperfeiçoamento do processo de *Learning Analytics*, como, por exemplo, a inserção de novos dados, inclusão de novas técnicas, etc.

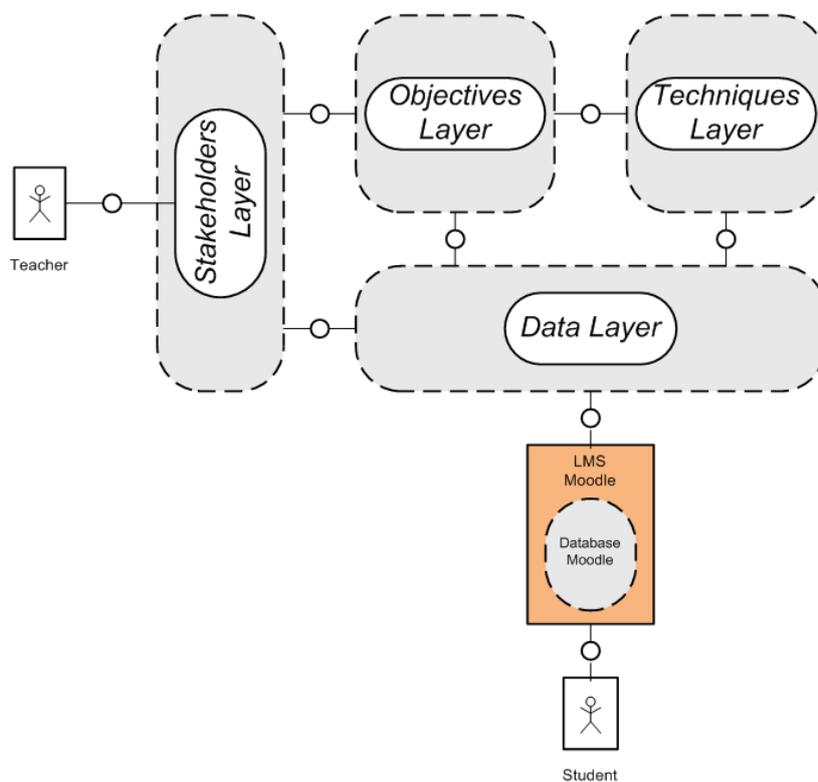
Para o presente trabalho – Modelo Diagnóstico orientado a Conceitos –, a terceira etapa, referente ao **Pós-processamento**, não será abordada. Assim, destacam-se apenas as etapas: **Coleta de Dados e Pré-processamento** e **Análise**.

4.3 Modelo Conceitual Proposto

Tem-se, na Figura 30, a representação do modelo conceitual proposto. Utiliza-se, para isso, a divisão por camadas (*layers*). A primeira é a *Data*, que envolve o aspecto “*What*”. A segunda é a *Techniques*, que mostra quais as técnicas utilizadas e envolve o aspecto “*How*”. A camada seguinte é a *Objectives*, representada por “*Why*”. Por fim, a

quarta camada refere-se aos *Stakeholders*, que responde pelo aspecto “*Who*”. A seguir, descreve-se cada uma das camadas.

Figura 30 - Modelo Conceitual Proposto.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Camada *Data*

No modelo proposto, a camada *Data* realiza a coleta e envio dos dados a partir da requisição solicitada. Desde o *login* até o *logout* dos alunos no Moodle, dados são gerados e armazenado em um banco de dados próprio. São esses dados que irão alimentar o modelo. Esta camada responde à etapa **Coleta de Dados e Pré-processamento**, descrita em Chatti *et al.* (2012).

Camada *Objectives*

Esta camada possui as implementações do objetivo **Monitoramento e Análise** de desempenho dos alunos, proposto neste estudo. Tais implementações indicarão quais as técnicas que atenderão às solicitações do professor. Este processo é gerenciado pelo *Controller*, que é a camada que faz a interface entre a camada de interessados e a lógica da aplicação. Salienta-se que os demais objetivos poderão ser desenvolvidos em possíveis trabalhos futuros.

Camada Techniques

Esta camada apresenta as técnicas de *Learning Analytics*, que podem ser as seguintes: Estatística, Visualização, Mineração de Dados e Análise de Redes Sociais. Para este trabalho, apenas a técnicas de Visualização será disponibilizada.

A técnica de Visualização possibilita que os dados sejam apresentados aos professores a partir de diversos gráficos, visando, assim, facilitar a análise e, por consequência, possibilita uma ação mais eficaz diante de dificuldades encontradas. Contudo, ressalta-se que outras técnicas podem ser incorporadas à medida que haja necessidade para tal.

Camada Stakeholders

Esta camada realiza a apresentação das visualizações a partir do perfil de quem faz a requisição. Para esta pesquisa, apenas o perfil de professor foi implementado. Os demais perfis (estudante, tutor, gestores) poderão ser desenvolvidos em trabalhos futuros. Esta camada responde à etapa **Análises**, descrita em Chatti *et al.* (2012).

Dessa forma, caso um professor deseje, basta selecionar as opções e os filtros adequados para, só então, avaliar a aprendizagem e oferecer um retorno adequado aos alunos para que estes reconheçam suas dificuldades e, assim, dediquem mais atenção e

elas. Atuam nesta camada as bibliotecas *JavaScript* responsáveis por gerar os gráficos para visualização dos dados. Este processo será descrito, com mais detalhes, no capítulo seguinte.

5. CONCEPTVIS ± IMPLEMENTANDO O MODELO CONCEITUAL PROPOSTO

No presente capítulo apresenta-se a descrição de como o modelo proposto neste trabalho foi implementado, gerando, assim, a ferramenta ConceptVis. Para isso, utilizou-se a linguagem de programação Java, o *framework front-end Twitter Bootstrap*, e o *framework* de persistência *Spring Data JPA*, tendo o Eclipse como seu ambiente de desenvolvimento (IDE – *Integrated Development Enviroment*).

Para a camada *Objectives* desenvolveu-se, como dito anteriormente, o item **Monitoramento e Análises**. Para esta camada implementaram-se quatro possibilidades de monitoramento e avaliação da aprendizagem dos alunos, quais sejam: Desempenho por Período; Desempenho por Questão; Desempenho por Conceito e Desempenho por Polo. Outras requisições mais simples também estão implementadas nesta camada, como, por exemplo, listar os questionários de uma disciplina, verificar a média do desempenho em um questionário, a data em que este foi lançado, etc.

Na camada *Techniques* implementaram-se, como o próprio nome descreve, as técnicas utilizadas para atender às possibilidades de monitoramento e análise da camada *Objectives*. Esta camada solicita os dados necessários para que os gráficos sejam gerados na camada *Stakeholders*. As técnicas de visualização de dados utilizadas neste trabalho são: Visualizações 1D (gráfico pizza, histograma e radar) e Hierárquica (*treemap*).

Já na camada *Data*, que responde às requisições da camada de *Techniques*, recebe-se a solicitação e realiza-se a comunicação entre esta camada e o banco de dados do Moodle. Isto se dá a partir de um conjunto de consultas feitas em linguagem SQL utilizando-se, como base, as tabelas de **Questões, Questionários, Notas e Usuários**. Para a integração de dados do Moodle com o modelo proposto utilizou o *Framework* de persistência *Spring Data JPA*. Inicialmente, mapearam-se as tabelas que seriam consultadas e, para cada uma dessas entidades, uma interface *repository* foi

implementada. Assim, todas as consultas básicas realizam-se por meio do padrão *CrudRepository*. Contudo, para consultas mais complexas, utilizou-se a notação *@Query*.

Por fim, encaminham-se os dados para a camada *Stakeholders*, que utiliza-se de bibliotecas *JavaScript* específicas para apresentação dos dados ao usuário (professor). A seguir, detalha-se esta descrição a partir das telas da aplicação *ConceptVis*.

O processo inicia-se com o *login* feito pelo professor. Em seguida, a aplicação identifica as disciplinas as quais ele está vinculado e as apresenta em um menu *dropdown*, conforme Figura 31. Na Figura em questão, o professor possui apenas uma disciplina vinculada a ele (Matemática Elementar).

Figura 31 - Área de seleção da disciplina vinculada ao professor.

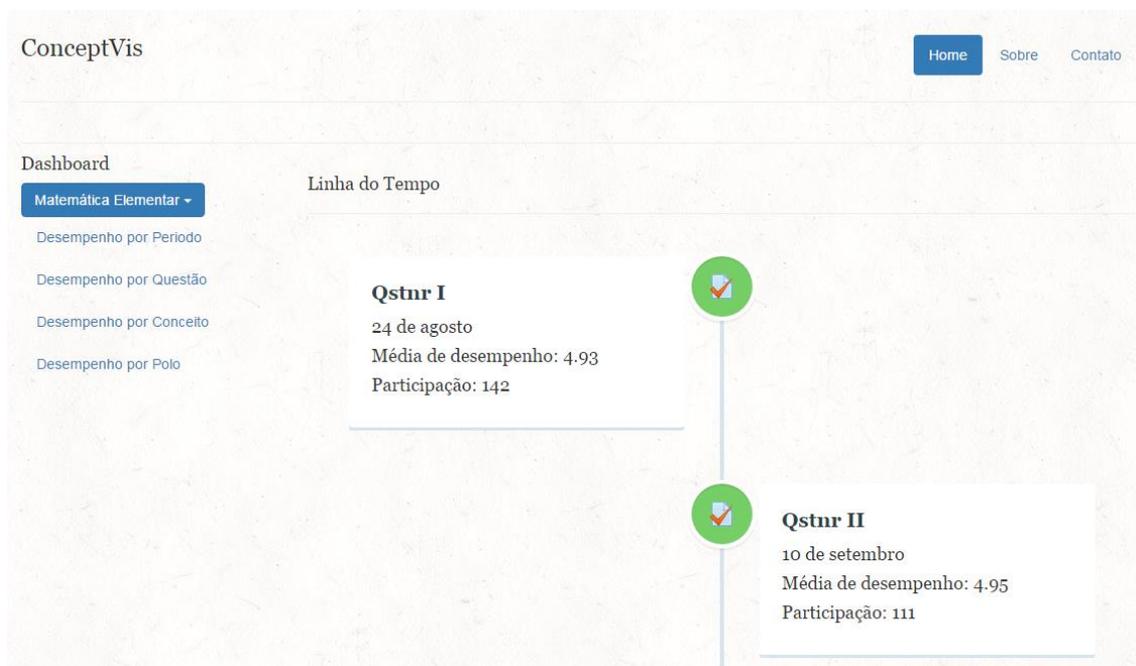


Fonte: Próprio Autor (2016).

Seleciona-se a disciplina desejada e, então, exibe-se uma linha do tempo mostrando os questionários lançados pelo professor no Moodle, na disciplina selecionada. Cada item na linha do tempo mostra: nome do questionário, que é definido pelo professor no processo de criação; a data em que o questionário foi lançado, também definido pelo professor; a nota média de desempenho dos alunos e quantos

deles responderam ao questionário (Figura 32). Para a linha do tempo utilizou-se a biblioteca *Vertical Timeline*, que faz uso de CSS3 e *jQuery*.

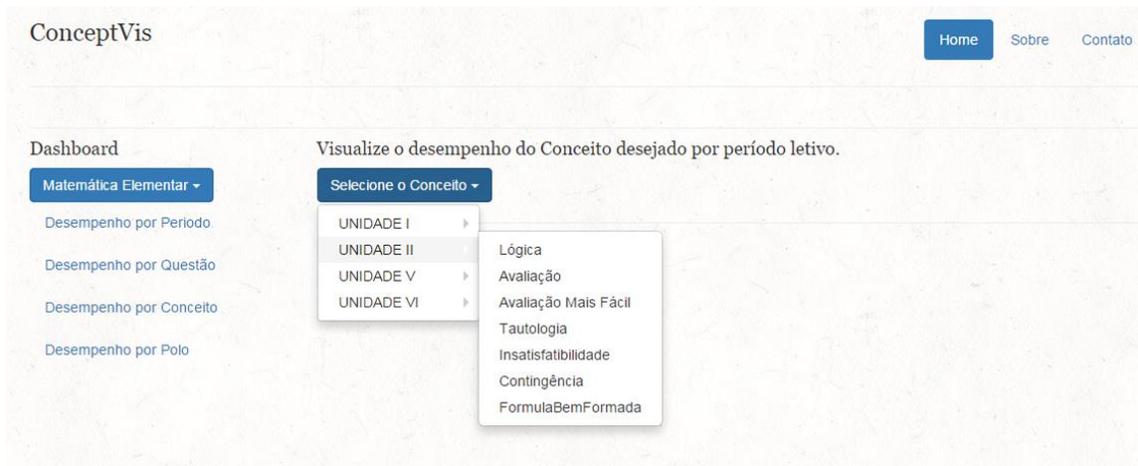
Figura 32 - Apresentação da Linha do Tempo.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Destaca-se que as quatro possibilidades de **Monitoramento e Análise** (Desempenho por Período; Desempenho por Questão; Desempenho por Conceito e Desempenho por Polo) tem, como base, o conceito cadastrado pelo professor no campo *tag*, durante o cadastramento da questão. A primeira das possibilidades mostra o desempenho histórico (períodos letivos) dos alunos em um conceito.

Figura 33 - Desempenho em um conceito por período letivo.



Fonte: Próprio Autor (2016).

O usuário seleciona qual conceito ele deseja avaliar (Figura 33) e a aplicação, por meio da camada *Objectives*, faz a requisição, via *controller*, para o método responsável por atendê-la. A requisição chega à camada *Techniques* que define o que será preciso para atender à técnica **Visualização de Dados**. A camada *Data* busca no banco de dados do Moodle as informações necessárias. Por fim, a camada *Stakeholders* recebe os dados e gera os gráficos para atender à demanda solicitada pelo usuário.

Na Figura 34 apresenta-se o gráfico referente ao desempenho histórico dos alunos no conceito “cardinalidade” (**Desempenho por Período**). Para isso, a camada *Stakeholders* utilizou-se da biblioteca *JavaScript Chart.JS*.

Figura 34 - Desempenho histórico do conceito cardinalidade.



Fonte: Próprio Autor (2016).

No **Desempenho por Questão**, representado na Figura 35, apresentam-se todas as questões indicadas pelo professor para um determinado questionário, separadas por categorias, como cadastradas no banco de questões do Moodle. Há a identificação do título da questão bem como o conceito ao qual ela vincula-se. O tamanho do bloco indica o percentual de erro que a questão apresenta, que é apresentado quando passa-se o *mouse* sobre o bloco. Para o gráfico *treemap*, utilizou-se a biblioteca *Zoomable Treemap*.

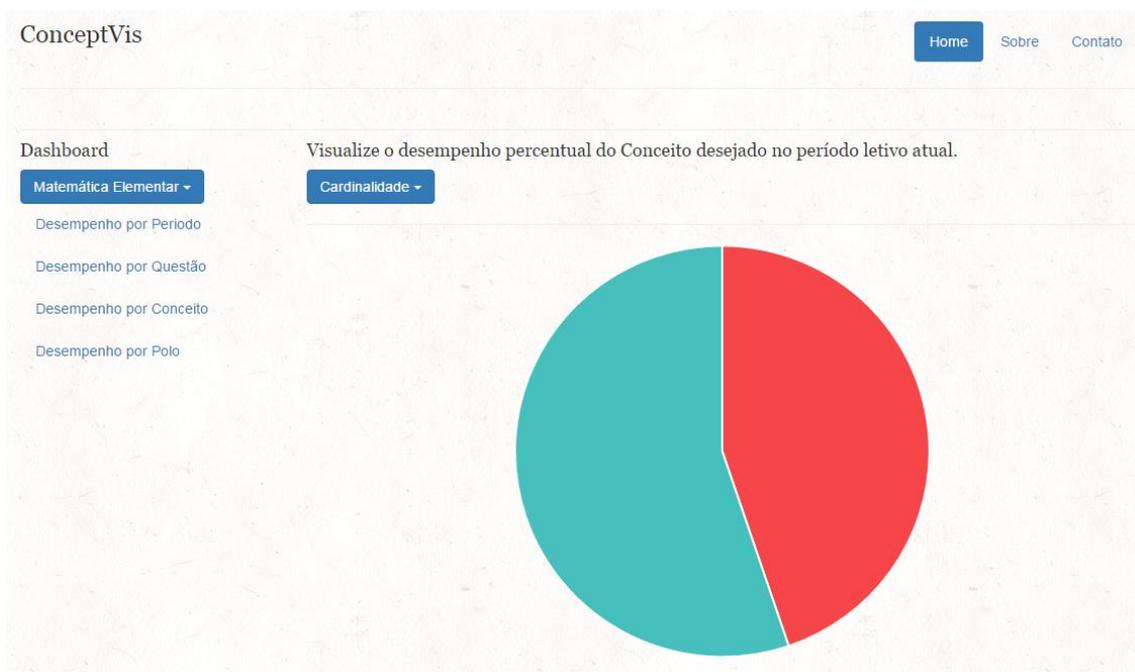
Figura 35 - Desempenho por questão.



Fonte: Próprio Autor (2016).

A Figura 36 mostra um gráfico *pizza* que representa o desempenho dos alunos nas questões que envolvem o conceito selecionado (**Desempenho por Conceito**). A cor verde indica o percentual de acerto, enquanto o vermelho, de erro. A camada *Stakeholders* utilizou-se da biblioteca *JavaScript Chart.JS* para gerar o gráfico em questão.

Figura 36 - Desempenho por conceito.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Na Figura 37 apresenta-se o desempenho dos alunos em um dado conceito levando-se em consideração o polo ao qual o estudante está vinculado (**Desempenho por Polo**). No gráfico mostra-se os polos em cada vértice e duas dimensões: azul e cinza. A dimensão cinza indica o percentual de erro e o azul de acerto. Utilizou-se a biblioteca *JavaScript Chart.JS* para gerar o gráfico em questão.

Figura 37 - Desempenho por polo.



Fonte: Próprio Autor (2016).

No próximo capítulo descreve-se um estudo de caso em que a ferramenta ConceptVis é aplicada. Em seguida, apresenta-se o resultado de uma pesquisa realizada com professores que atuam em Educação a Distância e que avaliaram a ferramenta.

6. ESTUDO DE CASO ± RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de validar o modelo conceitual proposto, realizou-se um estudo de caso em que aplicou-se o ConceptVis na disciplina Matemática Elementar que compõe o curso de Licenciatura em Computação ofertada pela UFPB Virtual.

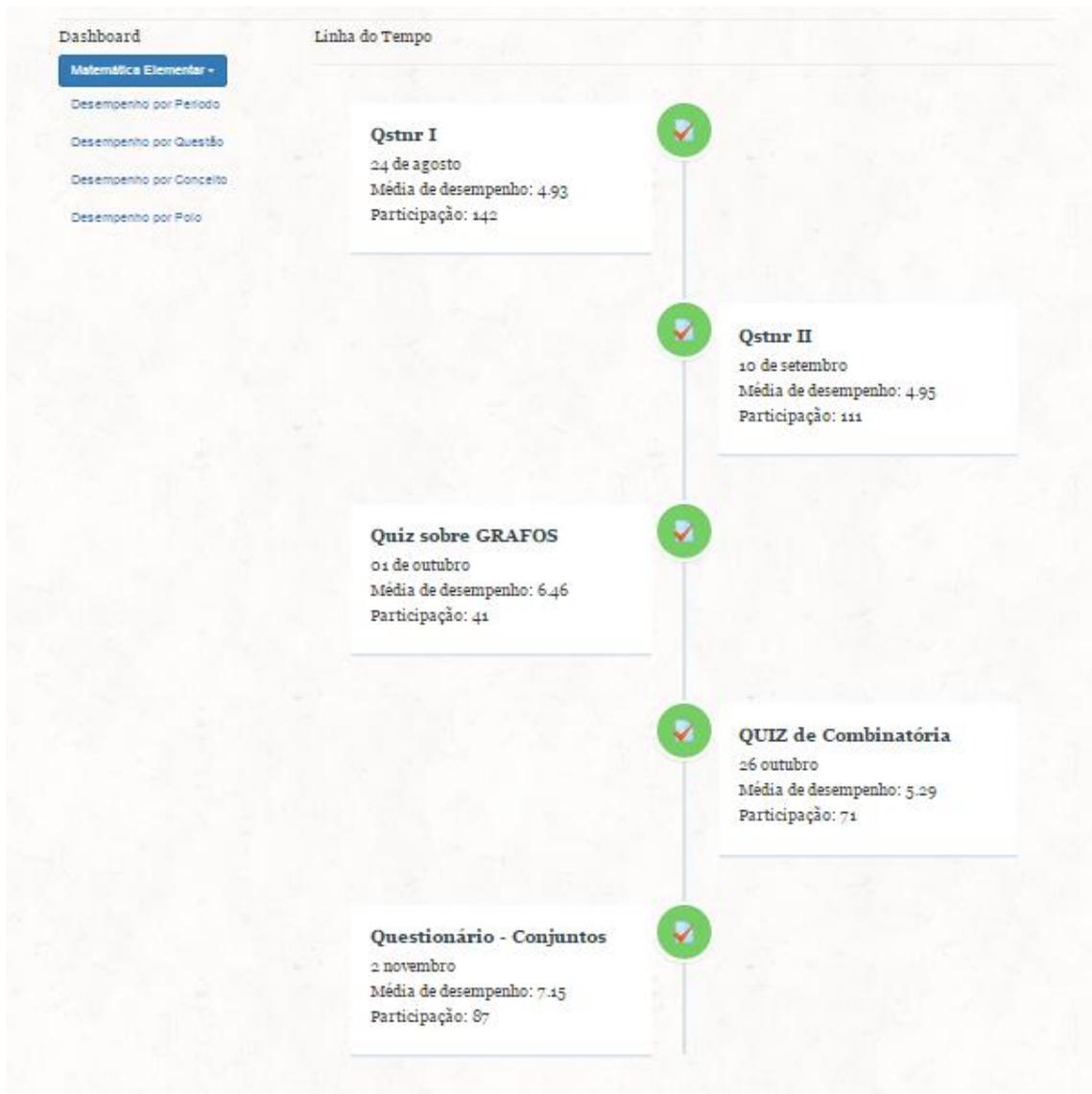
6.1 Aplicação da ferramenta ConceptVis

A disciplina Matemática Elementar está inserida no primeiro período do curso de Licenciatura em Computação a Distância. Contou, quando da realização do experimento, no semestre letivo 2015.2, com um total de 202 alunos matriculados. A escolha desta disciplina se deu pelo fato de ela possuir uma grande quantidade de alunos, bem como pelo fato de o professor utilizar um banco de questões bastante amplo.

Como afirmado, o modelo proposto possibilita o diagnóstico de situações de dificuldade de aprendizagem em conceitos abordados na disciplina. Para realizar esse diagnóstico, sugere-se o uso da atividade questionário. A seguir, apresenta-se os resultados e as discussões sobre eles.

A Figura 38 mostra toda a linha do tempo apresentada ao professor. Nela pode-se notar que apresentou-se cinco questionários durante todo o semestre letivo. Percebe-se que, com o tempo, a participação dos alunos vai diminuindo, o que deve levar o professor a buscar maneiras de trazer o aluno para que participe das atividades. Ressalta-se que a avaliação oficial dos alunos pelo professor ocorre durante toda a disciplina, tanto por atividades no AVA quanto pelas provas presenciais. Daí a importância de solicitar-se, sempre, a participação dos estudantes.

Figura 38 - Linha do Tempo da ferramenta ConceptVis.

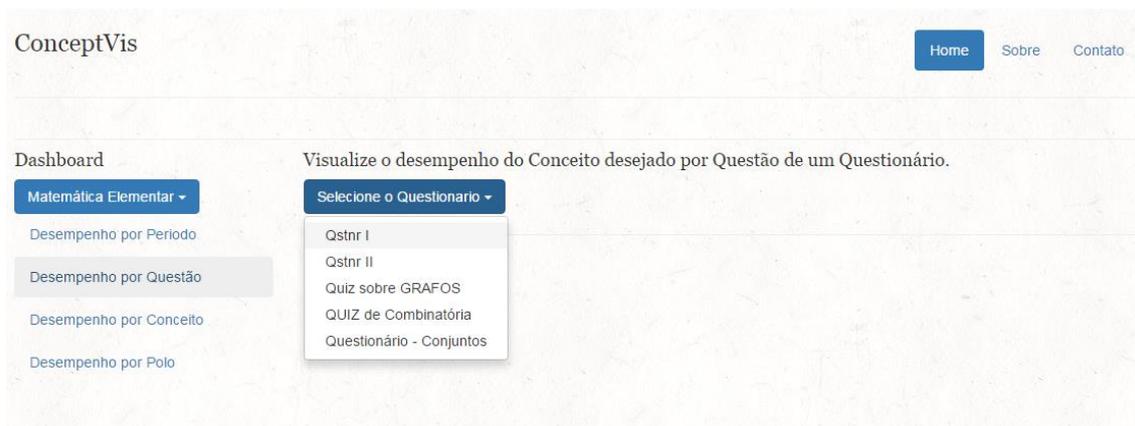


Fonte: Próprio Autor (2016).

Outro aspecto que se destaca é a média de desempenho dos alunos no questionário, quase sempre abaixo da média (7,0). O questionário Qstnr I, por exemplo, teve uma participação de 142 estudantes respondendo ao questionário e uma média de desempenho de 4,93. Percebendo-se esta situação, o professor pode construir, a partir da visualização dos gráficos de desempenho, um diagnóstico de dificuldades de aprendizagem da turma, ou seja, precisam-se verificar quais os conceitos que estão abordados no questionário Qstnr I nos quais os alunos estão apresentando desempenho insatisfatório?

A Figura 39 mostra que há a possibilidade de monitorar e avaliar as dificuldades dos estudantes em um questionário específico, no caso o Qstnr I, bem como o desempenho nas questões nele abordadas.

Figura 39 - Desempenho por Questão da ferramenta ConceptVis.



Fonte: Próprio Autor (2016).

A Figura 40 apresenta um *treemap* que mostra as questões de uma categoria e que estão contidas em um questionário. Ressalta-se que o professor pode configurar a atividade questionário no Moodle para que questões de várias categorias sejam selecionadas aleatoriamente. Na imagem em questão, apresenta-se apenas a categoria Cat I.1 Cardnldd, ConjPoten, ProdCartsn.

Figura 40 - Desempenho por Questão.



Fonte: Próprio Autor (2016).

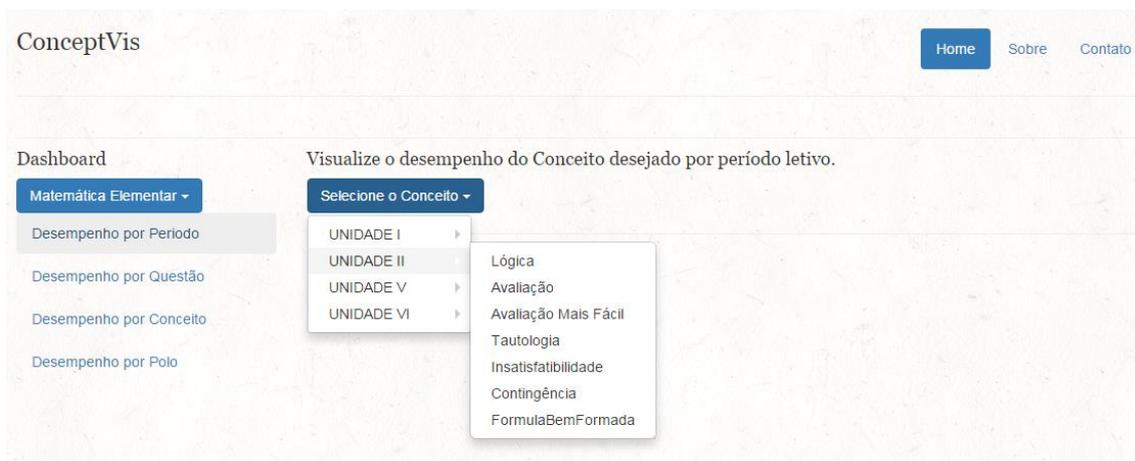
Cada bloco de cor representa uma questão e está identificado com o título da questão e o conceito a ela relacionado. Desse modo, os blocos maiores são aqueles que apresentaram maior percentual de erro. Assim, as questões I.1.06, I.1.07, I.1.08 e I.1.10 bem como os conceitos a elas relacionados: Contido, Conjunto Potência e Produto Cartesiano, necessitam de uma atenção maior por parte do professor. Alguns pontos podem ser levantados:

- x A questão está bem elaborada?
- x O nível de dificuldade da questão está muito elevado?

A partir desses questionamentos, o professor pode simplesmente fazer alterações na questão, de modo a deixá-la mais intuitiva, ou ainda ir mais além: reformular o material didático da disciplina, por exemplo. Outra ação seria, diante da dificuldade de aprendizagem em determinado conceito, indicar outras fontes de apoio, como vídeos, artigos ou apostilas.

A possibilidade de Desempenho por Período permite que se observe se um dado conceito apresenta, historicamente, um resultado de erro constante.

Figura 41 - Desempenho por Período da ferramenta ConceptVis.



Fonte: Próprio Autor (2016).

A Figura 41 mostra as categorias UNIDADE I, II, V, VI e os conceitos relacionados a elas. No caso, os conceitos “Lógica, Avaliação, Avaliação mais fácil, Tautologia, Insatisfatibilidade, Contingência, FormulaBemFormada” estão relacionados às questões que estão contidas na categoria UNIDADE II.

Na Figura 42 é possível monitorar o desempenho histórico do conceito “Lógica”. Vê-se que, historicamente, este conceito tem se mostrado uma deficiência para os alunos. No eixo X do gráfico, há os períodos letivos, enquanto no eixo Y, há a escala de acerto/erro. Ao passar o mouse sobre os períodos letivos, apresenta-se os percentuais de acerto (azul) e erro (cinza).

Figura 42 - Desempenho por Período da ferramenta ConceptVis.

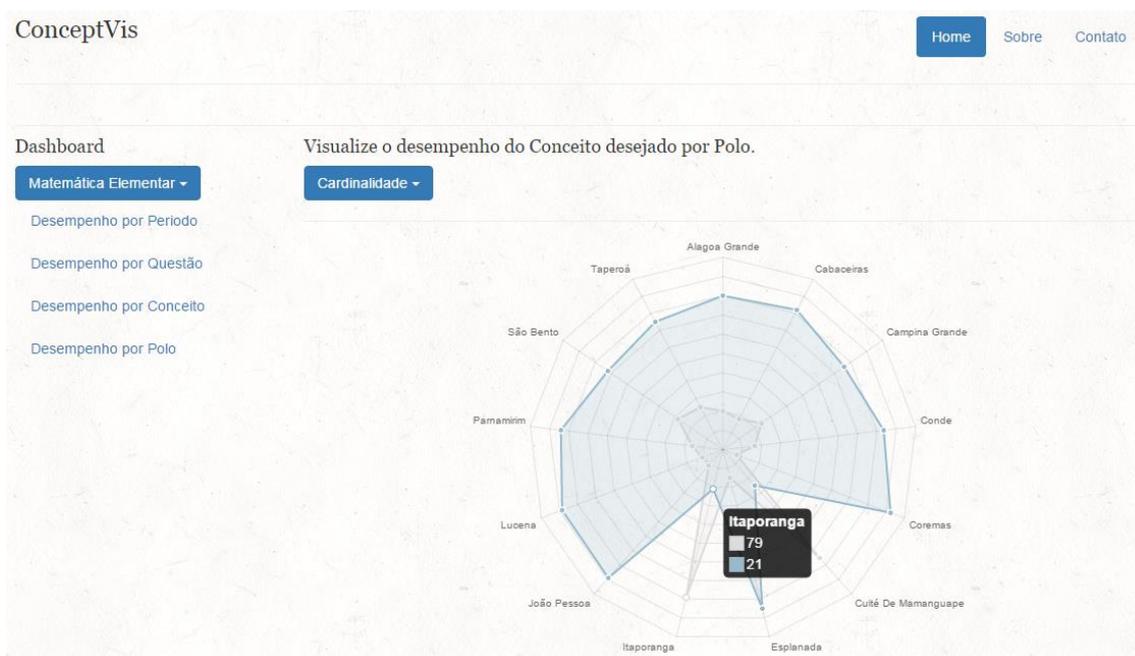


Fonte: Próprio Autor (2016).

A Figura 34, demonstrando a linha histórica para o conceito “Cardinalidade”, apresenta um gráfico com comportamento inverso ao da Figura 42. Assim, o conceito “Lógica” requer uma atenção maior por parte do professor para tentar compreender como readequar as ações de ensino-aprendizagem para reverter o gráfico. Destaca-se que, após a tomada de decisão para resolução das dificuldades dos alunos, podem-se lançar questionários específicos, apenas com questões sobre um dado conceito e, após a resposta dos alunos, verificar novamente o gráfico (Figura 42) e verificar se houve alteração nas linhas. Por esta razão é importante ter um banco de questões.

Por fim, há, para o docente, como mostra a Figura 43, duas opções de seleção: polos e conceito. Desse modo, verificam-se os conceitos em que os alunos têm maior dificuldade por polo.

Figura 43 - Desempenho por Polo da ferramenta ConceptVis.



Fonte: Próprio Autor (2016).

No exemplo, o conceito “Cardinalidade” apresentou um elevado percentual de erro no polo Itaporanga/PB. Nota-se, ainda, que na grande maioria dos polos houve desempenho positivo. A partir desse gráfico, o professor pode monitorar as dificuldades de aprendizagem por polo.

A importância dessa visualização está na possibilidade de interação do professor com os tutores presenciais. Sabendo quais os polos que precisam de maior atenção em um dado conceito, o tutor presencial, orientado pelo professor, pode atuar no sentido de auxiliar os alunos nos polos, por meio de aulas e atividades extras.

A ferramenta ConceptVis proposta permite que se faça uma avaliação, como afirma Mattar (2014), do tipo formativa, já que sua aplicação ocorre durante o curso, havendo assim a oportunidade de se corrigir ou adequar prováveis problemas na aprendizagem dos alunos sem que seja preciso terminar a disciplina para isso. Ao final, o professor poderá realizar outras alterações para a próxima turma. A seguir, tem-se a aplicação do questionário de aceitação de tecnologia.

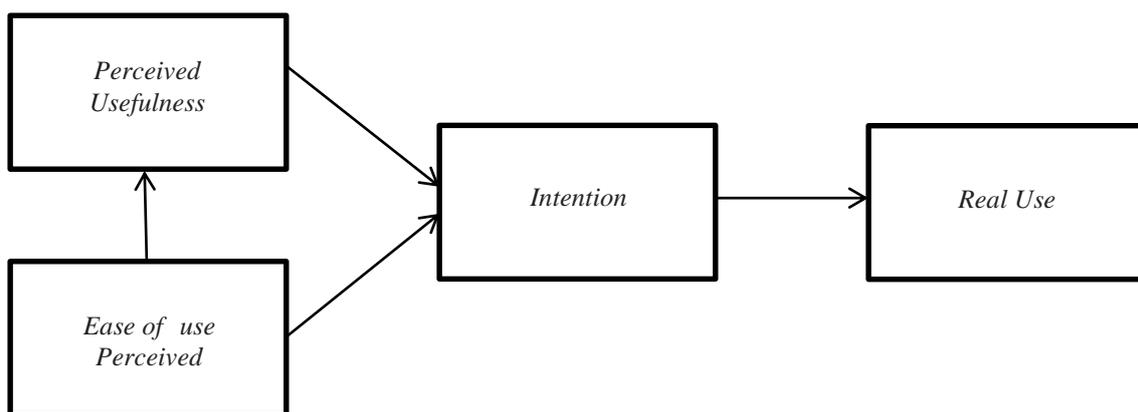
6.2 Aplicação do Questionário de Aceitação de Tecnologia

O TAM (*Technology Acceptance Model*), ou Modelo de Aceitação de Tecnologia, foi uma adaptação, elaborada por Davis (1989), da TRA (*Theory of Reasoned Action*), ou Teoria da Ação Fundamentada. A TRA volta-se para a psicologia e analisa o comportamento humano em dada situação. Já o TAM aplica-se ao contexto da Tecnologia da Informação visando avaliar os motivos pelos quais um usuário utilizaria ou não determinados sistemas.

Conforme afirma Davis (1989), o usuário pode decidir fazer uso de um novo sistema, pois avalia que este potencializará seu desempenho profissional, por exemplo. A este processo, Davis (1989) chama de Utilidade Percebida. Porém, alguns fatores podem interferir na aceitação real do sistema pelo usuário. Dentre eles, destaca-se a dificuldade de uso do sistema que Davis denomina Facilidade de Uso Percebida.

Dessa forma, a utilidade é percebida de forma mais direta pelo usuário se este verificar que há também uma facilidade de uso do sistema. Estes dois aspectos irão definir a intenção de utilizar o sistema, acarretando, assim, no Uso Real do sistema pelo usuário, conforme detalha a Figura 44.

Figura 44 - Modelo de Aceitação de Tecnologia.



Fonte: Davis (1989).

O objetivo desta avaliação é verificar a real efetividade da aplicação ConceptVis – ferramenta implementada a partir do modelo proposto neste trabalho. Fez-se uso, como instrumento para realização dessa avaliação, de um questionário semi-estruturado (disponível no Apêndice A) em que abordou-se tanto os fatores Utilidade Percebida e quanto Facilidade de Uso. Utilizou-se a escala de *Likert*, que é uma escala de respostas psicométrica voltada para pesquisas de opinião onde os entrevistados apresentam os níveis de concordância ou discordância com uma dada afirmação. Os níveis disponíveis são: Discordo Plenamente; Discordo Parcialmente; Nem concordo e nem discordo; Concordo Parcialmente e Concordo Plenamente.

Para cada um dos fatores (Utilidade Percebida e Facilidade de Uso) criou-se um bloco com 5 questões cada e, após cada uma delas, disponibilizou-se um espaço para livre escrita.

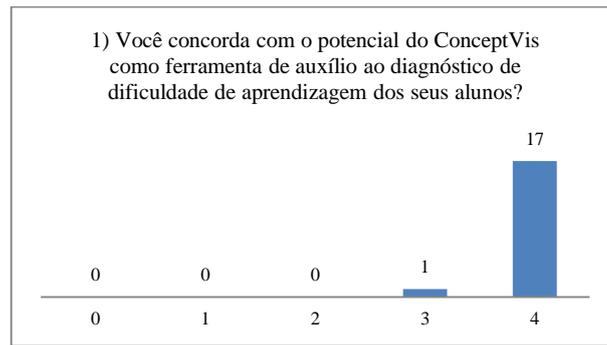
Os professores são, atualmente, os usuários em potencial das aplicações desenvolvidas a partir do modelo proposto, por isso, são fundamentais nesta avaliação. Realizaram-se os convites aos professores por e-mail, onde seu conteúdo possuía uma apresentação geral do projeto e outras instruções sobre o processo de avaliação, que ocorreu de modo presencial. Um total de 18 respondeu demonstrando interesse em participar. Salienta-se que todos atuam na Unidade de Educação a Distância da Universidade Federal da Paraíba (UFPBVirtual).

Inicialmente, apresentou-se o ConceptVis e o Estudo de Caso, com uma explicação geral de uso. Em seguida os participantes puderam experimentá-lo livremente. Por fim, disponibilizou-se o questionário. Cada uma das 3 fases descritas durou 30 minutos.

Resultados Obtidos

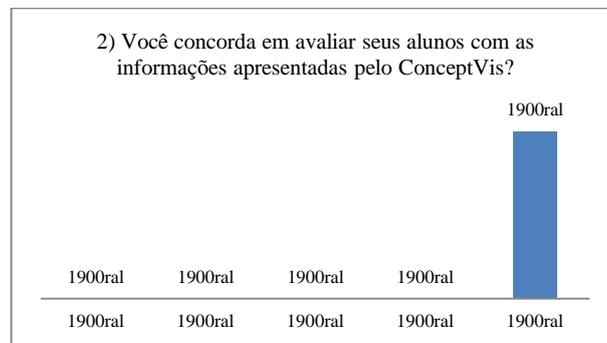
A partir das respostas dadas pelos professores ao questionário, podem-se fazer algumas análises. Inicia-se com o bloco referente à Utilidade Percebida.

Gráfico 1 - Respostas dos Professores referentes à questão 1.



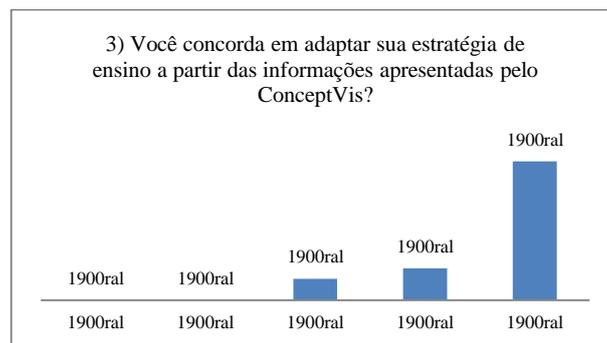
Fonte: Próprio Autor (2016).

Gráfico 2 - Respostas dos Professores referentes à questão 2.



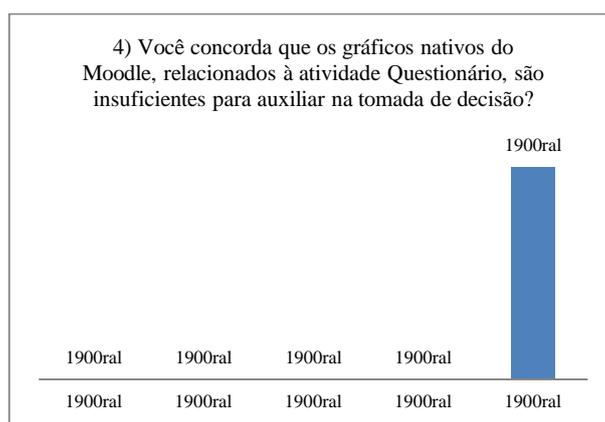
Fonte: Próprio Autor (2016).

Gráfico 3 - Respostas dos Professores referentes à questão 3.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Gráfico 4 - Respostas dos Professores referentes à questão 4.



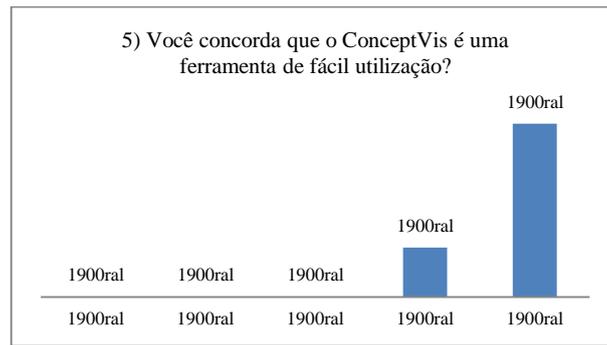
Fonte: Próprio Autor (2016).

Destaca-se, inicialmente, que há uma percepção geral dos professores de que a representação gráfica que o Moodle traz para a atividade Questionário não é suficiente para auxiliar, de modo consistente, a avaliação da aprendizagem (Gráfico 4).

Outro aspecto importante é que todos os participantes Concordam Parcialmente ou Plenamente não só em reconhecer o ConceptVis como uma ferramenta com potencial de auxiliar no diagnóstico de dificuldade de aprendizagem (Gráfico 1), mas também em avaliar os estudantes a partir de informações apresentadas por ela (Gráfico 2).

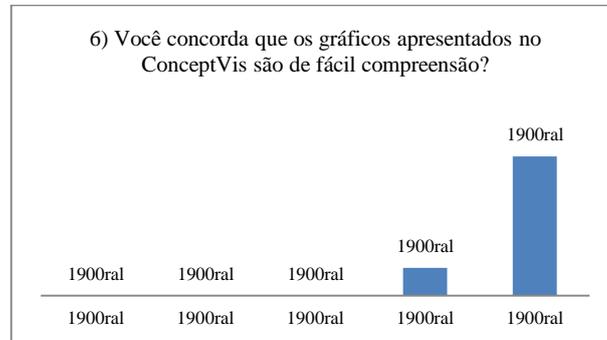
Apesar de 72,2% dos entrevistados considerarem a possibilidade de adaptar suas estratégias de ensino a partir das informações apresentadas pelo ConceptVis, 27,8% dos participantes demonstraram algum nível de restrição. Observando-se as respostas livres destes últimos, considerou-se que seria preciso um “*uso mais aprofundado*” ou “*mais testes com minha disciplina*” para decidir plenamente sobre a questão proposta. A seguir, destaca-se o bloco de questões referente à Facilidade de Uso.

Gráfico 5 - Respostas dos Professores referentes à questão 5.



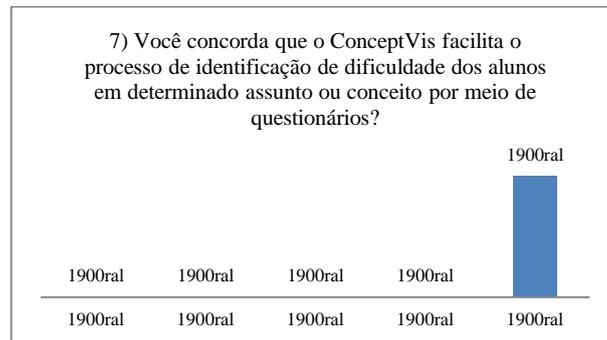
Fonte: Próprio Autor (2016).

Gráfico 6 - Respostas dos Professores referentes à questão 6.



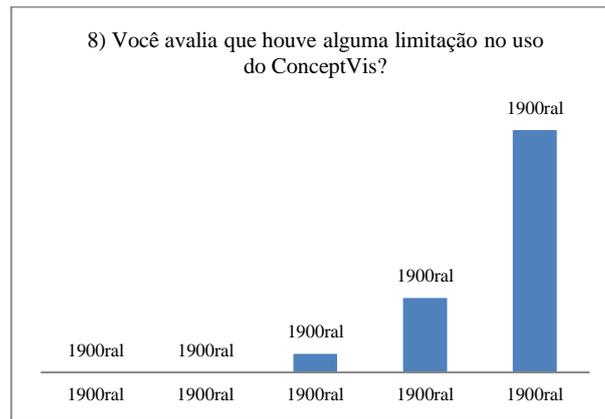
Fonte: Próprio Autor (2016).

Gráfico 7 - Respostas dos Professores referentes à questão 7.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Gráfico 8 - Respostas dos Professores referentes à questão 8.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Em relação à Facilidade de Uso, o ConceptVis é uma ferramenta de fácil utilização (77,7%) e os gráficos por ela apresentados mostram-se de fácil compreensão (88,3%). Tais qualidades irão determinar diretamente na aceitação da ferramenta. O Gráfico 7 mostra que houve facilidade para diagnosticar dificuldades de aprendizagem. Por fim, no Gráfico 8, os participantes avaliaram que houve poucas limitações. Destaca-se o fato, por exemplo, de não haver uma “*versão mobile*” da ferramenta.

Diante disso, pode-se afirmar que as respostas e comentários feitos ao questionário indicam que os professores estão de acordo que as visualizações de dados fornecidas pela ConceptVis ajudam no processo de acompanhamento contínuo dos alunos, atuando, assim, como alicerce para intervenções e replanejamento didático e pedagógico. Outro aspecto a destacar é a facilidade ter o diagnóstico de aprendizagem que demonstra a ferramenta ConceptVis.

7. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as considerações finais do presente trabalho, bem como suas contribuições, limitações e a descrição dos trabalhos futuros.

O processo de avaliação da aprendizagem no contexto da Educação à Distância tem se mostrado uma tarefa bastante complexa para os educadores. Muito dessa complexidade está relacionado à quantidade de alunos envolvidos nesse contexto. Outro fator importante é que os Ambientes Virtuais de Aprendizagem não oferecem ferramentas adequadas que auxiliem no processo de avaliação da aprendizagem. Contudo, a área de *Learning Analytics* possibilitou que os dados gerados pelos alunos no AVA pudessem ser analisados de um modo sistemático, permitindo, a partir de gráficos de visualização de dados, uma avaliação mais precisa. Sendo assim, é de fundamental importância a utilização de ferramentas de avaliação da aprendizagem como alternativas aos gráficos que estão disponíveis no Moodle.

Diante dessa necessidade, este trabalho apresentou um modelo de diagnóstico da aprendizagem que permite, a partir de aspectos de *Learning Analytics*, indicar conceitos em situação de dificuldades de aprendizagem utilizando, para isso, a atividade do tipo questionário, presente no Moodle.

Para isso, realizou-se, em primeiro lugar, a revisão da literatura, visando buscar modelos de referências para aplicações considerando-se aspectos de *Learning Analytics* e suas especificidades (GRELLER e DRACHSLER, 2012; CHATTI *et al*, 2012). Ao mesmo tempo, buscaram-se trabalhos relacionados para, com isso, integrar a proposta de diagnóstico por conceitos aos modelos de referência. Em seguida, propôs-se o modelo conceitual bem como as técnicas de visualização de dados para apresentação dos dados de desempenho dos alunos. Depois, implementou-se a ferramenta ConceptVis. Por fim, um grupo de 18 professores fez uso da ferramenta implementada e respondeu a um questionário em que avaliavam-se tanto sua Utilidade quanto a Facilidade de Uso.

Os resultados apresentados demonstram que o modelo final obtido, verificado tanto no Estudo de Caso, por meio do ConceptVis, quanto nas avaliações feitas pelos professores, respaldam o objetivo geral proposto. Dessa forma, admite-se que este foi

alcançado, reforçando a hipótese inicial de que as ferramentas implementadas a partir do modelo proposto irão contribuir para o processo de avaliação da aprendizagem ao diagnosticar os conceitos em que os alunos possuem dificuldade.

Como contribuição principal desse trabalho destaca-se o desenvolvimento de um modelo que, por meio das ferramentas implementadas tomando-o como base, auxiliasse o professor no diagnóstico de dificuldades de aprendizagem a partir de conceitos, assim, o docente pode avaliar quais os temas de sua disciplina os alunos tem maior dificuldade de compreensão.

Como trabalhos futuros, espera-se avaliar não apenas os conceitos primários de cada questão, mas também os secundários, já que, em certos casos, para que o aluno responda a uma questão de modo satisfatório, ele precisará dominar não apenas os conceitos primários, mas também os secundários. Além disso, deseja-se, ainda, validar o modelo proposto utilizando-se, para isso, novos dados de cursos e usuários. Dessa forma, pode-se verificar, também, como a ferramenta se comporta diante do aumento do volume de dados, avaliando-se, assim, os aspectos de desempenho e escalabilidade. Por fim, pode-se implementar outras técnicas e objetivos de *Learning Analytics* bem como utilizar outras fontes de dados.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, M. T. M. D. Censo EaD: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2013. Curitiba: IbpeX, 2014.

ARNOLD, Kimberly E.; PISTILLI, Matthew D. Course signals at Purdue: using learning analytics to increase student success. In: Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge. ACM, 2012. p. 267-270.

CARD, S. K.; Mackinlay, J. D.; Shneiderman, B. Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. Morgan Kaufman Publishers, 1999.

Censo EaD.br: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2013 = Censo EaD.br: analytic report of distance learning in Brazil/[traduzido por Maria Thereza Moss de Abreu]. – Curitiba: IbpeX, 2014.

CHERNOFF, H. The use of Faces to Represent Points in K-Dimensional Space Graphically. Journal of American Statistical Association, vol. 68, p. 361-368, 1973.

DIAS JUNIOR, José Jorge L.; SERRANO, Ricardo; ANJOS, Eudisley dos; CABRAL, Lucidio; RODRIGUES-LEITE, Jan Edson; OLIVEIRA, Estêvão Domingos Soares de; MEDEIROS, Hercilio de. Melhorias de Gestão de Cursos a Distância Através da Análise de Acessos ao AVA. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 20., 2014, Dourados, Mt. Anais... . Dourados, Mt: Sbc, 2014. v. 1, p. 268 - 277. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/3109>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

DURAND, G.; LAPLANTE, F.; KOP, R. A Learning Design Recommendation System Based on Markov Decision Processes. KDD - 2011: 17th ACM Sigkdd. [S.l.]: [s.n.]. 2006.

FREEMAN, A.; ADAMS BECKER, S.; HALL, C. 2015 NMC Technology Outlook for Brazilian Universities: A Horizon Project Regional Report. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2015.

FREEMAN, A.; BECKER, S. A.; HALL, C. NMC Technology Outlook for Brazilian Universities: A horizon project regional report. The New Media Consortium. Austin. 2015.

Johnson, L.; Adams Becker, S.; Estrada V.; e Freeman, A. NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition. Austin, Texas, Estados Unidos: The New Media Consortium, 2014.

KAMPFF, A. J. C. Mineração de Dados Educacionais para Geração de Alertas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem como Apoio à Prática Docente, 2009.

KEIM, D. A. Visual Techniques for Exploring Databases. Invited Tutorial, Int. Conference on Knowledge Discovery in Databases (KDD'97), Newport Beach, CA, 1997.

KEIM, D.; WARD, M. Visual Data Mining Techniques. Intelligent Data Analysis: An Introduction. University of Konstanz, Germany. And Worcester Polytechnic Institute, USA. 2002.

KOEDINGER, K. R. et al. An open repository and analysis tools for fine-grained, longitudinal learner data. First International Conference on Educational Data Mining. [S.l.]: [s.n.]. 2008. p. 157 - 166.

LEONY, Derick, et al. GLASS: a learning analytics visualization tool. In: Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge. ACM, 2012. p. 162-163.

LÜCK, G. – Avaliação, termômetro da educação. Revista Profissão Metre, Curitiba, Fev, 2003.

MAIA, Carmem e MATTAR, João. ABC da EaD. 1ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MASON, D.; WOIT, D. – Effectiveness of Online Assessment, SIGCSE'03, Nevada, USA, 2003.

MATTAR, J., Design Educacional: educação a distância na prática. São Paulo: Artesanato Educacional, 2014.

- MATTAR, João. Guia de Educação a Distância: Série Profissional. São Paulo/SP: Cengage Learning, 2011.
- MIRANDA, N. S. Domínios conceptuais e projeções entre domínios: uma introdução ao modelos dos espaços mentais. *Veredas: revista de estudos linguísticos*. v. 3, n.1, p.81 – 95, Juiz de Fora, Editora da UFJF, jan/jun 1999.
- NAKAHARA, J.; HISAMATSE, S.; YAEGASHI, K.; YAMAUCHI, Y. iTree: does the mobile phone encourage learners to be more involved in collaborative learning? In: Conference on computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!. International Society of the Learning Sciences, 2005. P 470-478.
- NOVAK, Joseph Donald. A Theory of education. Ithaca, N.Y., Cornell. University Press, 1977.
- NUHS, A. C.; TOMIO, Daniela. A prova escrita como instrumento de avaliação da aprendizagem do aluno de Ciências. *Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 22, n. 49, p. 259-284, maio/ago. 2011.
- OLIVEIRA, E. D. S.; SERRANO-FILHO, R. A. P. Estudo da relação entre a participação em fóruns de discussão e o rendimento acadêmico dos alunos de um curso a distância usando Análise de Redes Sociais. In: Anais de Evento. Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE. Fortaleza/CE: 2014.
- PALLOF, R. M.; PRATT, K. – Construindo comunidades de aprendizagem no ciberespaço, Porto Alegre, Artmed, 2012.
- PODGORELEC, V.; KUCHAR, S. Taking advantage of education data: Advanced data analysis and reporting in virtual learning environments. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 2011, 114.8: 111-116.
- QUIGLEY, Aaron. Aesthetics of large-scale relational information visualization in practice. In FISHWICK, Paul. (org.) *Aesthetic Computing*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2006.
- SANTOS, R. N. D.; SIEBRA, C.; OLIVEIRA, E. D. S. D. Uma Abordagem Genérica de Identificação Precoce de Estudantes com Risco de Evasão em um AVA utilizando

Técnicas de Mineração de Dados. Nuevas Ideas en Informática Educativa. Fortaleza: [s.n.]. 2014. p. 794 - 799.

SCHEUER, Oliver; ZINN, Claus. How did the e-learning session go? The Student Inspector. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 2007, 158: 487.

SHNEIDERMAN, B. The eye have it: A task by data type taxonomy for information visualization. In *Visual Languages*, 1996.

SIEMENS, G.; LONG, P. Penetrating the fog: analytics in learning and education. *Educause Review*. [S.l.]: [s.n.]. 2011. p. 30 - 32.

SILVA NETO, M. A. Mineração Visual de Dados: Extração do Conhecimento a partir das Técnicas de Visualização da Informação e Mineração de Dados. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA, E. C. L. E E. SILVA, W. M. Investigação dos Dados sobre Estilos de Aprendizagem dos Alunos Frequentadores da Base de Apoio ao Aprendizado Autônomo. *Revista Científica da UFPA*; Ano 07, Vol 06, Nº 01, 2007. Disponível em <<http://www.cultura.ufpa.br/rcientifica>>. Acesso em: 28/12/2014.

SILVA, Francisco et al. Uma ferramenta para visualização das tendências de evasão geradas por mineração de dados a partir das interações em fóruns de discussão. *Conferencias LACLO*, v. 6, n. 1, p. 237, 2015.

SILVA, Jarbele Cássia; BRITO, Alisson Vasconcelos. Análise das interações online assíncronas dos aprendizes de um curso de Computação à distância. 2013.

SOUZA, T. E. S.; MENEZES, A. H. N. Avaliação em Educação a Distância: Concepções e possibilidades. *REVASF*. Petrolina: Editora Universitária. 2014. p. 194 - 209.

SOUZA, Tito Eugênio Santos; MENEZES, Afonso Henrique Novaes. AVALIAÇÃO EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: CONCEPÇÕES E POSSIBILIDADES. *Revasf*, Petrolina/pe, v. 5, n. 8, p.194-209, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/708/426>>. Acesso em: 04 ago. 2015.

THEUS, M. High-dimensional Data Visualization. In: CHEN, C.; HÄRDLE, W.; UNWIN, A. Handbook of Data Visualization, Springer, 2008, p. 151- 178.

URBANEK, S. Visualizing Trees and Forests. In: CHEN, C.; HÄRDLE, W.; UNWIN, A. Handbook of Data Visualization, Springer, 2008, p. 243-264.

WARD, M. O.; Xmdvtool: Integrating Multiple Methods for Visualizing Multivariate Data. Washington, DC, 1994.

APÉNDICE A

Questionário para Professores.

Utilidade Percebida	<p>1) Você concorda no potencial do ConceptVis como ferramenta de auxílio ao diagnóstico de dificuldade de aprendizagem dos seus alunos?</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
	<p>2) Você concorda em avaliar seus alunos com as informações apresentadas pelo ConceptVis?</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
	<p>3) Você concorda em adaptar sua estratégia de ensino a partir das informações apresentadas pelo ConceptVis?</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
	<p>4) Você concorda que os gráficos nativos do Moodle, relacionados à atividade Questionário, são insuficientes para auxiliar na tomada de decisão?</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>

Facilidade Percebida	5) Você concorda que o ConceptVis é uma ferramenta de fácil utilização?
	1 2 3 4 5
	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
6) Você concorda que os gráficos apresentados no ConceptVis são de fácil compreensão?	
1 2 3 4 5	
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
7) Você concorda que o ConceptVis facilita o processo de identificação de dificuldade dos alunos em determinado assunto ou conceito por meio de questionários?	
1 2 3 4 5	
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
8) Você avalia que houve alguma limitação no uso do ConceptVis?	
1 2 3 4 5	
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	