

UNIVERSIDADE ABERTA



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



**MODELO DE CRIAÇÃO DE DASHBOARDS PARA APOIO À
AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES EM AMBIENTE DE ENSINO A
DISTÂNCIA**

Roberto Flavio Rezende

Mestrado em Informação e Sistemas Empresariais
(mestrado em associação)

2019

UNIVERSIDADE ABERTA



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



**MODELO DE CRIAÇÃO DE DASHBOARDS PARA APOIO A
AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES EM AMBIENTE DE ENSINO A
DISTÂNCIA**

Roberto Flavio Rezende

Mestrado em Informação e Sistemas Empresariais
(mestrado em associação)

Dissertação orientada pela Professora Doutora Elizabeth Simão Carvalho

2019

RESUMO

O ensino a distância é uma realidade há muitas décadas e nos últimos anos temos visto surgir, devido à popularização e maturidade da Internet, diversos cursos de graduação e pós-graduação em regime de ensino a distância online.

Porém, nesta modalidade, temos de nos atentar que os perfis, tanto do professor quanto do estudante, normalmente, são diferentes do ensino presencial, onde há a interação “cara a cara” entre as partes. Deste modo, a falta de contacto direto faz com que o professor perca a percepção direta de como está o andamento de sua disciplina, necessitando, comumente, navegar por diversas ferramentas e relatórios para construir esta visão.

Neste trabalho será apresentado o projeto de pesquisa onde será proposto um modelo visual para a criação de dashboards educacionais destinados às disciplinas baseadas em educação a distância online, fundamentado em um levantamento das métricas importantes para os professores, para a exibição de informações que permitam ao professor o acompanhamento, de forma visual e simplificada, de seus estudantes ao longo do curso.

Palavras-chave: Visualização de dados, suporte ao professor, educação a distância, informática e educação, dashboard educacional

ABSTRACT

Distance learning has been a reality for many decades, and in recent years we have seen it emerge, due to the popularization and maturity of the Internet, various undergraduate and postgraduate courses online.

However, in this modality, we must be aware that the profiles of both teacher and student are usually different from classroom teaching, where there is “face to face” interaction between the parties. Thus, the lack of direct contact causes the teacher to lose direct perception of the progress of his / her course, usually needing to navigate through various tools and reports to get this view.

This work will present the research project of a visual model for the creation of educational dashboards for distance education-based subjects, based on a survey of the essential metrics for teachers, for the display of information that allows the teacher to monitor their students, in a visual and simplified way, throughout the course.

Keyword: Data visualization, teacher support, distance learning, computer science and education, educational dashboard

DEDICATÓRIA

À Raquel por sempre estar ao meu lado e me apoiar em minhas aventuras.

Aos meus pais pelo que sou e pelos valores que me transmitiram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Dra. Elizabeth Simão Carvalho por sua dedicação em me orientar e aconselhar durante a construção de minha dissertação do mestrado e por sempre estar disponível para ler e revisar, inúmeras vezes, minha pesquisa acadêmica.

À minha família por sempre me apoiar e por perdoar as ausências nas atividades do dia a dia enquanto me dedicava aos estudos.

À minha sogra, Maria Lúcia, por revisar o meu trabalho e corrigir os erros de português que cometi ao escrever o documento.

Aos amigos Marco Flavio e Gabriela, por serem meu suporte avançado em Lisboa.

Aos meus amigos da vida e colegas de curso, por me apoiarem e aguentarem minhas lamentações nestes pouco mais de dois anos de curso e por me incentivarem a continuar mesmo nos momentos difíceis.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivos	4
1.3 Metodologia de investigação.....	5
1.4 Estrutura do documento.....	6
2 ESTADO DA ARTE.....	8
2.1 Visualização de dados	9
2.2 Dashboards	13
2.3 Learning Analytics	18
2.4 Dashboard como ferramenta educacional	19
2.5 Ferramentas de visualização de dados.....	24
2.6 Conclusão.....	31
3 PROPOSTA DO MODELO VISUAL.....	33
3.1 Processo de desenvolvimento de Dashboards.....	34
3.2 Levantamento dos requisitos	37
3.3 Desenvolvimento do Layout	47
3.4 Conclusão.....	54
4 DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	55
4.1 Considerações gerais	56

4.2	Origem dos dados	57
4.3	Arquitetura.....	59
4.4	Implementação	59
4.5	Artefactos de TI.....	61
4.6	Avaliação do protótipo	64
4.7	Conclusão.....	69
5	CONCLUSÃO	70
5.1	Trabalhos futuros.....	73
	BILIOGRAFIA.....	75
	ANEXO I – Inquérito para definição das métricas.....	83
	ANEXO II – Perfil dos participantes do inquérito para definição das métricas	92

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Comparação entre os tipos de Dashboards	18
Tabela 2.2 – Comparação entre as ferramentas de visualização de dados	31
Tabela 3.1 – Universidades representadas no inquérito	40
Tabela 3.2 – Ferramentas utilizadas pelos participantes	42
Tabela 3.3 – Técnicas de avaliação	42
Tabela 3.4 – Possível utilização das informações sobre os estudantes	43
Tabela 3.5 – Efetividade do dashboard existente	44
Tabela 3.6 – Métricas desejadas pelos professores	45
Tabela 3.7 – Métricas consideradas como KPI	46
Tabela 4.1 – Funções da API do Moodle para coletar os dados para o dashboard	58
Tabela 5.1 – Resultado da avaliação do modelo proposto.....	72
Tabela II.1 – Idade.....	93
Tabela II.2 – Gênero.....	93
Tabela II.3 – País	93
Tabela II.4 – Quantidade de cursos ministra	93
Tabela II.5 – Campo de ensino ou pesquisa	94
Tabela II.6 – Nível do curso.....	94
Tabela II.7 – Tamanho da maior turma	94
Tabela II.8 – Tempo que leciona em cursos EAD	94
Tabela II.9 – LMS utilizado	95
Tabela II.10 – LMS por universidade.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Macro tarefas do método de pesquisa	6
Figura 2.1 – Gráfico de 1786 exibindo os juros da dívida nacional dos Estados Unidos da América ao longo dos anos.....	10
Figura 2.2 – Exemplo de gráficos	11
Figura 2.3 – Exemplo de gráficos de associação.....	12
Figura 2.4 – Exemplo de mapas	12
Figura 2.5 – Exemplos de diagramas e matrizes.....	13
Figura 2.6 – Exemplo de <i>dashboard</i>	14
Figura 2.7 – dashboard automotivo	15
Figura 2.8 – Ciclo de learning analytics.....	19
Figura 2.9 – Indivíduos utilizando a Internet	20
Figura 2.10 – Percepção de demanda por cursos online.....	20
Figura 2.11 – Diversos tipos de visualizações permitidos pelo D3.js	25
Figura 2.12 – Exemplo de <i>Dashboard</i> com o Highcharts.....	26
Figura 2.13 – Exemplo de <i>dashboard</i> com o Grafana.....	27
Figura 2.14 – Exemplo de <i>dashboard</i> com o Knowage.....	28
Figura 2.15 – Exemplo de <i>dashboard</i> com o Power BI	29
Figura 2.16 – Exemplo de <i>dashboard</i> com Tableau.....	30
Figura 3.1 – Fases do processo de construção de um dashboard. Adaptado de McKenna et al. (2014).	36
Figura 3.2 – Gráficos utilizados pelos participantes	41
Figura 3.3 – Frequência de utilização do dashboard	44

Figura 3.4 – Duas representações gráficas com a intenção de mostrar a posição do departamento G em relação aos demais.....	48
Figura 3.5 – Diagrama de escolha de tipo de visualização	49
Figura 3.6 – Exemplo de visualização para o indicador "Acesso ao conteúdo online"	50
Figura 3.7 – Exemplo de gráfico para exibição de indicadores de desempenho da classe ...	51
Figura 3.8 – Exemplo de visualização para o indicador "Visão geral da classe"	52
Figura 3.9 – Modelo de dashboard proposto	53
Figura 3.10 – exemplo de interação no dashboard	54
Figura 4.1 – Arquitetura para extração de dados via API do Moodle	58
Figura 4.2 – Modelo de apresentação do protótipo	59
Figura 4.3 – Implementação do modelo visual aqui proposto	61
Figura 4.4 – Componentes adicionais da interface do utilizador	62
Figura 4.5 – Campo de escolha da disciplina a ser visualizada.....	62
Figura 4.6 – Janela com o ecrã inicial do inquérito de avaliação do protótipo	63
Figura 4.7– Janela com o ecrã inicial das instruções do protótipo.....	63
Figura 4.8 – Exibição dos detalhes do estudante ao passar com o rato por cima do gráfico de acessos ao conteúdo online.....	64
Figura 4.9 – Respostas para a Questão 1 da avaliação do protótipo	66
Figura 4.10 – Respostas para a Questão 2 da avaliação do protótipo	66
Figura 4.11 – Respostas para a Questão 3 da avaliação do protótipo	67
Figura 4.12 – Respostas para a Questão 4 da avaliação do protótipo	67
Figura 4.13 – Respostas para a Questão 5 da avaliação do protótipo	68

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

API	(Application Programming Interface)
BI	(Business Intelligence)
BSC	(Balanced Scorecard)
CE	(Community Edition)
CSS	(Cascading Style Sheets)
CSV	(Comma-Separated Values)
DOM	(Document Object Model)
EAD	(Educação a Distância)
EIS	(Enterprise Information System)
ETL	(Extract, transform, load)
HTML	(Hypertext Markup Language)
HTTPS	(Hyper Text Transfer Protocol Secure)
KPI	(Key Performance Indicator)
LMS	(Learning Management Systems)
MOOC	(Massive Open Online Course)
OLAP	(Online Analytical Processing)
SVG	(Scalable Vector Graphics)
TI	(Tecnologia da Informação)
XML	(Extensible Markup Language)

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A utilização de plataformas educacionais eletrônicas baseadas na Internet, ou *e-learning*, tem crescido em larga escala nos últimos anos, impulsionadas pelo fato de que professores e estudantes não mais precisam estar no mesmo local e também porque esta forma de educação virtual, baseada em computadores, não ser dependente de nenhum hardware específico. (Anderson, 2008; Conde *et al.*, 2015; Romero *et al.*, 2010).

Estas plataformas são comumente conhecidas como sistemas de gestão de aprendizagem (LMS, do inglês *Learning Management Systems*) e têm tido forte influência na aquisição de conhecimento. Inclusive universidades tradicionais os têm adotados para ministrar cursos nos diversos níveis acadêmicos (Anderson, 2008; Cerezo *et al.*, 2016; O'Neil, 2009). Porém, nesta modalidade há a dificuldade dos docentes em acompanhar a evolução educacional dos alunos e identificar problemas de aprendizado, pois, além da comunicação ser assíncrona, o aluno é o responsável por planejar seu tempo de estudo e conduzir as atividades propostas pelo professor (You, 2016; Zinn e Scheuer, 2006).

Além disso, lecionar em um curso em regime de ensino a distância *online* é, geralmente, uma tarefa complexa que precisa ser cuidadosamente planejada, organizada, guiada e monitorada. Os docentes têm percebido que as competências necessárias para administrar um curso assíncrono podem ser bem diferentes das competências requeridas para uma sala de aula presencial (Bates, 2000; O'Neil, 2009). Nesta realidade o perfil do professor de cursos online é menos o de um orador e mais o de um facilitador do ensino e este novo papel requer novas competências e habilidades para prover o suporte efetivo para os estudantes de cursos em regime de ensino a distância (O'Neil, 2009).

Em classes presenciais, os oradores têm a oportunidade de compreender as reações dos estudantes em tempo real, enquanto ministram suas aulas e podem adaptar a forma de passar o conteúdo baseado nestas observações. Porém, isto é bastante complicado em cursos em regime de ensino a distância porque professores e alunos se comunicam, usualmente, de forma assíncrona (Anderson, 2008). Por sua vez, as plataformas LMS, apesar de serem muito efetivas para a disponibilização de cursos online, provêm pouca ou

nenhuma ajuda para o docente compreender como seus alunos estão evoluindo e absorvendo o conteúdo apresentado (Mazza, 2004; Mwalumbwe e Mtebe, 2017).

Entretanto, o estado de aprendizado de um estudante pode ser observado em um ambiente educacional online assíncrono pela avaliação dos dados de seu comportamento coletados pelas plataformas de LMS (Mwalumbwe e Mtebe, 2017; Santoso *et al.*, 2018; You, 2016). As plataformas de LMS coletam uma vasta quantidade de dados para manter o registro das atividades dos estudantes em um curso em regime de ensino a distância, porém essas informações são comumente apresentadas em formato tabular, em relatórios complexos, muitas vezes difíceis de serem compreendidos pelos professores e tutores (Mazza, 2004; Mwalumbwe e Mtebe, 2017; You, 2016; Zinn e Scheuer, 2006).

Desta forma, por causa da quantidade de dados disponíveis e do modo como as informações são postas para os professores seria necessário desenvolver uma maneira de simplificar o acesso a elas e ser capaz de permitir a identificação de alunos com problemas de aprendizado ou se a turma como um todo não está sendo capaz de seguir a disciplina (Santoso *et al.*, 2018; Zinn e Scheuer, 2006). Assim, como em outras áreas, sobretudo em empresas, pode-se recorrer à visualização e análise de dados e aos conceitos de arquitetura de informação necessários para facilitar a interpretação do grande volume de dados sobre os estudantes gerados pelos LMS e organizá-los de modo que possam ser utilizados pelos docentes para monitorar o andamento da disciplina (Mazza, 2004; Santoso *et al.*, 2018; You, 2016).

Essa abordagem é chamada de *learning analytics* e permite a tomada de decisões com base em dados, ao mesmo tempo em que melhora a produtividade institucional. Diversos pesquisadores previram que a mineração de dados educacionais será amplamente empregada para otimizar a tomada de decisões institucionais, resolver problemas acadêmicos e melhorar o desempenho dos alunos no ensino superior em poucos anos (Conde *et al.*, 2015; Mwalumbwe e Mtebe, 2017; You, 2016).

Este projeto assume que é possível propor um modelo de visualização de dados, na forma de um *dashboard*, que permita a um professor envolvido no contexto de ensino a distância

o acompanhamento, de forma visual e simplificada, porém completa, do desenvolvimento dos alunos de sua disciplina.

1.2 Objetivos

Pretende-se, com o modelo a desenvolver, solucionar parte de um problema existente: Como prover o educador de uma ferramenta visual, organizada em um *dashboard*, que o permita monitorar o desempenho de alunos num ambiente típico de ensino a distância e possa perceber rapidamente e de forma simplificada os alunos que possam estar com dificuldades para acompanhar o conteúdo apresentado na disciplina.

Assim, neste trabalho será apresentado um modelo visual orientado a *dashboards*, isto é, um modelo que servirá como guia, com proposta da organização visual das métricas identificadas como importantes para esta finalidade, para a criação de *dashboards* nos ambientes educacionais de cursos online em regime de ensino a distância.

Antes de se apresentar qualquer solução para o problema identificado, o objetivo inicial foi analisar propostas para a solução de problemas análogos e verificar pesquisas que envolvam análises de aprendizado, através da revisão da literatura, de estudos de caso e análise de soluções tecnológicas já existentes. Definindo, assim, uma direção para as possíveis soluções do problema.

Desta forma, ao final do presente trabalho há a pretensão de responder às seguintes perguntas:

1. Quais são as métricas importantes para o acompanhamento dos alunos em um ambiente educacional de um curso em regime de ensino a distância online?
2. Como aplicar as técnicas de análise de aprendizado para coletar os dados e calcular estas métricas?
3. Qual é a melhor organização para a apresentação dos dados coletados nas plataformas de LMS?

Para responder a estas perguntas e alcançar o objetivo proposto neste trabalho, temos os seguintes objetivos secundários:

- Identificar, através da literatura e de aplicação de inquérito, quais são as métricas valorizadas pelos professores de cursos em regime de ensino a distância para acompanhamento do desempenho de seus alunos.
- Identificar o estado-da-arte da visualização de dados organizada em *dashboards* como técnica visual e de apresentação de dados diversos.
- Propor um modelo visual orientado a *dashboards* para apoio à análise da informação
- Implementar um protótipo com base no modelo proposto que permita avaliá-lo com a realização de testes com potenciais utilizadores.

Para validar a viabilidade do modelo, o protótipo será testado utilizando dados reais de cursos da Universidade Aberta de Portugal (UAb) como um caso de estudo e execução dos testes de usabilidade com potenciais utilizadores.

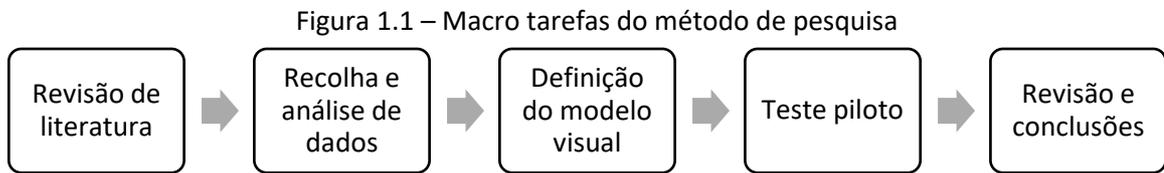
1.3 Metodologia de investigação

Visto que este trabalho de pesquisa visa a criação de um artefacto artificial, com a implementação de um protótipo, foi escolhida a metodologia *design science research*, pois, de acordo com Dresch, et al. (2014), esta metodologia “[...]procura desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas ou, ainda, criar novos artefactos que contribuam para uma melhor atuação humana, seja na sociedade, seja nas organizações.”

Assim, definido o objetivo de construir um modelo visual para auxiliar a construção de *dashboard* que visa o acompanhamento do desempenho de alunos em um ambiente de ensino a distância online e a posterior construção de um protótipo para a validação do modelo, decidiu-se utilizar o método científico indutivo, pois a pesquisa se sustenta em trabalhos produzidos anteriormente e com o levantamento de dados baseados em conhecimentos prévios.

Baseando-se no método de coleta de dados, apoiadas em inquérito, literatura existente, construção do modelo e condução de um teste piloto, optou-se por utilizar o estudo de

caso como método de pesquisa, seguindo várias tarefas detalhadas a seguir e condensadas na Figura 1.1.



Fonte: Adaptado de Dresch, et al. (2014, p. 24)

A tarefa inicial consiste em conhecer trabalhos anteriores que pudessem definir a base para esta pesquisa, com a revisão de investigações realizadas nas áreas de visualização de dados, *dashboards*, educação a distância e *learning analytics*.

A tarefa seguinte visa a recolha e análise de dados coletados através de trabalhos anteriormente produzidos com o intuito de definir métricas importantes para a avaliação e predição do desempenho dos alunos e da condução de inquérito para conhecer a opinião de professores sobre o tema. Com esta tarefa procura-se recolher informações fundamentais para a definição das métricas a serem utilizadas no modelo.

A seguir, terá lugar a consolidação das informações e análises coletadas anteriormente e a definição do modelo visual, que é o objetivo principal desta pesquisa.

Com o modelo definido, será construído um protótipo de *dashboard*, utilizando dados reais coletados no ambiente educacional da UAb, avaliado por professores da universidade e aplicado um inquérito para coletar as opiniões dos participantes sobre o modelo proposto.

Ao final será realizada a análise dos resultados obtidos, formando conclusões que permitam responder às questões iniciais deste trabalho.

1.4 Estrutura do documento

A investigação se iniciou no **Capítulo 1 – Introdução**, onde se encontram a motivação, os objetivos da pesquisa, a metodologia de investigação e a estrutura deste documento.

No **Capítulo 2 – Estado da Arte** serão apresentados autores, revistas e artigos científicos que são comparáveis, e por vezes complementares, ao objeto de estudo deste trabalho acadêmico. Também serão tratadas as definições de temas como *dashboards*, *learning*

analytics, a utilização de dashboards como ferramenta educacional e o levantamento de algumas ferramentas de visualização de dados.

No **Capítulo 3 – Proposta do Modelo Visual**, serão vistos a metodologia de como construir um *dashboard*, levantamentos dos requisitos e a construção de um modelo que possa ser implementado em qualquer curso em regime de ensino a distância. Neste capítulo também serão apresentados os resultados de inquérito conduzido junto à diversos professores de universidades abertas e que tenham educação a distância.

No **Capítulo 4 – Desenvolvimento do Protótipo**, será apresentada a construção de um protótipo para a validação do modelo proposto no capítulo 3 e a avaliação do mesmo junto a professores da Universidade Aberta.

No **Capítulo 5 – Conclusão**, serão destacados os principais resultados e conclusões da investigação aqui conduzida e proposta de trabalho futuro.

2 ESTADO DA ARTE

Este capítulo tem a finalidade de introduzir o conceito de visualização de dados, apresentando sua evolução ao longo do tempo até o surgimento de *dashboards*. Expõe, de forma resumida, para que servem e como são utilizados os *dashboards* para facilitar visualização de dados e identificar padrões e desvios nos dados apresentados.

O capítulo passa pela apresentação do problema enfrentado por professores de cursos online para acompanhamento do desempenho educacional de seus alunos e como a utilização de *dashboards* pode ajudar a resolver parte desse problema. Além disso, expõe, de forma resumida, a definição de visualização de dados, *learning analytics* e suas aplicações na análise educacional.

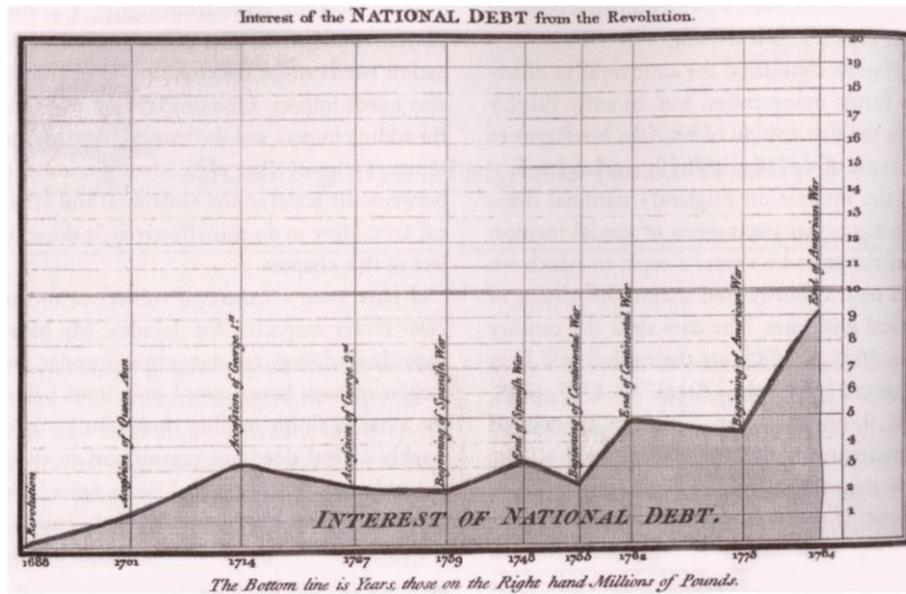
2.1 Visualização de dados

Informações visuais são especialmente úteis quando se está tentando encontrar relacionamento entre centenas ou milhares de variáveis para determinar sua importância relativa ou se eles são realmente importantes.

É comum pensar em gráficos estatísticos e visualização de dados como recentes desenvolvimentos em estatística moderna, porém, a representação gráfica de informações quantitativas tem raízes profundas que remontam às histórias do início da confecção de mapas e de representação visual e foram desenvolvidos junto com a evolução da cartografia, estatística e contabilidade, existindo registros de informações sendo representadas em forma de gráficos anteriores ao século X (Friendly, 2008).

Organizações geram e coletam dados a cada minuto, entretanto, identificar tendências utilizando apenas informações desconstruídas ou organizadas de forma tabular, como em livros contábeis ou folhas eletrônicas, se torna uma tarefa árdua, quando não impossível. Desta forma, independente da quantidade de dados à disposição, uma das melhores formas de discernir relacionamentos importantes é por meio de análises sofisticadas e a utilização de gráficos fáceis de consumir, permitindo consultas e exploração, possibilitando a utilização destas informações para decisões mais rápidas e eficazes (SAS, 2014).

Figura 2.1 – Gráfico de 1786 exibindo os juros da dívida nacional dos Estados Unidos da América ao longo dos anos.



Fonte: Few (2013)

De acordo com Keim (2002) a exploração visual de dados mira na integração do ser humano com o processo de exploração de dados, aplicando suas habilidades perpétuas com os enormes conjuntos de dados disponíveis nos sistemas computacionais atuais e que a ideia básica da exploração visual dos dados é apresentar os dados em alguma forma visual, habilitando humanos a compreender o significado destes dados, tirar conclusões e interagir diretamente com estes dados.

Conforme Chen, Härdle e Unwin (2008), representações gráficas de dados, podem ser classificadas em dois tipos, gráficos para apresentação e gráficos para exploração e eles se diferem em forma e prática.

Os gráficos de apresentação são geralmente estáticos e um único gráfico é desenhado para resumir as informações a serem apresentadas. Essas exibições devem ser de alta qualidade e incluir definições completas e explicações das variáveis mostradas e da forma do gráfico. Gráficos de apresentação são como provas de teoremas matemáticos; eles podem não dar nenhuma indicação de como um resultado foi alcançado, mas devem oferecer apoio convincente para sua conclusão. Gráficos exploratórios, por outro lado, são usados para procurar resultados. Muitos deles podem ser usados, e devem ser rápidos e informativos, em vez de lentos e precisos. Eles não são destinados à apresentação, de modo que legendas

são desnecessárias. Um gráfico de apresentação será desenhado para visualização por milhares de leitores, enquanto milhares de gráficos exploratórios podem ser desenhados para suportar as investigações de dados de um analista (Chen, Härdle e Unwin, 2008).

Michailidis (2008) nos mostra que os gráficos são entidades úteis, pois podem representar relacionamentos entre conjuntos de objetos. Eles são usados para modelar sistemas complexos (por exemplo, redes de computadores, layouts de sites, moléculas, etc.) e para visualizar relacionamentos (por exemplo, redes sociais, diagramas de relação de entidade em sistemas de base de dados, etc.). Em estatística e análise de dados, geralmente os encontramos como dendrogramas na análise de cluster, como árvores em classificação e regressão e como diagramas de caminho em modelos de equações estruturais e diagramas de inferência Bayesiana. Gráficos também são objetos matemáticos importantes e muita atenção tem sido dada às suas propriedades. Em muitos casos, a imagem certa é a chave para o entendimento. As várias formas de visualizar um gráfico fornecem percepções diferentes, e muitas vezes relacionamentos ocultos e padrões interessantes são revelados.

Existem diversas técnicas de visualização que podem ser utilizadas na visualização de dados. A seguir, temos algumas dessas técnicas (Heer, Bostock e Ogievetsky, 2010).

Gráficos

A maneira mais fácil de mostrar o desenvolvimento de um ou vários conjuntos de dados é um gráfico. Os gráficos variam de gráficos de barras e de linhas que mostram a relação entre os elementos ao longo do tempo e os gráficos circulares que demonstram os componentes ou proporções entre as partes de um todo.

Figura 2.2 – Exemplo de gráficos



Gráfico de Linhas



Gráfico Circular

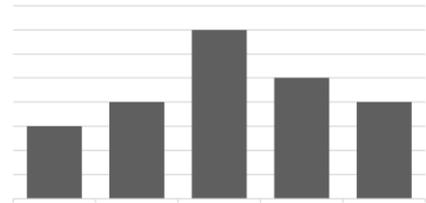


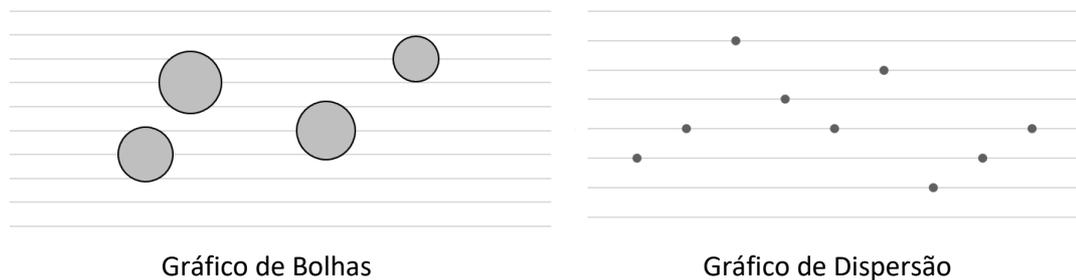
Gráfico de Barras

Fonte: O autor

Associação (Plot)

Estes tipos de visualização permitem distribuir dois ou mais conjuntos de dados em um espaço 2D ou até 3D para mostrar a relação entre esses conjuntos e os parâmetros no gráfico. Os esquemas também variam: os gráficos de dispersão e de bolhas são os mais tradicionais. Também podem ser utilizadas visualizações box, que permitem analisar a relação entre grandes volumes de dados diferentes.

Figura 2.3 – Exemplo de gráficos de associação



Fonte: O autor

Mapas

Mapas são amplamente utilizados em diferentes indústrias. Eles permitem posicionar elementos em objetos e áreas relevantes - mapas geográficos, planos de construção, layouts de sites, etc. Entre as visualizações de mapas mais populares estão mapas de calor, mapas de distribuição de pontos, cartogramas.

Figura 2.4 – Exemplo de mapas



Fonte: Userbility¹

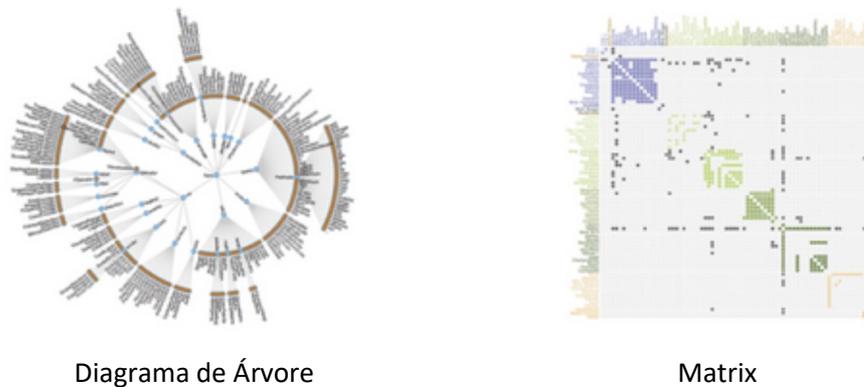
¹ <http://userbility.click/archive/the-glass-box>

Diagramas e matrizes

Os diagramas são geralmente usados para demonstrar relações e conexões de dados complexos e incluem vários tipos de dados em uma visualização. Eles podem ser hierárquicos, multidimensionais, semelhantes a árvores.

Matriz é uma técnica de visualização de dados significativa que permite refletir as correlações entre conjuntos de dados múltiplos, contínuos, atualizados (*streaming*).

Figura 2.5 – Exemplos de diagramas e matrizes



Fonte: Digiteum²

2.2 Dashboards

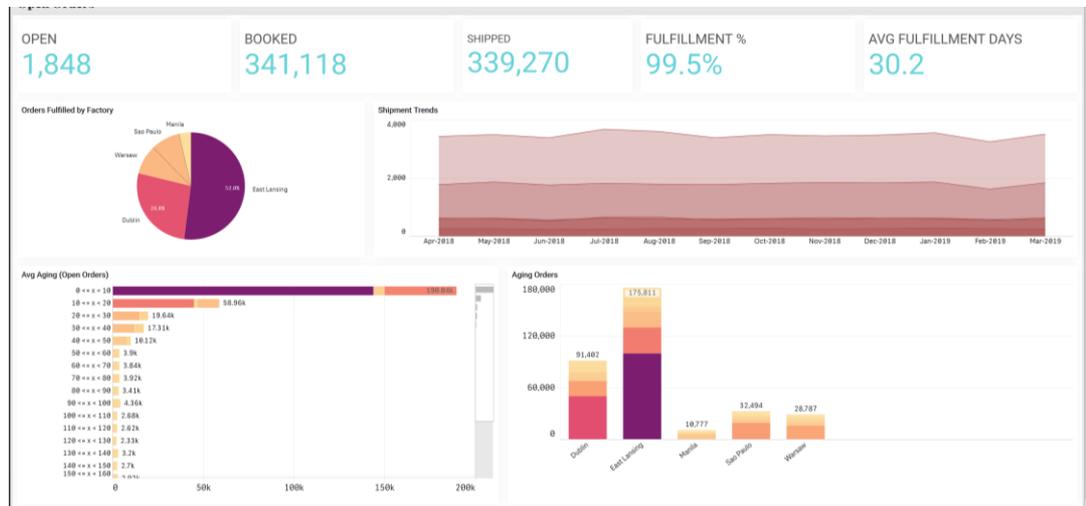
Nos últimos trinta anos, as organizações financeiras e de negócios confiaram nas tecnologias da informação para analisar os dados em uma busca por insights operacionais e estratégicos que podem fornecer uma vantagem competitiva (Pauwels *et al.*, 2009). À medida que essas tecnologias se tornam cada vez mais capazes de processar grandes quantidades de dados mais complexos e gerar resultados mais sofisticados, a gestão de desempenho tornou-se onipresente nas organizações comerciais e financeiras.

A gestão de desempenho é um termo geral usado para descrever a integração de planos estratégicos, metas e objetivos, relatórios financeiros, processos orçamentários e previsão de negócios em um sistema centralizado de relatórios que produz métricas de estado

² <https://www.digiteum.com/data-visualization-techniques-tools>

operacional e saúde da organização. *Dashboards* são apenas a abordagem mais recente no breve histórico da gestão de desempenho (Eckerson, 2010). Na Figura 2.6 é apresentado um exemplo de *dashboard*.

Figura 2.6 – Exemplo de *dashboard*



Fonte: Qlik³

Um *dashboard* é um sistema de gestão de desempenho que permite que os utilizadores acompanhem e respondam a atividades organizacionais ou institucionais com base em métricas ou indicadores baseados em metas (Pauwels *et al.*, 2009). A imagem de um *dashboard* automotivo (Figura 2.7) serve como referência visual mais comum, mas um *dashboard* é muito mais do que uma série de mostradores, medidores e botões (Eckerson, 2010).

Dashboard pode ser definido como um sistema de entrega de informações que distribui informações, insights e alertas aos utilizadores sob demanda. Poucos combinaram tanto a forma quanto a função, definindo *dashboards* como uma exibição visual das informações mais importantes necessárias para alcançar um ou mais objetivos; consolidada e organizada em um único ecrã para que as informações possam ser monitoradas de uma só vez (Few, 2013). Também foi observado que os dashboards devem ser intuitivos para os utilizadores finais e devem enfatizar a simplicidade visual em vez de cores e gráficos excessivos (Few, 2013; Mitchell e Ryder, 2013).

³ <https://www.qlik.com/us/solutions/industries/manufacturing>

Figura 2.7 – dashboard automotivo



Fonte: pxhere⁴

Eckerson (2010) demonstra que nas últimas décadas empresas e organizações financeiras têm se sustentado em tecnologias da informação para analisar dados em busca de visões operacionais e estratégicas que possam trazer vantagens competitivas. Como estas tecnologias evoluíram e passaram a ser capazes de processar grandes quantidades de dados mais complexos e gerar saídas mais sofisticadas, a gestão de desempenho começou a se tornar onipresente nas corporações.

Os *dashboards* surgiram para estender a gestão do desempenho de maneira funcional e visual. Aonde o indicador de desempenho permite aos líderes empresariais a visualização periódica de estado e progresso resumidas para finalidades específicas, o surgimento dos *dashboards* permitiram que toda a empresa pudesse visualizar estes dados em tempo real ou muito próximo do real e tirar deles as conclusões necessárias às suas atividades (Eckerson, 2010; Niven, 2006).

Few (2013) definiu um *dashboard* como uma apresentação visual das informações mais relevantes que são necessárias para obter um ou mais objetivos de modo consolidado e ordenado em um único ecrã para que as informações possam ser monitoradas de relance. Enquanto isso, Yigitbasioglu e Velcu-Laitinen (2012) defendem que *dashboards* são ferramentas desenvolvidas para prover uma rápida versão do desempenho da organização a gestores muito ocupados.

Ainda conforme Yigitbasioglu e Velcu-Laitinen (2012), recentemente, *dashboards* evoluíram do propósito principal de monitorar o desempenho corporativo para propósitos

⁴ <https://pxhere.com/en/photo/1181873>

analíticos mais avançados, incorporando novos recursos como análise de cenário, capacidades de detalhamento e flexibilidade de formato de apresentação. Pauwels et al. (2009) nos apresentam uma lista de propósitos de utilização de *dashboards*:

- Auxiliar executivos a aceder uma informação a qualquer momento
- Ajudar a gestão a definir tarefas e informações importantes
- Estabelecer metas e expectativas para indivíduos ou grupos específicos
- Ajudar os colaboradores a entenderem quais são os assuntos mais importantes
- Encorajar ações específicas no momento correto
- Destacar exceções e prover alertas em caso de problemas
- Comunicar progresso e sucesso
- Prover uma interface comum para interação e análise de dados importantes

Para construir um *dashboard* que possa servir para os usos apresentados na lista acima, Kerzner (2017) e Skorka (2017) demonstram que um *dashboard* pode ter quatro possíveis propósitos:

- **Monitoramento:** Um *dashboard* pode ajudar a monitorar o desempenho de métricas que se repetem diariamente e este pode ser considerado o principal propósito desta ferramenta
- **Consistência:** Um *dashboard* nos impõe consistência entre o alinhamento de medidas e procedimentos de medição através de departamentos e unidades de negócio.
- **Planeamento:** Um *dashboard* pode ser utilizado para planeamento se suas funcionalidades incluírem análise de cenários.
- **Comunicação:** Um *dashboard* comunica tanto o desempenho quanto os valores de uma organização para seus *stakeholders*.

Diversos autores definem três tipos de *dashboards*: operacional, tático e estratégico. Com algumas diferenças de nomenclatura, as definições apresentadas abaixo são seguidas por diversos pesquisadores (Eckerson, 2010; Few, 2013; Kerzner, 2017; Skorka, 2017; Yigitbasioglu e Velcu-Laitinen, 2012).

- **Dashboards operacionais** monitoram os principais processos operacionais e são usados sobretudo pelos funcionários e seus supervisores que lidam diretamente com os clientes ou gerem a criação ou a entrega de produtos e serviços organizacionais. Este tipo de *dashboard* fornece, principalmente, informações detalhadas que são apenas resumidas. Além disso, a maioria das métricas em um *dashboard* operacional é atualizada em uma base intradiária, variando de minutos a horas, dependendo da aplicação. Como resultado, os *dashboards* operacionais enfatizam mais o monitoramento do que a análise e a gestão.
- **Dashboards táticos** rastreiam processos departamentais e projetos que são de interesse para um segmento da organização ou um grupo limitado de pessoas. Gestores e analistas de negócios usam *dashboards* táticos para comparar o desempenho de suas áreas ou projetos, a planos de orçamento, previsões ou resultados do último período.
- **Dashboards estratégicos** monitoram a execução dos objetivos estratégicos e são frequentemente implementados usando uma abordagem do *Balanced Scorecard*, embora outras metodologias também sejam usadas. O objetivo de um *dashboard* estratégico é alinhar a organização em torno de objetivos estratégicos e fazer com que todos os grupos avancem na mesma direção.

Para fazer isso, as organizações distribuem indicadores de desempenho personalizados para todos os grupos da organização e, às vezes, para cada indivíduo também. Esses indicadores de desempenho “em cascata”, que geralmente são atualizados semanal ou mensalmente, oferecem aos executivos uma ferramenta poderosa para comunicar a estratégia, obter visibilidade das operações e identificar os principais impulsionadores do desempenho e do valor comercial. *Dashboards* estratégicos enfatizam mais a gestão do que o monitoramento e a análise.

Na Tabela 2.1 temos um comparativo entre os três tipos de *dashboards*.

Tabela 2.1 – Comparação entre os tipos de Dashboards

	Operacional	Tático	Estratégico
Propósito	Monitorar operações	Medir progresso	Estratégia executiva
Utilizadores	Supervisores, especialistas	Gestores, analistas	Executivos, gestores
Âmbito	Operacional	Departamental	Corporativo
Informação	Detalhada	Detalhada/resumida	Detalhada/resumida
Atualizações	Ao longo do dia	Diárias/semanais	Mensal, quadrimestral
Ênfase	Monitoramento	Análise	Gestão

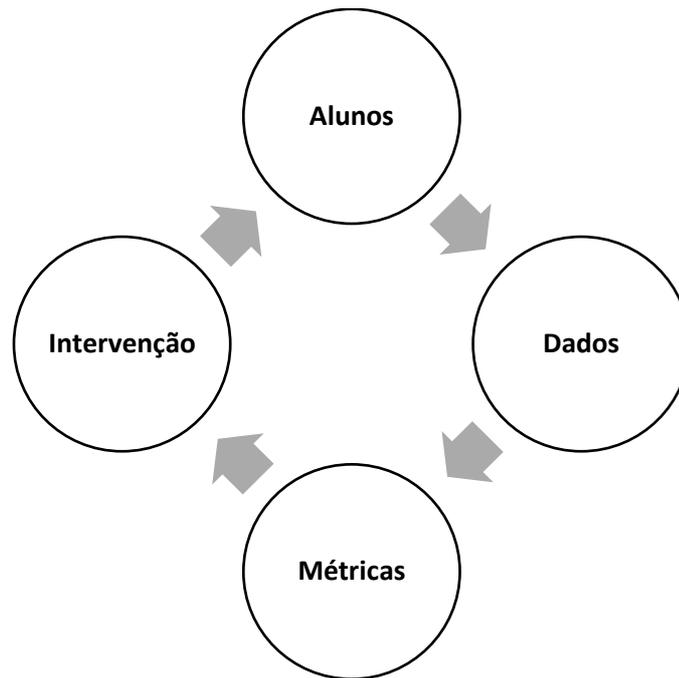
Fonte: O autor, com base em (Eckerson, 2010).

2.3 Learning Analytics

Learning analytics é uma área de investigação relativamente nova e em rápido crescimento nas pesquisas no campo da aprendizagem aprimorada por tecnologia e possui fortes raízes em várias áreas, como business analytics, análise da *web*, mineração de dados e sistemas de recomendação desenvolvidos em torno de dados educacionais. Ela está intimamente ligada a ascensão das tecnologias de *Big Data* e análise de dados. (Ferguson, 2012).

De acordo com Clow (2013), uma das principais preocupações dos trabalhos sobre *learning analytics* tem sido em conseguir retirar conhecimento a partir dos dados coletados para realizar intervenções com o intuito de melhorar o aprendizado. Clow (2013) ainda definiu um ciclo de análise e aprendizagem (Figura 2.8) fundamentado no trabalho de vários autores que possui uma ideia central baseada nas etapas de *data analytics* (são elas: capturar, relatar, prever, agir e refinar). O ciclo começa nos alunos em um ambiente educacional online, que geram os dados a serem analisados, que são capturados e criam informações relevantes para a definição das métricas educacionais e permitem a intervenção dos docentes de acordo com sua análise.

Figura 2.8 – Ciclo de learning analytics



Fonte: O autor, com base em Clow (2013)

Nos últimos anos pesquisadores começaram a aplicar métodos de mineração de dados para ajudar professores, autores e administradores, entre outros, a melhorar os sistemas educacionais utilizando recursos computacionais para tratar os dados presentes nos LMS (Romero *et al.*, 2010). O desenvolvimento de métodos para a mineração de dados educacionais tende a se concentrar mais nos desafios técnicos de que nas questões pedagógicas, entretanto, as pesquisas de *learning analytics* têm se preocupado em analisar o aprendizado (Ferguson, 2012).

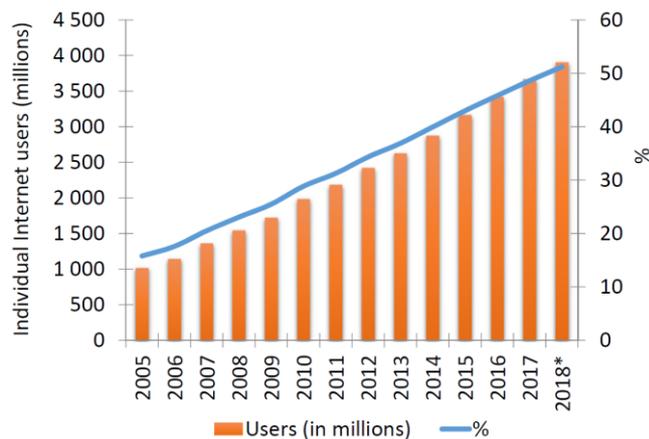
Assim, *learning analytics* pode ser utilizada para aprimorar o envolvimento e o desempenho dos alunos em cursos online. Desta forma, docentes podem coletar e analisar dados sobre os alunos e melhorar o design e o fornecimento de instruções para torná-los mais significativos aos estudantes e prever e identificar possíveis problemas de aprendizado (Martin e Ndoye, 2016).

2.4 Dashboard como ferramenta educacional

No último século a educação foi dominada pelo modelo baseado em sala de aula, onde os professores entregavam o conteúdo diretamente aos alunos e eram sua fonte de suporte

(Mottus *et al.*, 2015). Porém, com a popularização da Internet nas últimas décadas, conforme demonstrado no Figura 2.9, e em especial o crescimento da utilização de dispositivos móveis, tornando-os praticamente onipresentes (ITU, 2018), os artefactos educacionais passaram a estar a apenas alguns toques de distância, 24 horas por dia, provendo os estudantes de mais escolhas do que podem efetivamente consumir (Li, 2009).

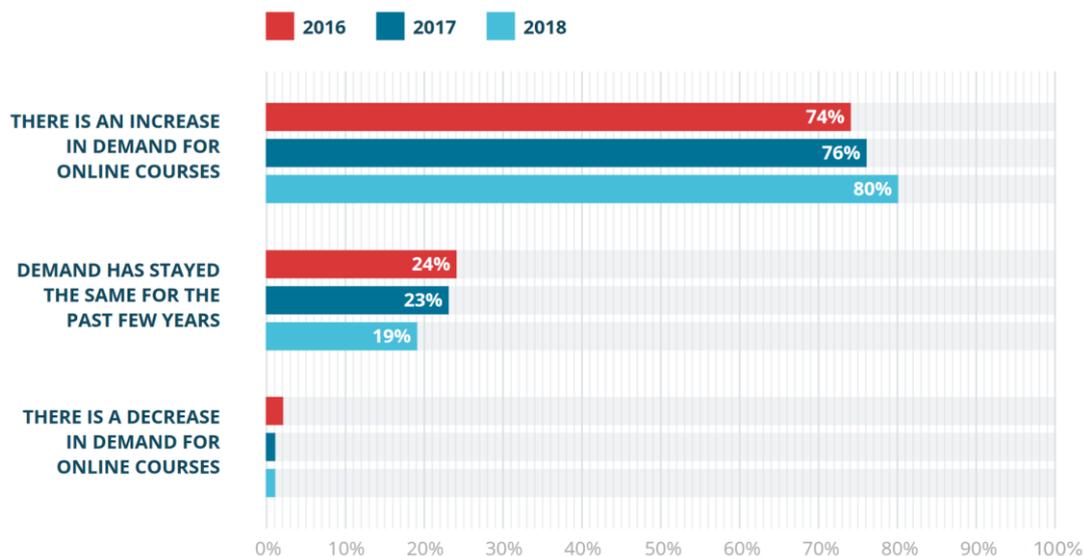
Figura 2.9 – Indivíduos utilizando a Internet



Fonte: ITU (2018, p. 13)

Além disso, a oferta de cursos universitários online tem crescido a um ritmo constante e as Universidades têm a percepção de que esta tendência irá continuar nos próximos anos (Venable, 2019), como pode ser verificado na Figura 2.10.

Figura 2.10 – Percepção de demanda por cursos online



Fonte: Venable (2019)

Esta situação, apesar de trazer a oportunidade da universalização da educação de qualidade, pois professores e alunos não mais necessitam de estar no mesmo espaço físico, também criou o problema onde o professor não possui mais a percepção de como os alunos estão aproveitando os conteúdos das disciplinas. Além disso, a proporção de alunos por professor pode ser consideravelmente maior do que em turmas tradicionais, dificultando ainda mais o acompanhamento dos alunos por parte dos professores (Mottus *et al.*, 2015). Mottus, Kinshuk, Graf e Chen (2015) nos esclarecem que uma das formas eficazes para minimizar este problema de distanciamento entre discentes e docentes pode ser através da utilização de coleta e análise dos dados já presentes nos sistemas de gestão de aprendizagem, como o Moodle, e a visualização dos resultados através de *dashboards*. Desta forma, professores poderiam ter uma visão mais completa e clara de como seus estudantes estão evoluindo em suas disciplinas e a capacidade de identificar, rapidamente, desvios ou alunos que porventura estejam com dificuldades para acompanhar o conteúdo apresentado.

O foco dos *dashboards* têm sido em prover clareza, reflexão e visão dos dados, porém, *dashboards* por si só não trazem ganhos educacionais ou conhecimentos automaticamente. Estes ganhos são provenientes de uma combinação de design efetivo, extração de requisitos e um claro entendimento dos objetivos dos utilizadores, que podem ser obtidos pelas disciplinas de exploração de dados e processos de análise (Chitsaz, Vigentini e Clayphan, 2016).

Historicamente, a visualização de dados têm sido um modo efetivo de exploração de grandes conjuntos de dados onde identificar padrões interessantes é mais produtivo do que explorar pontos individuais. Desde o início do ensino a distância até os atuais cursos *online* e MOOCs (*Massive Open Online Course*) o foco tem sido em medir informações quantitativas básicas em cima de um conjunto pequeno de métricas (Mwalumbwe e Mtebe, 2017; Stephens-Martinez, Hearst e Fox, 2014; You, 2016).

Porém, diversos autores (Santoso *et al.*, 2018; Stephens-Martinez, Hearst e Fox, 2014; You, 2016; Zinn e Scheuer, 2006) chegaram à conclusão de que apenas métricas quantitativas, como notas em avaliações, não são suficientes para identificar como os estudantes estão acompanhando e absorvendo o conteúdo das disciplinas. Informações qualitativas, como

participação em fóruns, acesso aos conteúdos disponíveis e pesquisas entre os estudantes, entre outros, proveem dados importantes que se bem analisados podem traçar o perfil da turma e ajudar a identificar os desvios.

As plataformas LMS acompanham todas as ações que cada usuário realiza, como postagens e leituras em fóruns, upload de material ou seu download, além de outros (You, 2016). Suas ferramentas padrões de relatórios, geralmente, oferecem informações e recursos de filtragem, mas os dados que eles proveem são considerados dados brutos e não fornecem informações significativas sobre o curso. Extrair esse tipo de dados úteis e transformar essas informações em conhecimento acionável é uma tarefa difícil (Luna, Castro e Romero, 2017). Esta informação é abundante, embora ainda seja muito subutilizada. A maioria dos gráficos é feita inteiramente à parte da plataforma LMS, que em geral oferece apenas dados tabulares. Muitas vezes, as plataformas LMS permitem que o professor exporte os dados e aplique técnicas de transformação fora do LMS e, em seguida, abra em uma ferramenta externa para realizar operações de mineração de dados mais complexas e analisar as informações (Campbell e Hartshorne, 2017).

O monitoramento do desempenho dos alunos é um componente significativo para ajudar a otimizar a maneira como as instruções são transmitidas e tornar o aprendizado um sucesso. Os professores (e seus alunos) só tirariam proveito da oferta crescente de cursos de *e-learning*, mas sem um método para perceber e corrigir possíveis problemas poderia aumentar os desistentes de cursos (Zinn e Scheuer, 2006).

No entanto, é possível observar o status de aprendizado de um aluno em um ambiente educacional on-line assíncrono, avaliando dados de comportamento coletados e armazenados em um sistema de gerenciamento de aprendizado (Macfadyen e Dawson, 2010). A apresentação de dados em um painel ajudaria a alavancar o monitoramento do professor. Um painel indicaria comportamentos sensíveis de cada aluno, levando a uma boa sintonia das ações do professor contra o abandono escolar.

Vários estudos foram realizados para determinar quais métricas fornecidas por um LMS devem ser utilizadas para avaliar o desempenho dos estudantes. Ali et al. (2012), Dietz-Uhler & Hurn (2013), Stephens-Martinez et al. (2014), You (2016), Mazza (2004), Zinn & Scheuer (2006), entre outros pesquisadores, mostraram que existem muitas métricas-

chave disponíveis para avaliação de estudantes em um ambiente de ensino a distância *online*. Alguns estudos afirmam que indicadores satisfatoriamente reconhecidos podem fornecer alertas precoces para educadores e estudantes antes que estes últimos falhem em uma disciplina (Macfadyen e Dawson, 2010).

Outros aplicaram inquéritos a professores para levantar quais métricas eles valorizam para monitorar o desempenho de seus alunos por meio da disciplina em um contexto de ensino a distância (Stephens-Martinez, Hearst e Fox, 2014) e descobriram que informações quantitativas, como notas, são inconclusivas para indicar o desempenho dos alunos. Portanto, precisamos coletar e entender informações qualitativas sobre os alunos no ambiente de aprendizagem.

Pesquisas anteriores também identificaram que o estudo regular é um dos mais fortes indicadores do sucesso do curso, seguido de submissões, sessões e prova de leitura das informações do curso (Conijn *et al.*, 2017; Stephens-Martinez, Hearst e Fox, 2014; You, 2016). Podemos definir essas métricas usando variáveis como frequência de login no LMS, o tempo gasto na plataforma LMS, acesso aos recursos disponíveis no LMS e interação com colegas e instrutores (Mödrischer, Andergassen e Neumann, 2013; Yu e Jo, 2014). As variáveis dependentes do tempo são essenciais para identificar o desempenho da aprendizagem dos alunos, bem como a análise dos dados da carteira de aprendizagem dos alunos como um progresso do estudo (Hu, Lo e Shih, 2014).

Dentro deste raciocínio, a abordagem de *dashboards* táticos, com informações consolidadas do comportamento do aluno, tanto em relação às atividades institucionais do curso, como avaliações e trabalhos, quanto ao seu acesso e participação nas ferramentas disponíveis no ambiente educacional, como fóruns, vídeos e outros recursos disponibilizados pelos professores, é indicada para este tipo de acompanhamento. Desta forma, deve ser possível que o aprendizado onipresente seja efetivamente apoiado, provendo os professores de informações valiosas para que possam identificar problemas de aprendizado enquanto os estudantes desfrutem de todas as vantagens de escolhas educacionais ricas e infinitamente diversas (Mottus *et al.*, 2015).

2.5 Ferramentas de visualização de dados

Nos capítulos anteriores foram realizados a definição do contexto da dissertação e uma revisão do estado da arte em visualização de dados e *dashboards*, além da proposta de um modelo de *dashboards* a ser adotado por cursos universitários. Porém, não foi citado nenhum software de criação de *dashboards*. Neste tópico serão apresentadas diversas ferramentas para a criação de *dashboards* dinâmicos

No mercado de visualização de dados temos dois tipos de ferramentas para *dashboards*. De um lado, temos as ferramentas de *business intelligence* (BI), que fazem a captura e análise de dados, além de permitirem a construção de *dashboard*. Do outro lado do espectro, temos as ferramentas que permitem a criação de *dashboards* para dados já tratados e são mais simples de utilizar do que as ferramentas de BI.

Com o intuito de limitar o tamanho desta secção, foi realizada a avaliação de apenas algumas ferramentas conhecidas no mercado. O critério para esta escolha foi a análise de resultado de buscadores como o Google, Bing e Duck Duck Go, que retornaram resultados similares quando utilizado o termo “ferramenta de visualização de dados”.

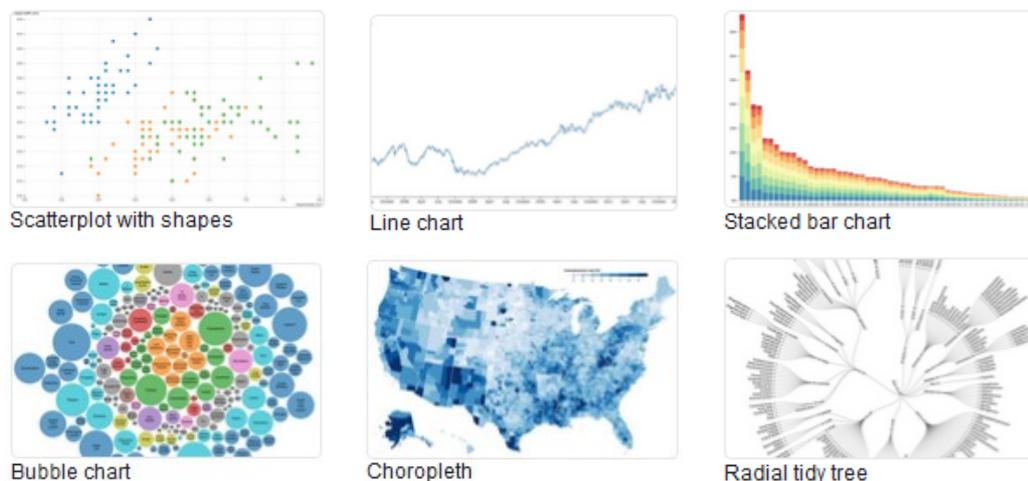
São elas (Em ordem de aparição): D3.js; Highcharts; Grafana; Knowage CE (Community Edition); Power BI e Tableau.

2.5.1 D3.js

O D3.js (Data-Driven Documents) é uma biblioteca de código aberto em Javascript para manipulação de documentos baseados em dados. Ele permite exibir um conjunto arbitrário de dados no Document Object Model (DOM), ou melhor, no corpo de um navegador web, baseado em padrões abertos da Internet como HTML (Hypertext Markup Language), SVG (Scalable Vector Graphics) e CSS (Cascading Style Sheets) (Bostok, 2018).

Ele permite que o desenvolvedor crie os mais diversos tipos de visualizações gráficas para os dados, dando liberdade criativa para os criadores de interfaces, sendo possível, inclusive, o desenvolvimento de gráficos dinâmicos, complexos e interativos (Bostok, 2018).

Figura 2.11 – Diversos tipos de visualizações permitidos pelo D3.js



Fonte: D3 Gallery⁵

Entretanto, esta liberdade traz a dificuldade de que para desenvolver *dashboards* fechados com o D3.js a equipe teria de desenvolver todo o sistema de autenticação, permissão e níveis de acesso, além de não possuir uma interface visual de criação.

2.5.2 Highcharts

Highcharts é uma biblioteca comercial de gráficos escrita em Javascript puro utilizada para adicionar gráficos interativos que podem ser mostrados em sítios e aplicativos da web. Ele possui suporte a diversos tipos de gráficos e é totalmente compatível com quase todos os dispositivos, incluindo iOS e Android, de telefones celulares e tablets.

Com uma API completa, os desenvolvedores poderão adicionar, remover e modificar pontos e eixos nos gráficos após sua criação, juntamente com jQuery, MooTools ou a API Ajax da Prototype. Os utilizadores poderão obter soluções como gráficos com atualização de valores ao vivo, com dados de diferentes fontes.

O gerenciamento de gráficos através do Highcharts permite a uma entrada de dados totalmente personalizável para garantir informações precisas e permitir atualizações necessárias para mantê-lo de forma eficaz. Os gráficos são interativos, com a exibição de texto (*tooltip*) com as informações em cada ponto e série, permite a atribuição o eixo y

⁵ <https://github.com/d3/d3/wiki/Gallery>

para cada conjunto de dados e também permite a exportação do gráfico para PNG, JPG, PDF ou SVG com apenas um clique.

O Highcharts é gratuito para utilizações não comerciais, incluindo projetos pessoais, sítios *web* de escolas e organizações classificadas como de caridade e sem fins lucrativos.

Figura 2.12 – Exemplo de *Dashboard* com o Highcharts



Fonte: Highcharts⁶

2.5.3 Grafana

Grafana é uma ferramenta de *dashboards* de código aberto, desenvolvida em Go e Node.js, com um grande número de utilizadores e desenvolvedores e é comumente usado para monitorar dados em tempo real sobre a integridade de servidores e vários processos em execução. Como a maioria das ferramentas de *dashboards* pode ser utilizado para exibição de qualquer tipo de dado.

Ele suporta uma grande variedade de fontes de dados diferentes e inclui muitos recursos avançados não encontrados em outras ferramentas, incluindo gerenciamento de usuários e funções, instantâneos, anotações de dados e muito mais (Grafana Labs, 2018).

⁶ <https://www.highcharts.com/blog/use-cases/fitbit-2>

O Grafana é utilizado por diversas empresas e, por este motivo, possui uma comunidade de desenvolvedores grande e ativa diversos plugins para visualização de dados e está em constante evolução.

Entre suas principais características está a possibilidade de geração de gráficos dinâmicos baseados em modelos e o perfil do utilizador (através de implementação de proxy reverso).

Figura 2.13 – Exemplo de *dashboard* com o Grafana



Fonte: Grafana⁷

Porém, como o Grafana é apenas uma ferramenta de criação de *dashboards*, ele não executa nenhuma análise e preparação dos dados a serem exibidos, fazendo com que a equipe de desenvolvimento disponibilize softwares e scripts de coleta e tratamento dos dados.

2.5.4 Knowage CE

Knowage CE é uma suite de Business Intelligence (BI) de código aberto que oferece uma ampla gama de funções analíticas, uma camada semântica funcional e um conjunto de recursos avançados de visualização de dados, incluindo análises geoespaciais.

Ele possui vários módulos da suite SpagoBI que oferecem funcionalidades diversas, como análises OLAP (Online Analytical Processing), automação de coleta e navegação por diversos KPI (Key Performance Indicator) e autenticação integrada.

⁷ <https://grafana.com>

A suite Knowage é uma evolução da SpagoBI e passou a oferecer duas versões, a Knowage CE, com todas as funcionalidades já existentes na SpagoBI, e uma versão Enterprise, com versões mais avançadas das funcionalidades da versão Community.

Figura 2.14 – Exemplo de *dashboard* com o Knowage



Fonte: Knowage⁸

Como todas as ferramentas de BI, ele não se limita apenas à criação de *dashboards*. Possui também diversas funções analíticas, coletas de dados de diversas fontes e geração de relatórios.

2.5.5 Power BI

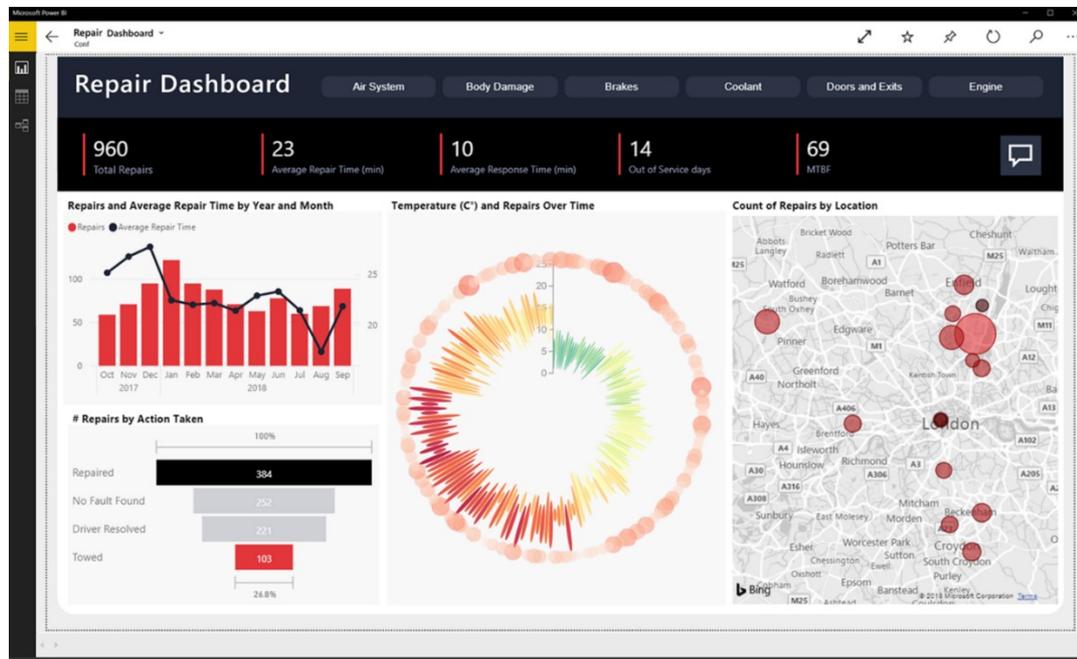
O Microsoft Power BI é uma ferramenta de *Business Intelligence* criada para atender necessidades analíticas das empresas que utilizam o Microsoft Office. Tinha como missão inicial estender a capacidade de criação de *dashboards* do Microsoft Excel, porém ao longo do tempo teve suas funcionalidades expandidas e, atualmente, é uma poderosa ferramenta de visualização de dados.

O Power BI provê uma ferramenta baseada na web com um conjunto vasto de funcionalidades e um número limitado de conexões de dados, porém, ele possui uma

⁸ <https://www.knowage-suite.com>

versão desktop que expande estas funcionalidades a um número muito maior e inclui a capacidade de limpeza e normalização de dados.

Figura 2.15 – Exemplo de *dashboard* com o Power BI



Fonte: Power BI⁹

Ele possui uma interface comum a todos os demais produtos da Microsoft, tornando a ferramenta fácil de ser assimilada por utilizadores que já utilizam estes produtos. Além disso possui conectividade nativa com o ecossistema de escritório da empresa, como o pacote Office e o Sharepoint e também com o serviço de nuvem Azure e base de dados SQL Server.

Entretanto, ele não se limita aos produtos de seu desenvolvedor, possuindo conectores para diversas outras fontes de dados e plataformas de computação em nuvem.

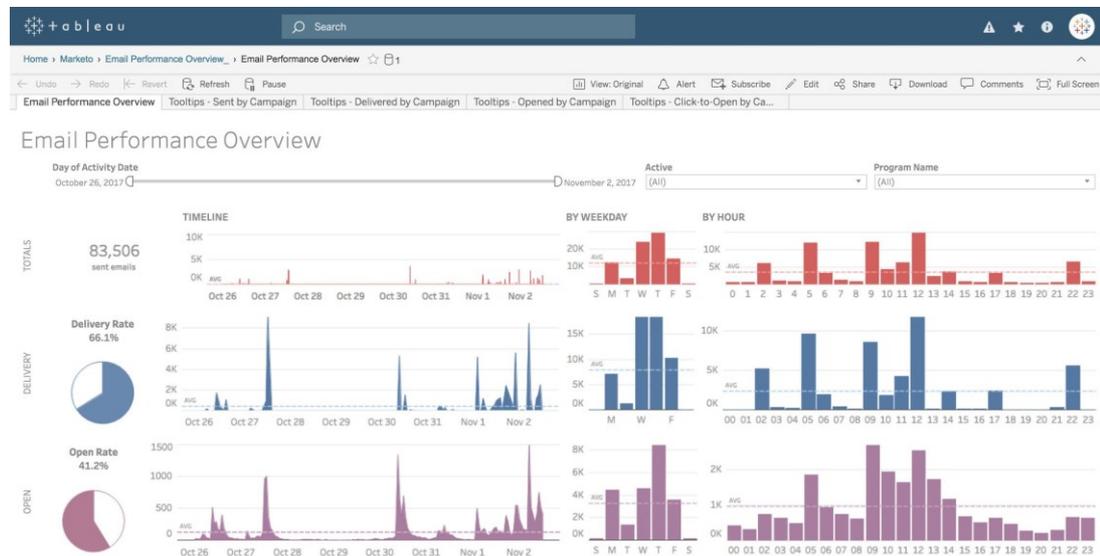
2.5.6 Tableau

O Tableau é mais um dos grandes players do mercado, com uma solução integrada de business intelligence e análise que ajuda a analisar os principais dados de negócios e gerar conclusões precisas e significativas. A solução ajuda as empresas a coletar dados de vários

⁹ <https://powerbi.microsoft.com>

pontos de origem, como bancos de dados SQL, planilhas e aplicativos na nuvem, para criar um conjunto de dados coletivo.

Figura 2.16 – Exemplo de *dashboard* com Tableau



Fonte: Tableau¹⁰

O Tableau destina-se a fácil criação e distribuição de *dashboards* interativos que fornecem uma representação perspicaz de dados dinâmicos, tendências de mudança e distribuições de densidade de dados através de um meio conveniente de recursos visuais simples, porém eficazes.

A análise visual ao vivo e o painel interativo do Tableau permitem fatiar e cortar conjuntos de dados para gerar conclusões relevantes e explorar novas oportunidades. Os usuários podem criar mapas interativos e analisar dados em regiões, territórios, informações demográficas e muito mais.

Um dos principais diferenciais do Tableau é que ele possui a capacidade de colaboração em tempo real, permitindo que várias pessoas interajam ao mesmo tempo para a criação de *dashboards* e também uma avançada capacidade de cruzamento de dados.

¹⁰ <https://www.tableau.com>

2.5.7 Comparação

A seguir, temos uma tabela comparativa entre as ferramentas estudadas:

Tabela 2.2 – Comparação entre as ferramentas de visualização de dados

Ferramenta	Licença	Uso geral
D3.js	• Open Source	Framework para construção de visualização embarcada em softwares e sítios web
Highcharts	• Proprietária • Gratuita para uso não comercial	Framework para construção de visualização embarcada em softwares e sítios web
Grafana	• Open Source Versão Enterprise	Monitoramento de ambiente computacional
Knowage CE	• Open Source • Versão Enterprise	Ferramenta completa de análise e visualização de dados
Power BI	• Proprietária • Gratuita para uso pessoal	Ferramenta completa de análise e visualização de dados
Tableau	• Proprietária	Ferramenta completa de análise e visualização de dados

Fonte: O autor

2.6 Conclusão

Nesta secção temos uma análise resumida dos aspetos principais do levantamento do estado da arte da literatura relacionada.

Foi possível verificar que uma das melhores formas para se analisar dados é através de sua visualização gráfica pois as pessoas processam informação mais facilmente num formato visual. E, para exibir e correlacionar informações de diferentes tipos em foram desenvolvidos dashboards, que exibem, em um ecrã único, diferentes visualizações gráficas para que possamos, desta forma, identificar desvios e tendências de maneira rápida e eficiente.

Este capítulo expôs também a definição de *learning analytics* que será extensamente utilizada para a definição e coleta dos dados para comporem as métricas a serem apresentadas no modelo a ser proposto.

Também foi apresentado um resumo das dificuldades que um professor de um curso ministrado em regime de ensino a distância tem em acompanhar e perceber o

desenvolvimento de seus estudantes pois não há a interação presencial entre as partes e como a utilização de dashboards podem auxiliar a minimizar estas dificuldades.

Ao final foi realizado o levantamento de algumas das principais ferramentas de visualização de dados disponíveis no mercado.

3 PROPOSTA DO MODELO VISUAL

Neste capítulo será desenvolvido o modelo visual para acompanhamento do desempenho de estudantes em uma determinada disciplina no contexto de um curso universitário em regime de ensino a distância baseada na Internet, principal entrega desta pesquisa acadêmica.

Aqui será apresentado o processo de desenvolvimento de um *dashboard*, passando por todas as etapas, da definição das métricas e principais interessados até a modelação de um protótipo a ser avaliado por professores universitários.

3.1 Processo de desenvolvimento de Dashboards

O projeto de um *dashboard* é diferente de outros sistemas de visualização pois tradicionalmente segue algumas boas práticas específicas para este tipo de ferramenta (Few, 2013). Entre elas estão (Tokola *et al.*, 2016):

- Um *dashboard* deve ser desenvolvido de forma que seja possível sua visualização em um ecrã único, e, portanto, não deveria ter barras de rolagem ou múltiplas janelas.
- Também deve ser uma exibição estática para que não tenha nenhuma funcionalidade que distraia a análise do utilizador.
- A posição da informação no ecrã é essencial. O canto superior esquerdo e o centro devem conter as informações mais importantes, pois grande parte dos utilizadores leem da esquerda para a direita e de cima para baixo e isto influencia a análise de gráficos.

Yigitbasioglu e Velcu-Laitinen (2012) realizaram uma extensa revisão do projeto de um *dashboard*, onde foi discutida a maneira como as informações aparecem e chegaram a algumas conclusões interessantes, como as seguintes:

- As previsões ao longo do tempo, como as de vendas, são melhores na forma gráfica.
- Os gráficos também reduzem a sobrecarga de informação quando comparados com a informação tabular.

Eckerson (2010) descreve como perfis de utilizadores diferentes devem ter *dashboards* diferentes, porque eles precisam de funcionalidades distintas. Professores querem

monitorar o desempenho de uma disciplina, enquanto diretores e coordenadores têm interesse em acompanhar o quadro geral de um curso como um todo.

Outro ponto a se levar em consideração é que os *dashboards* possuem duas abordagens básicas para o seu desenvolvimento (Skorka, 2017):

- Abordagem exploratória: onde o principal objetivo desta abordagem é fornecer respostas a perguntas novas ou abrangentes ou assuntos que ainda não foram explorados.
- Abordagem operacional: onde, ao contrário da abordagem exploratória, concentra-se em tarefas como avaliação de desempenho, compreensão de desvio e introdução de medidas apropriadas.

Deste modo, como o modelo de *dashboard* a ser proposto neste trabalho acadêmico terá a finalidade de controlar o desempenho de alunos em uma determinada disciplina, será utilizada a abordagem operacional, por se enquadrar melhor na finalidade sugerida.

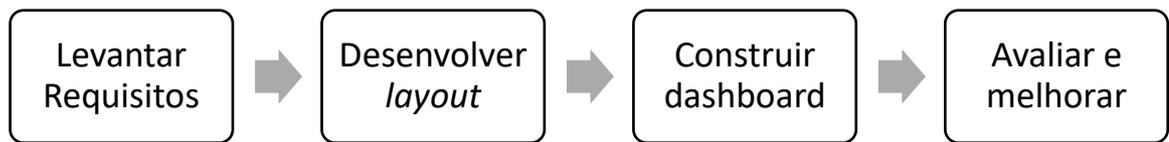
Além da abordagem a ser utilizada, os processos de desenvolvimento de *dashboards* devem ser levados em consideração. Eles irão nortear todo o trabalho de desenvolvimento do modelo visual a ser proposto pois descrevem as etapas a serem seguidas no processo de desenvolvimento de uma visualização (McCurdy, Dykes e Meyer, 2016). Em sua pesquisa, McKenna et al. (2014) citam dois dos principais processos utilizados: Processo de Design de Engenharia e Processo de Design Criativo.

Um processo de design de engenharia começa com a definição de um problema e o processo geral é, em grande parte, sequencial e convergente para uma única solução. Por outro lado, um processo de design criativo começa com um escopo mais gradual do projeto e o processo tem muitas atividades sobrepostas, onde muitas possibilidades diferentes são exploradas antes de escolher uma única solução. Para este trabalho será utilizado o processo de design de engenharia por se adequar melhor ao prazo para a finalização desta pesquisa acadêmica.

O processo (Ver Figura 3.1) inicia com a definição dos *stakeholders* e quais são os problemas que o dashboard pretende atacar. A seguir, será realizada uma avaliação de requisitos do dashboard. Então será desenvolvido um *layout* do dashboard para validação

do modelo proposto. Após obter *feedback* dos *stakeholders* de que o layout atende aos objetivos do projeto, será necessário encontrar e coletar os dados atuais e construir o *dashboard* para avaliação mais ampla e verificação do resultado (McKenna *et al.*, 2014).

Figura 3.1 – Fases do processo de construção de um dashboard. Adaptado de McKenna *et al.* (2014).



Fonte: Adaptado de McKenna *et al.* (2014)

A fase de levantamento de requisitos é o primeiro e, provavelmente, o passo mais importante no desenvolvimento de um *dashboard*. Ter clareza sobre quem irá utilizar o *dashboard* e quais métricas são importantes para eles é essencial para criar um *dashboard* que será usado (Roberts, Headleand e Ritsos, 2016).

Skorka (2017) destaca que a definição dos *stakeholders* e o entendimento de seus hábitos, como coletam as informações e como estão acostumados a consumi-las e exibi-las é fundamental para a criação de um *dashboard* que irá atender às suas necessidades e permitirá que dele tirem mais valor para suas tomadas de decisão.

Outro fator crucial para o desenvolvimento de um *dashboard* é a definição das métricas que são consideradas indicadores chaves de desempenho, pois eles são uma abordagem flexível e acessível para a realização de medições de desempenho nas organizações (Vilarinho, Lopes e Sousa, 2018). Os KPIs (Key Performance Indicator) representam um conjunto de medidas com foco nos aspectos de desempenho organizacional mais críticos para o sucesso da organização. Os KPIs são medições quantificáveis, que refletem os fatores essenciais para o sucesso em diferentes níveis, como nível organizacional, nível de unidade e nível de posição (Wang, 2018).

Após a definição dos pré-requisitos para a construção do *dashboard*, é necessário organizá-los de forma que possam ser mais bem compreendidos. Deste modo, o principal objetivo dessa fase é a conversão dos requisitos em soluções técnicas, apresentados por meio de um *layout* de *dashboard* e as ferramentas de suporte associadas, particularmente a fonte

de dados que alimenta os dados utilizados para os KPIs definidos para o *dashboard* (McKenna *et al.*, 2014).

É crucial que os recursos do *dashboard* (visual e funcional) e o conteúdo se ajustem ao propósito do mesmo, bem como considerem as características do usuário. Os recursos do *dashboard* precisam ser definidos para suportar com sucesso a interpretação visual e a decodificação de informações. Além disso, o conteúdo do *dashboard* deve ser definido para promover o suporte à decisão no gerenciamento de desempenho e apoiar as atividades no processo de melhoria contínua, de forma eficaz (Vilarinho, Lopes e Sousa, 2018).

Depois do desenvolvimento do *layout*, o próximo passo é a construção do *dashboard*. Nesta fase são realizadas a construção da coleta e transformação dos dados necessários para a construção dos KPIs, seu armazenamento e o desenvolvimento do protótipo do *dashboard* a ser avaliado pelos utilizadores (Guitart e Conesa, 2015). A seguir será realizada a avaliação do protótipo por potenciais utilizadores do *dashboard*, isto é, com professores envolvidos em ensino superior em regime de ensino a distância online.

3.2 Levantamento dos requisitos

3.2.1 Motivação

No levantamento de requisitos, é esperado que se defina claramente quem serão os *stakeholders* que irão utilizar o *dashboard* a ser construído e determinar quais indicadores são considerados chaves para a visualização atingir o seu propósito (McKenna *et al.*, 2014).

Como levantado no capítulo 1, o problema a ser atacado com o modelo visual a ser proposto neste trabalho será a visualização clara do desempenho dos estudantes de uma determinada disciplina de um curso superior em regime de ensino a distância e a identificação daqueles estudantes que porventura possam estar enfrentando dificuldades para acompanhar a cadeira. Assim, pode-se perceber que os principais *stakeholders* para este *dashboard* são educadores envolvidos diretamente em cursos superiores ministrados em regime de ensino a distância *on-line*.

O sucesso ou o fracasso de um *dashboard* está intimamente ligado à visualização de dados. Visualizações de sucesso são as construídas com foco nos utilizadores e suas necessidades

e não apenas em exibir dados em um conjunto de gráficos. Isso porque adaptar o seu *dashboard* às necessidades do utilizador transforma ideias em ação e visualização de dados em ferramentas de suporte e análise (Skorka, 2017). Para garantir o sucesso de um *dashboard* é necessário fazer o levantamento das principais informações que o público alvo considera relevante (Rasmussen, Chen e Bansal, 2009).

3.2.2 Justificativa

Nas últimas décadas, alguns inquéritos foram realizados para coletar informações sobre a visualização de dados dos estudantes com a finalidade de serem usadas para acompanhar sua evolução em uma determinada disciplina (Mazza, 2004; Stephens-Martinez, Hearst e Fox, 2014; Zinn e Scheuer, 2006). Para complementar esses estudos, ficou decidido realizar um novo inquérito, por meio de um sistema baseado na Internet, para levantar as métricas valorizadas por educadores para acompanhar o desempenho de seus alunos em determinada disciplina.

Esse inquérito foi criado para avaliar e entender o uso de *dashboards* pelos participantes e o que eles valorizariam para monitorar os estudantes. Dessa forma, foi utilizada uma combinação de perguntas quantitativas e qualitativas para obter as informações desejadas.

Como participantes, convidamos professores que estão diretamente envolvidos em cursos de ensino a distância, ministrados em universidades que enfocam o ensino no modelo acadêmico tradicional, dando sua opinião sobre os seguintes assuntos:

- O uso de *dashboards* para acompanhar suas aulas;
- a eficácia dos *dashboards*, se houver;
- qual tipo de gráficos para visualização de dados eles mais utilizam;
- quais métricas eles gostariam de ver em um *dashboard* educacional para monitorar o desempenho dos alunos em uma determinada disciplina.

3.2.3 Metodologia para o inquérito

A metodologia foi orientada para pesquisa baseada em inquéritos (Berndtsson *et al.*, 2007). Essa metodologia significa que usamos inquérito e técnicas estatísticas para analisar as

respostas dos participantes. Escolhemos tal metodologia para explorar a percepção dos utilizadores finais, envolvidos no ensino a distância, sobre a avaliação dos estudantes em ambiente de EAD (Educação a Distância). A vantagem dessa forma de pesquisa é que, com meios relativamente limitados, podemos alcançar muitos entrevistados e, assim, cobrir rapidamente muitos informantes.

O objetivo era reunir, tanto quanto possível, a contribuição de professores de ensino superior em regime de ensino a distância. Nossa amostra incluiu instituições de alto nível de sete países diferentes, num total de 140 participantes e três tipos diferentes de LMS. Os participantes estavam concentrados na faixa de idade entre 40 e 60 anos.

As perguntas foram direcionadas, além de algumas informações gerais sobre o utilizador final, para descobrir as metas da unidade de aprendizado e como a plataforma LMS deu suporte em termos de avaliação e monitoramento do desempenho dos estudantes, incluindo, especialmente, visualizações de dados em forma de gráficos.

3.2.4 Processo para o Inquérito

Para construir o inquérito, foi utilizada a plataforma LimeSurvey na versão *Community Edition*, instalada em um serviço virtual de hospedagem privada. Ele foi projetado para examinar o tema desta pesquisa e fornecer mais dados para o nosso estudo. O questionário permaneceu disponível durante dois meses completos: novembro de 2018 e janeiro de 2019.

Foi nomeada uma lista com 1310 possíveis candidatos, obtidos através dos registros públicos de funcionários das universidades listadas na Tabela 3.1, e lhes foi enviado e-mail convidando-os a participar do inquérito. Todos eram professores, tutores ou instrutores envolvidos diretamente em cursos de ensino superior em regime de ensino a distância *on-line*. Além disso, a pesquisa foi realizada com ética e coerência para garantir que nenhum dado pessoal sigiloso fosse coletado, garantindo o anonimato dos participantes.

Tabela 3.1 – Universidades representadas no inquérito

Universidade	País	Participantes
The Open University (Open UK)	Reino Unido	58
Universidade Aberta (UAb)	Portugal	26
Athabasca University	Canada	19
Unisul Virtual	Brasil	16
The Open University of Israel (Open Israel)	Israel	7
Fundação Getúlio Vargas (FGV)	Brasil	5
The Open University of Hong Kong (Open HK)	China (Hong Kong)	5
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)	Portugal	3
The Indira Gandhi National Open University (IGNOU)	India	1

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

O questionário foi dividido em cinco grupos de perguntas, conforme indicado abaixo:

1. Perfil, onde os participantes responderam perguntas de perfil (universidade, sexo, idade e outros).
2. Visualização de dados, onde diferentes tipos de gráficos foram apresentados aos participantes para identificar quais deles, eles estão mais acostumados a aplicar.
3. Detalhes da plataforma, onde o participante pôde indicar se a universidade fornece um *dashboard* para o acompanhamento dos alunos e, se afirmativo, detalhes sobre o mesmo.
4. Metas de monitoramento do curso, onde vários itens foram apresentados aos participantes para indicar quais seriam os mais importantes em um *dashboard* educacional.
5. Pensamentos adicionais, com um campo aberto para as observações dos participantes.

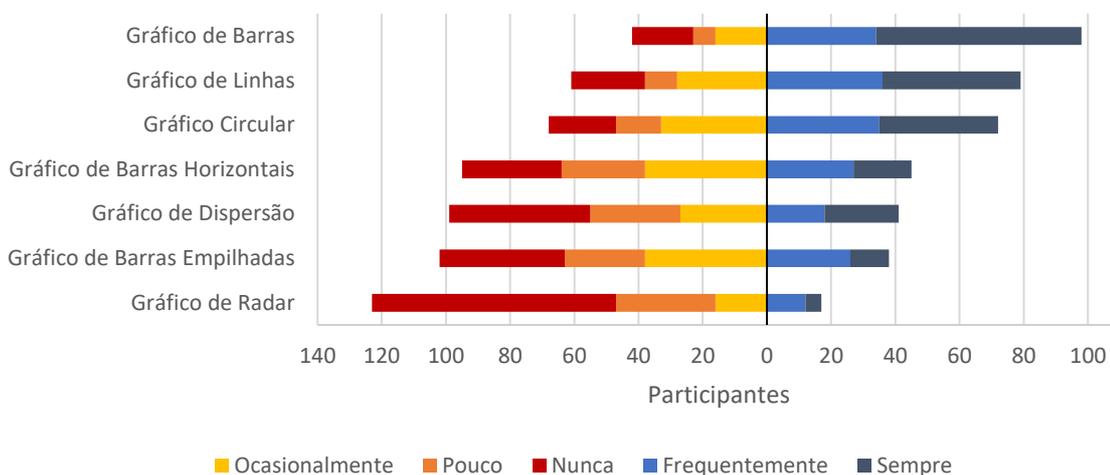
Dos 1310 professores convidados a participar da pesquisa, 189 (14%) acederam ao site e mais do que apenas a primeira página. Destes, 140 (11%) completaram a pesquisa (quantidade por universidade indicada na Tabela 3.1). Em média, os participantes demoraram menos de 10 minutos para responder a todas as perguntas. Os resultados apresentados a partir deste ponto cobrem apenas os participantes que completaram o

inquérito e serão cobertos os grupos de 3 a 5. Os grupos 1 e 2, referentes às informações de qualificação dos participantes, serão tratados no Anexo III deste documento.

3.2.5 Visualização de dados

Na secção de visualização de dados foram levantados quais tipos de gráficos os participantes estão habituados a usar. Com base nas respostas, os gráficos mais utilizados são o Gráfico de Barras, com 98 respostas alegando o uso frequente e generalizado deste tipo de gráfico, seguido pelo Gráfico de Linhas com 79 e o Gráfico de Circular com 72 (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Gráficos utilizados pelos participantes



Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

3.2.6 Ferramentas usadas

Os participantes também foram questionados sobre quais ferramentas eles mais usavam em suas disciplinas no contexto do ensino a distância. A maioria dos materiais utilizados são fóruns de discussão, material educativo e *e-mail*, todos com mais de 80% de escolha (Tabela 3.2), podemos destacar conferências via *web* com mais de 70% da escolha. Vários participantes também citaram outras ferramentas que não foram listadas, como biblioteca de mídias digitais, experimentos remotos, wikis e blogs.

Tabela 3.2 – Ferramentas utilizadas pelos participantes

Ferramenta	Qtd	Pct
Fórum de discussão	139	99%
Materiais de conteúdo	134	96%
E-mail	113	81%
Conferência de áudio/vídeo baseado na Web	105	75%
Calendário	88	63%
Chat (comunicação síncrona)	77	55%
Glossário	66	47%
Quadro-branco compartilhado	51	36%
Apresentação dos estudantes	51	36%
Páginas pessoais dos estudantes	33	24%
Outras ferramentas	31	22%

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

Com relação às avaliações dos alunos, a maioria usa atividades e aplicações de testes para avaliar os alunos, porém, também é possível destacar a análise de postagens nos fóruns, conforme evidenciado na Tabela 3.3. Essas informações também são relevantes para a definição das possíveis métricas que poderiam ser exibidas em um *dashboard* educacional. Além dos métodos listados no questionário, os participantes citaram os exames presenciais, portfólios e exames de questões abertas.

Tabela 3.3 – Técnicas de avaliação

Técnicas	Qtd	Pct
Atribuições (avaliadas pelo professor)	128	91%
Teste (múltipla escolha, etc)	112	80%
Análise de discussões em fóruns	99	71%
Trabalho em equipa	79	56%
Estatísticas de uso (páginas visitadas, envio das atividades, etc.)	59	42%
Outros métodos de avaliação	23	16%
Análise de arquivos de log	18	13%

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

Os participantes também foram questionados (considerando que o ambiente de aprendizagem poderia dar a eles informações sobre seus alunos) como eles usariam isso em seus cursos (veja a Tabela 3.4). A maioria deles respondeu que o usaria para identificar e remediar equívocos comuns (77,14%), para adaptar o ensino ao indivíduo ou grupo de alunos (75,71%) e para responder a indivíduos específicos de forma adequada (62,86%). Apenas um terço dos participantes usaria para configurar grupos de aprendizagem ou tutoria de pares.

Tabela 3.4 – Possível utilização das informações sobre os estudantes

Utilização	Qtd	Pct
Identificar e remediar equívocos comuns	108	77%
Adaptar o ensino ao indivíduo ou grupo de alunos	106	76%
Para responder a indivíduos específicos de maneira apropriada	88	63%
Para criar grupos ideais de aprendizagem ou tutoria de pares	43	31%
Outro	11	8%

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

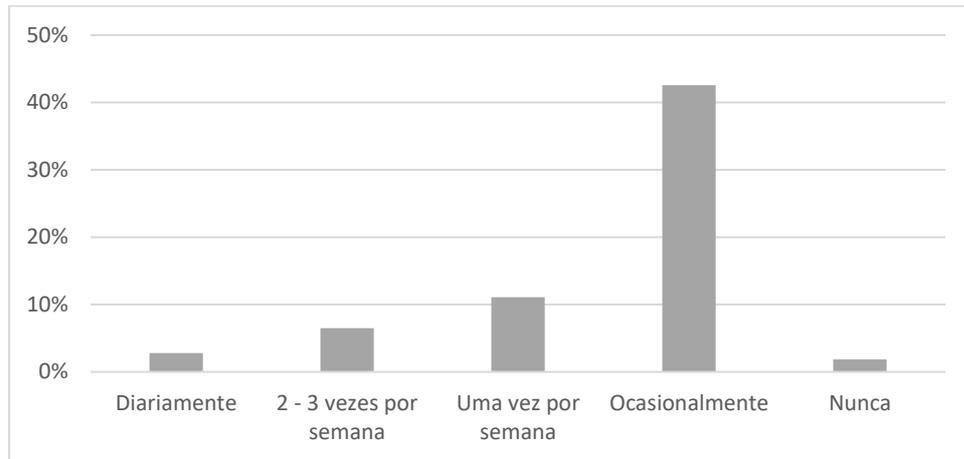
Alguns dos participantes forneceram outros usos para possíveis informações sobre os alunos, como monitorar possíveis desistências, monitorar o desempenho da turma, identificar os alunos que estão tendo problemas com a programação ou tarefas do curso e estimular a participação dos alunos no curso, entre outros.

3.2.7 Dashboards

No inquérito também foi questionado se o ambiente de aprendizagem utilizado pelos participantes fornece um *dashboard* para monitorar o comportamento do aluno. Metade dos participantes respondeu que sua plataforma fornece *dashboards* para acompanhar suas classes. Aos que responderam sim a essa pergunta foi solicitado a responderem outras questões sobre a frequência do uso desse painel e sua eficácia.

Com relação à frequência do uso do *dashboard* (ver Figura 3.3), uma parcela significativa dos participantes respondeu que acedem de vez em quando (43%), e 35% decidiram não responder à pergunta.

Figura 3.3 – Frequência de utilização do dashboard



Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

Havia também uma questão sobre a eficácia do *dashboard* fornecido pelo ambiente educacional que os professores utilizavam. Conforme demonstrado na Tabela 3.5, dos entrevistados, muitos deles afirmaram que o *dashboard* é muito eficaz ou eficaz para monitorar a participação do aluno na disciplina (65,71%) e monitorar o desempenho geral da classe (60%); quase metade deles achou que o *dashboard* é útil para verificar o sucesso dos alunos. No entanto, a maioria (64%) declarou que o painel existente não é eficaz para identificar os alunos que estão tendo problemas na disciplina.

Tabela 3.5 – Efetividade do dashboard existente

Métrica	5	4	3	2	1	NR
Monitorar a participação dos alunos	31% (22)	34% (24)	20% (14)	3% (2)	1% (1)	10% (7)
Monitorar o desempenho geral da classe	9% (6)	17% (12)	24% (17)	20% (14)	20% (14)	10% (7)
Verificar as realizações dos alunos	26% (18)	34% (24)	11% (8)	7% (5)	11% (8)	10% (7)
Identificar os alunos que estão com problemas	31% (22)	34% (24)	20% (14)	3% (2)	1% (1)	10% (7)

Onde a escala vai de 1 (Menos eficaz) a 5 (Mais eficaz)

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

3.2.8 Levantamento das métricas

Um dos principais resultados do levantamento realizado para definir o que os professores desejam em um *dashboard* é que as plataformas de LMS, embora colem dados extensivos dos estudantes, não oferecem o nível certo de visualização de dados. Essa situação pode ser inferida pelas respostas que os usuários finais deram e podem contribuir para ajudar a promover um maior distanciamento da turma e fazer com que o professor perca a percepção de como seus alunos estão aprendendo.

Conforme o exposto na Tabela 3.6, os professores classificaram as seguintes métricas como altamente desejáveis para serem representadas em um painel para avaliar o desempenho dos alunos: acesso ao conteúdo on-line, participação no fórum, distribuição de pontuação, visão geral da aula, progresso curricular, notas dos alunos e tendência de realização das atividades propostas. Eles têm um sentimento misto sobre a tendência de notas e a quantidade de entrega de atividades de aprendizagem e não se importam com os detalhes dos alunos ou a sua localização geográfica.

Tabela 3.6 – Métricas desejadas pelos professores

Métrica	1	2	3	4	5
Acesso ao conteúdo online	2% (3)	1% (2)	15% (21)	26% (37)	55% (77)
Participação no fórum	2% (3)	4% (5)	16% (22)	36% (50)	43% (60)
Distribuição das notas de atividades	4% (6)	5% (7)	15% (21)	31% (43)	45% (63)
Desempenho geral da classe	4% (6)	5% (7)	16% (22)	29% (40)	46% (65)
Progresso curricular	4% (6)	4% (5)	18% (25)	27% (38)	47% (66)
Notas dos estudantes	5% (7)	5% (7)	23% (32)	37% (52)	30% (42)
Tendência de realização de atividades	9% (12)	6% (9)	19% (26)	31% (43)	36% (50)
Tendência de notas	9% (12)	12% (17)	25% (35)	30% (42)	24% (34)
Quantidade de entregas de um projeto/atividade	8% (11)	11% (15)	27% (38)	23% (32)	31% (44)
Detalhes dos estudantes	9% (13)	10% (14)	35% (49)	26% (36)	20% (28)
Localização geográfica	22% (31)	25% (35)	24% (34)	16% (23)	12% (17)

Onde a escala vai de 1 (Eu não gostaria disso) a 5 (Eu gostaria mais disso).

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

No ambiente de ensino a distância, alguns participantes citaram que gostariam de ver o engajamento on-line dos alunos (o tempo que os alunos ficam on-line na plataforma) e uma medida de retenção. Alguns participantes afirmaram que já possuem uma quantidade substancial de métricas para avaliar seus alunos e o que desejam são informações estatísticas que os ajudem a reconhecer padrões e identifiquem os alunos que correm o risco de desistir do curso. Deste modo, é possível perceber que eles desejam ter as informações reunidas em um único local, onde seja possível correlacioná-los e perceber se um aluno corre o risco de ser reprovado ou se desistiu da disciplina.

Além disso, o inquérito apresentou um resultado similar ao de estudos previamente citados, como Stephens-Martinez et al. (2014), Yu & Jo (2014) e Dietz-Uhler & Hurn (2013), entre outros, que identificam quais variáveis são possíveis candidatas para a identificação de alunos em risco de falhar na disciplina e acompanhar o desenvolvimento geral da classe.

Assim, de acordo com o levantamento realizado pelo inquérito aplicado e com as pesquisas citadas anteriormente, foi possível resumir as métricas escolhidas como indicadores chave para compor o modelo do *dashboard* na Tabela 3.7. Na terceira coluna “Estudo referenciado” é apresentado estudo similar a este, onde a métrica também é elencada como importante para o monitoramento dos estudantes.

Tabela 3.7 – Métricas consideradas como KPI

Métrica	Tipo de dado	Estudo referenciado
Acesso ao conteúdo online	Tempo total visualizando o conteúdo (seg) / Quantidade de acessos ao conteúdo	(Hu, Lo e Shih, 2014)
Participação no fórum	Taxa de participação no fórum (Quantidade de mensagens / Total de discussões)	(Hu, Lo e Shih, 2014)
Distribuição de pontuação de atividades	Pontuação por atividade submetida	(Martin e Ndoye, 2016)
Visão geral da classe	Distribuição das notas e submissão das atividades por estudante	(Stephens-Martinez, Hearst e Fox, 2014)
Progresso curricular	Taxa de entregas no prazo x Notas das entregas	(Dietz-Uhler e Hurn, 2013)

Fonte: O autor, com base no inquérito aplicado.

3.3 Desenvolvimento do Layout

Após a definição do problema a ser atacado, dos principais interessados no *dashboard* e das métricas que são consideradas indicadores chaves para o monitoramento dos estudantes, procedeu-se a criação do layout a ser utilizado.

3.3.1 Definição das técnicas de visualização dos dados

A escolha da técnica de visualização adequada para cada tipo de informação que se pretende exibir é uma das tarefas importantes e desafiantes para o desenvolvimento de um *dashboard* efetivo e eficaz (Few, 2013). Se um gráfico é ou não bem-sucedido como uma ferramenta de monitoramento e análise, depende do assunto, do contexto e das considerações estéticas. Depende do que é suposto mostrar, de que forma o método de exibição é escolhido para seu público (Unwin, 2008).

Criar uma visualização requer vários juízos diferenciados. É preciso determinar quais perguntas fazer, nomear os dados adequados e selecionar codificações visuais válidas para mapear valores de dados para recursos gráficos como posição, tamanho, forma e cor. O desafio é que, para qualquer conjunto de dados, o número de codificações visuais é vasto e diversificado (Heer, Bostock e Ogievetsky, 2010).

No universo de visualização de dados, existem gráficos de barras, gráficos circulares, histogramas, gráficos de pontos, gráficos de caixa, gráficos de dispersão, gráficos de rosas, gráficos de mosaico e muitos outros tipos de exibição de dados. A escolha depende do tipo de dados a serem exibidos, da quantidade de variáveis, e sobre o que deve ser mostrado. por exemplo, gráficos circulares são bons para um pequeno número de categorias e diagramas de caixa são úteis para enfatizar dados isolados (Unwin, 2008).

Plotar uma única variável deve ser relativamente fácil, e o tipo da variável influenciará a forma do gráfico a ser mostrado. Para ilustração, histogramas ou gráficos de pontos são apropriados para variáveis contínuas, embora gráficos de barras ou gráficos de pizza sejam adequados para variáveis categóricas. Se os dados devem ser transformados ou agregados dependerá da distribuição dos dados e do objetivo do gráfico (Unwin, 2008).

Ainda de acordo com Unwin (2008), gráficos multivariados são um assunto diferente, pois mesmo apresentando a distribuição combinada de duas variáveis certas não é simples. A decisão inicial a ser tomada para um gráfico multivariado é a forma de exibição. No entanto, a escolha de variáveis e sua organização também são importantes.

Além disso, visto que seres humanos têm uma capacidade reduzida para memorização de conjuntos de informações, todas as informações relevantes devem estar disponíveis para visualização de uma única vez. Desta forma, o primeiro e mais difícil objetivo durante o desenvolvimento de um *dashboard* é que este deve ser simples e sua visualização deve se dar em um único ecrã, sem rolagem, para que o utilizador possa perceber todas as métricas necessárias para sua análise de uma única vez (Few, 2013).

A exibição de dados deve ser realizada de forma simples e elegante de modo a facilitar o entendimento da informação que se quer demonstrar. A Figura 3.4 exibe a mesma informação representada em dois gráficos distintos, entretanto, o gráfico apresentado na Figura 3.4.b é mais simples e mostra claramente a posição do departamento G em relação aos demais (Few, 2013).

Figura 3.4 – Duas representações gráficas com a intenção de mostrar a posição do departamento G em relação aos demais.

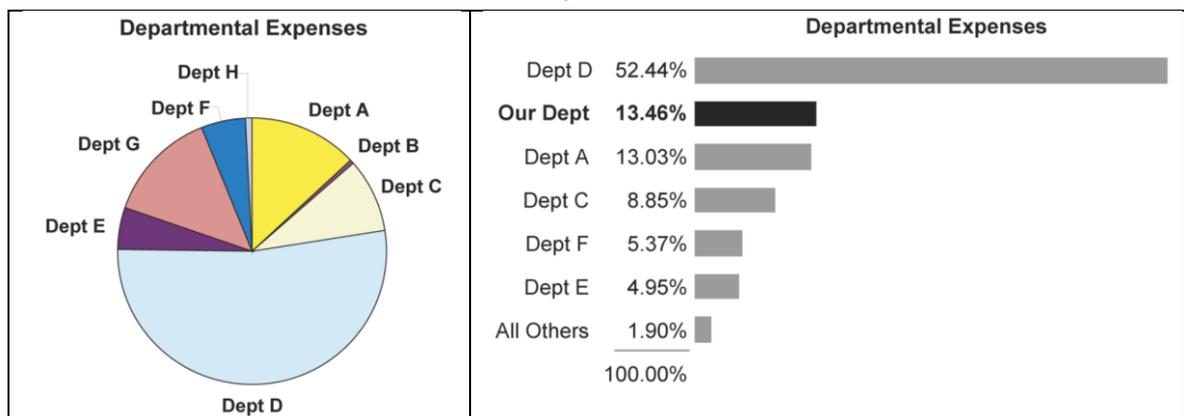


Figura 3.3.a – Mensagem ineficaz

Figura 3.3.b – Mensagem eficaz

Fonte: (Few, 2013)

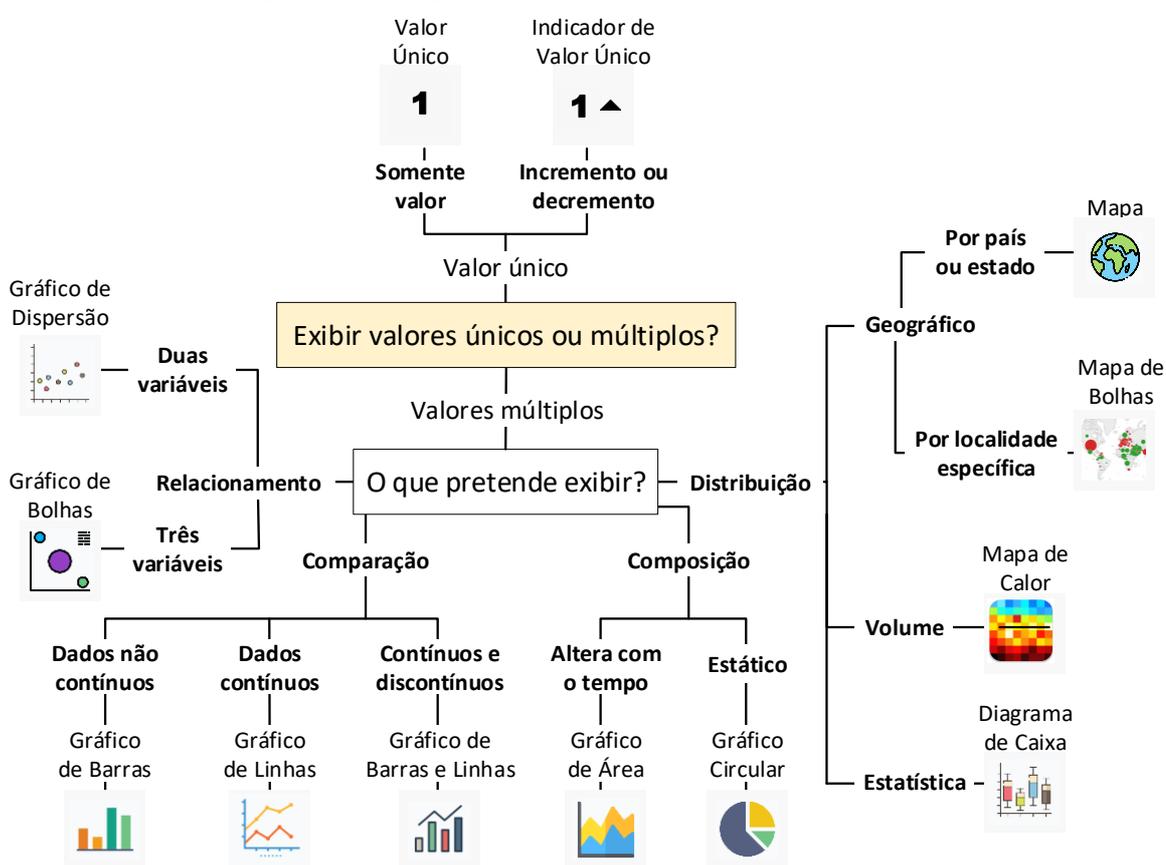
Em um levantamento realizado em mais de 90 mil *dashboards* hospedados em sua plataforma, a equipe de pesquisadores da Chartio¹¹ (empresa digital de criação de

¹¹ <https://chartio.com>

dashboards e *business intelligence*) chegaram à conclusão de que as técnicas de visualização de dados mais comuns são gráficos de barras, gráficos de linha, gráficos de bolha e valores únicos (Miller, 2019). Comparando a pesquisa daquela empresa com o inquérito aplicado nesse estudo, é possível identificar que professores universitários não fogem do padrão utilizado no mercado de visualização de dados.

Na Figura 3.5 é apresentado um diagrama para auxiliar na escolha da visualização adequada para cada tipo de dado a ser exibido. Nela estão representados os gráficos mais comuns presentes em *dashboards*.

Figura 3.5 – Diagrama de escolha de tipo de visualização



Fonte: Adaptado de Miller (2019)

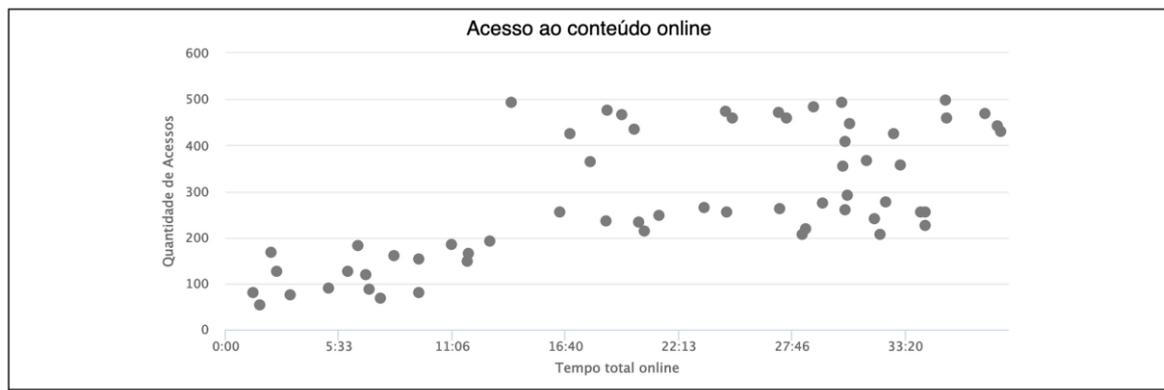
No inquérito os professores participantes indicaram quais são os tipos de gráficos que mais utilizam em seu dia a dia. De posse dessa informação e cruzando os dados com os indicadores elencados como chaves para o monitoramento de alunos em uma determinada disciplina de um curso em regime de ensino a distância *online*, é possível iniciar a

construção do modelo a ser apresentado neste trabalho, definindo as seguintes técnicas de visualização de dados para representá-los adequadamente:

- *Acesso ao conteúdo online*

Este indicador, elencado como o mais importante pelos professores que participaram do inquérito, foi definido por Hu et al. (2014) como a relação entre o tempo total que o estudante passa visualizando o conteúdo, em segundos e a quantidade de acessos do mesmo ao conteúdo. Como este é uma métrica bidimensional, podemos utilizar um gráfico de dispersão, como representado na Figura 3.6.

Figura 3.6 – Exemplo de visualização para o indicador "Acesso ao conteúdo online"



Fonte: O autor, com base em dados fictícios.

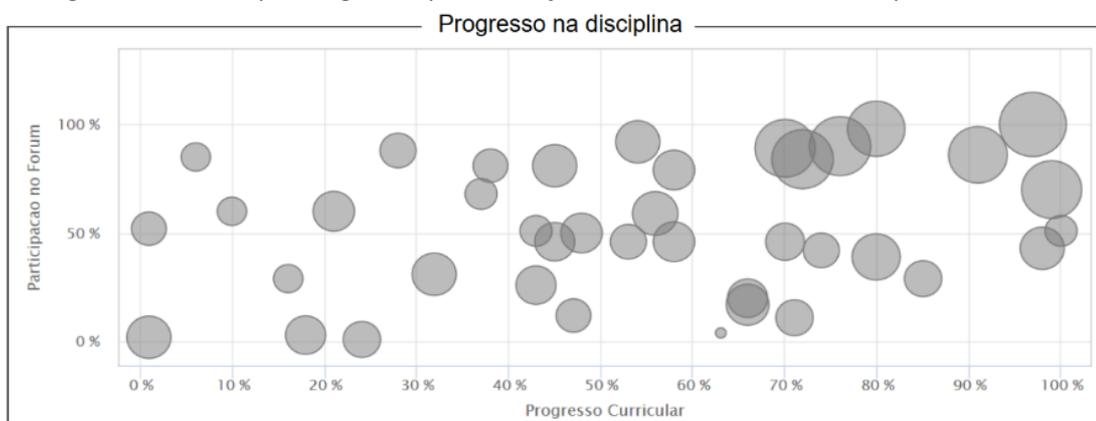
- *Participação no fórum*

Os participantes do inquérito indicaram esta métrica como eficaz na avaliação de estudantes no contexto de um curso em regime de ensino a distância *online*. Esta métrica pode ser definida como a quantidade de participações do estudante no fórum da disciplina. Como é um indicador com uma variável atemporal e será utilizada para comparar os estudantes entre si, pode ser representado como o eixo vertical em um gráfico de bolhas, onde quanto maior o índice de participação do estudante, mais acima ficará a sua bolha no gráfico. Esta visualização está representada na Figura 3.7.

- *Distribuição de pontuação de atividades*

As entregas dos estudantes e as notas que estes alcançaram com estas entregas também foram elencadas como importantes e definidas como *distribuição de pontuação de atividades*. Martin & Ndoye (2016) a definem como pontuação por atividade submetida ao longo do tempo. Como é um conjunto de variáveis, e deve ser medida por atividade, pode ser exibida como o eixo z (diâmetro do círculo) de um gráfico de bolhas, com a média das atividades definindo o tamanho da bolha, como na Figura 3.7.

Figura 3.7 – Exemplo de gráfico para exibição de indicadores de desempenho da classe



Fonte: O autor, com base em dados fictícios.

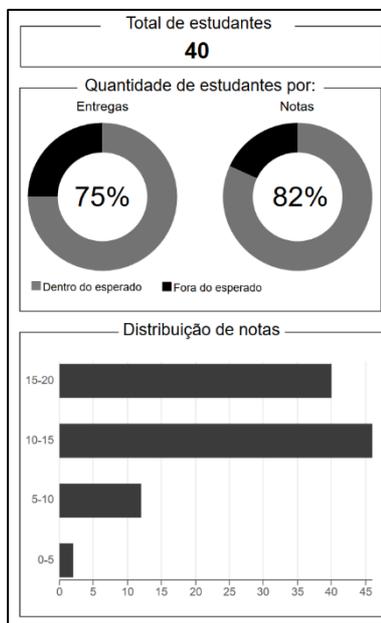
- *Visão geral da classe*

Este indicador permitirá que o professor tenha uma visão da turma como um todo, como a quantidade de estudantes matriculados na disciplina, o índice geral de entrega das atividades, índice de alunos dentro da média esperada (Mínimo para ser aprovado) e distribuição da média geral da turma.

A variável “Quantidade de Estudantes Matriculados na Disciplina” poderá ser representado como um valor único, como demonstrado na parte superior da Figura 3.8. Para as variáveis “Quantidade de Alunos com Entregas Dentro do Esperado” e “Quantidade de Alunos com Média das Notas Dentro do Esperado” poderão ser utilizados gráficos circulares para representar a proporção entre as categorias “Dentro do esperado” e “Fora do esperado”, como apresentado no quadro central da Figura 3.8. Já a variável “Distribuição da Média

Geral da Turma” será exibido como um gráfico de barras horizontais, conforme demonstrado no quadro inferior da Figura 3.8.

Figura 3.8 – Exemplo de visualização para o indicador "Visão geral da classe"



Fonte: O autor, com base em dados fictícios.

- *Progresso curricular*

Este indicador pretende medir o progresso curricular dos estudantes na disciplina em questão. Dietz-Uhler & Hurn (2013) definem este indicador com a composição entre diversas variáveis que indiquem o avanço do estudante na disciplina, como a visualização dos materiais disponíveis, entrega das atividades, entre outros. Será exibido com escala de 0 a 100% do total esperado para disciplina até o momento. Este indicador será representado como o eixo horizontal de um gráfico de bolhas, onde quanto maior for índice do aluno, mais à direita estará a sua bolha (Figura 3.7).

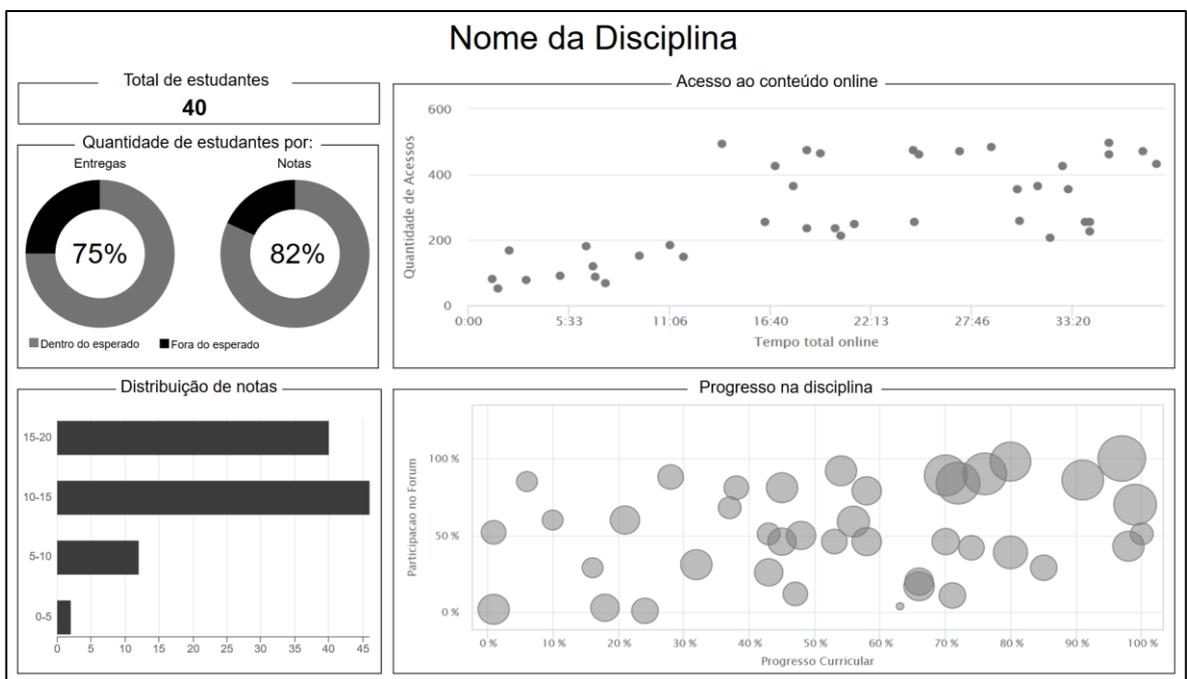
Tendo definidas as técnicas de visualização que irão exibir cada um dos indicadores chave, será necessário organizá-las no formato de um *dashboard* para que possam ser utilizados para os professores avaliarem como seus estudantes estão acompanhando a disciplina.

Conforme destacado anteriormente, a posição dos indicadores no *dashboard* é importante para a percepção das informações que se quer exibir. De acordo com Few (2013) elementos no quadrante superior esquerdo e ao centro recebem a maior parte da atenção quando

colocados à parte dos objetos que os cercam. Em seguida, vêm os quadrantes superior direito, inferior esquerdo e inferior direito, nesta ordem. Assim, o modelo a ser proposto seguirá esta lógica para organizar os indicadores no ecrã.

Apesar de não ter sido escolhida como o principal indicador para o monitoramento da disciplina, ficou decidido colocar a visão geral da classe no primeiro e no terceiro quadrantes, pois logo ao aceder ao *dashboard*, o utilizador terá a informação da turma como um todo.

Figura 3.9 – Modelo de dashboard proposto

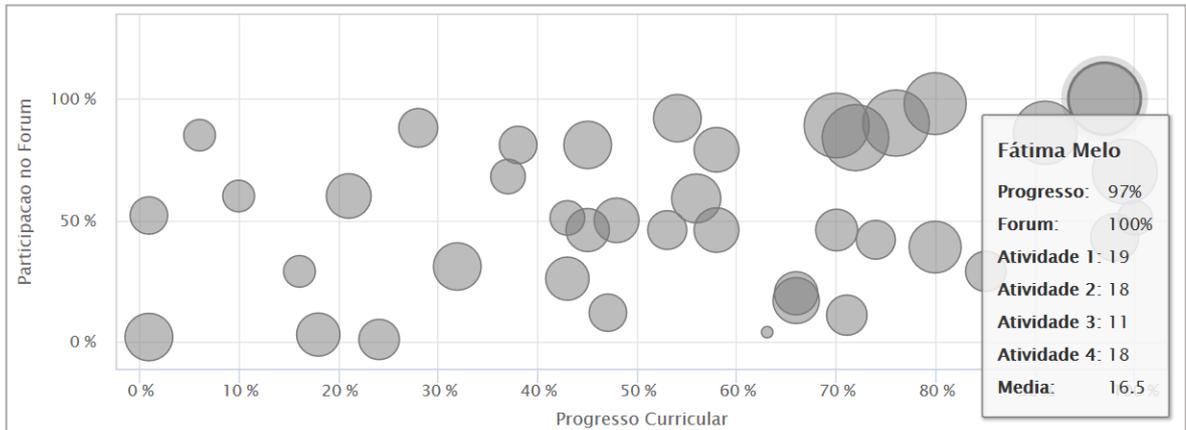


Fonte: O autor, com base em dados fictícios.

Na sequência, será exibido o acesso ao conteúdo online. Como o espaço utilizado pelo KPI visão geral da classe será pequeno, o KPI de acesso ao conteúdo online também ficará no canto superior esquerdo, que é a posição adequada para a informação elencada como a mais importante pelos participantes do inquérito e também indicada por outros pesquisadores. Os demais indicadores serão exibidos na segunda linha do *dashboard*, com o gráfico de bolhas exibindo os seguintes indicadores: Média das atividades, Participação no fórum e Progresso curricular. O modelo proposto pode ser verificado na Figura 3.9.

O *dashboard* contará, ainda, com algumas funcionalidades interativas como a exibição dos detalhes dos alunos ao colocar o ponteiro do rato em cima da bolha (ou ponto, no caso do gráfico de acessos), conforme exemplificado na Figura 3.10.

Figura 3.10 – exemplo de interação no dashboard



Fonte: O autor, com base em dados fictícios.

Com este modelo de *dashboard*, conforme proposto na Figura 3.9, o professor ou tutor deverá ser capaz de verificar o andamento geral da sua disciplina e identificar rapidamente alunos que estão enfrentando dificuldades de seguir o currículo proposto.

3.4 Conclusão

Neste capítulo foi apresentada a proposta do *layout* do modelo de visualização dos dados de alunos de uma determinada disciplina no âmbito do ensino a distância *online* no formato de um *dashboard* a ser utilizado por professores e que poderá ser aplicado a qualquer LMS utilizado pelas universidades.

Para a construção do modelo foi conduzido um inquérito com professores universitários que estão diretamente envolvidos com educação a distância *online* de várias instituições de alto nível distribuídas por diversos países para a coleta dos requisitos para a proposta do modelo. Com isso, foi possível realizar o levantamento das potenciais técnicas de visualização de dados que permitem satisfazer o conjunto de métricas que os participantes apontaram como relevantes para o monitoramento dos estudantes.

4 DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo será apresentado o processo de desenvolvimento e avaliação do protótipo do dashboard proposto no capítulo anterior. Começando com a definição da arquitetura de software, passando pela definição das ferramentas e o desenvolvimento das coletas de dados, pela a descrição da implementação do protótipo e terminando com a análise da avaliação realizada junto aos professores da Universidade Aberta.

4.1 Considerações gerais

Para a construção do protótipo utilizado para a validação do modelo de *dashboard* educacional proposto neste trabalho de pesquisa acadêmica foi necessário atender a alguns requisitos prévios, conforme a seguir.

1. Todas as ferramentas de coleta, tratamento e visualização dos dados deveriam estar disponíveis sob licença livre para uso em ambiente educacional ou ser de código aberto.
2. Os dados utilizados para a validação do modelo deveriam ser descaracterizados para não exporem desnecessariamente informações pessoais de alunos e professores envolvidos nas disciplinas avaliadas.
3. O protótipo deveria estar disponível para acesso remoto pelos potenciais avaliadores do modelo, não limitando o local nem o período em que o mesmo se dispusesse a realizar a avaliação.

Os seguintes marcos foram usados durante o desenvolvimento do protótipo de *dashboard* e foram atingidos com sucesso:

1. Aquisição dos dados a serem utilizados para a avaliação do modelo.
2. Definição da ferramenta a ser utilizada para a construção do protótipo.
3. Construção dos painéis de visualização de dados que irão compor o *dashboard*.
4. Preparação dos dados para serem utilizados no protótipo.
5. Desenvolvimento do protótipo a ser avaliado.
6. Construção do inquérito de avaliação do modelo apresentado.
7. Disponibilização em produção par acesso pelos potenciais avaliadores.

4.2 Origem dos dados

Para o desenvolvimento do protótipo, foram utilizados os dados reais de três disciplinas ministradas na licenciatura em Engenharia Informática na Universidade Aberta de Portugal, no primeiro semestre de 2019. Sendo elas: Laboratório de Desenvolvimento de Software (Disciplina 1), Programação por Objetos (Disciplina 2) e Sistemas Distribuídos (Disciplina 3).

Os dados foram disponibilizados no formato CSV (Comma-Separated Values) de forma a serem facilmente utilizados por qualquer linguagem de programação sem a necessidade de se conectar a um sistema de base de dados dedicado ao serviço.

A estratégia adotada foi a seguinte

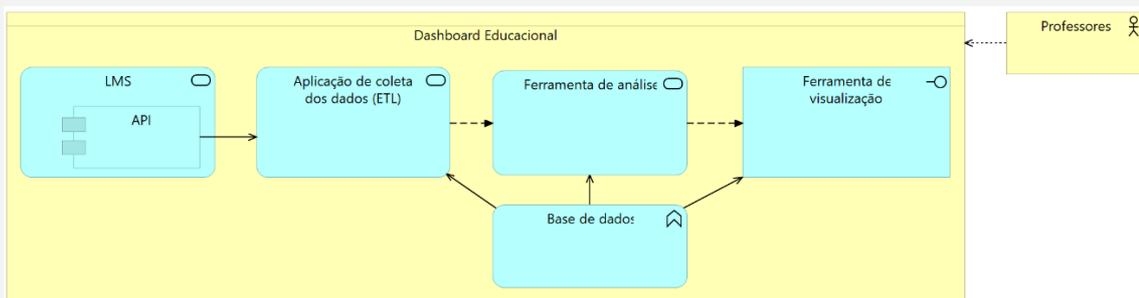
- Exportação dos logs disponíveis na ferramenta Moodle.
- Tratamento dos dados, onde será realizada a descaracterização das informações que possam ser utilizadas para identificação dos estudantes.
- Processamento dos dados para que possam ser utilizados pela ferramenta de visualização de dados.
- Exibição dos conjuntos de dados no *dashboard* a ser desenvolvido para validar o modelo aqui proposto.
- Disponibilização do protótipo na Internet para avaliação.

Retirada dos dados do Moodle

Apesar dos dados terem sido disponibilizados através de extração de relatórios e logs das disciplinas selecionadas, todos eles podem ser extraídos diretamente da base de dados do Moodle através da API (Application Programming Interface). A Figura 4.1 representa o modelo de extração de dados através API nativa da ferramenta de LMS.

Utiliza-se uma ferramenta ou programa desenvolvido localmente de ETL (Extract, transform, load) para se conectar à API da ferramenta de LMS, extrair os dados necessários para a construção das métricas e transformá-los de modo ser possível calcular as métricas e exibi-las no *dashboard* através de ferramentas de análise e visualização de dados.

Figura 4.1 – Arquitetura para extração de dados via API do Moodle



Fonte: O autor, com base em Moodle Analytics API¹²

Conforme especificado no capítulo anterior, para construir o modelo proposto é necessário coletar diversos dados disponíveis no LMS utilizado pela instituição acadêmica. Como a Universidade Aberta utiliza o Moodle (assim como grande parte das instituições pesquisadas) serão aqui detalhadas, na Tabela 4.1, quais funções poderão ser utilizadas para extrair os dados necessários para a construção do *dashboard*.

Tabela 4.1 – Funções da API do Moodle para coletar os dados para o dashboard

Dado	Função
Lista de disciplinas disponíveis	core_course_get_courses
Módulos da disciplina	core_course_get_contents
Utilizadores inscritos na disciplina	core_enrol_get_enrolled_users
Notas dos utilizadores	gradereport_user_get_grade_items
Progresso na disciplina	core_completion_get_course_completion_status
Participação no Fórum	mod_forum_get_forum_discussion_posts core_completion_get_course_completion_status

Fonte: Moodle API Functions¹³

Para os tempos de acesso, deve-se instalar um plugin que colete essa informação e grave na base do Moodle. Quando da escrita desta dissertação, havia o plugin “Course dedication¹⁴” que tem por finalidade estimar o tempo que o estudante dedica ao curso.

¹² https://docs.moodle.org/dev/Analytics_API

¹³ https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions

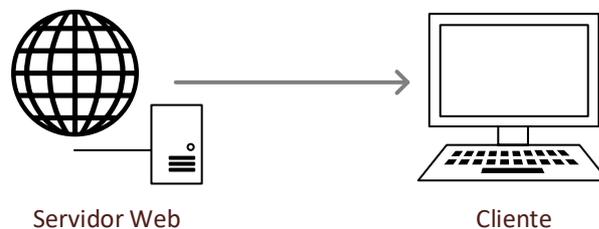
¹⁴ https://moodle.org/plugins/block_dedication

4.3 Arquitetura

Como os dados utilizados pelo protótipo foram carregados e tratados previamente e não teria fluxo contínuo de atualização dos mesmos, não havia a necessidade de um produto de *Business Intelligence*. Desta forma, a ferramenta escolhida para o desenvolvimento do protótipo foi o Highcharts, por ser uma ferramenta robusta e de simples implementação e de uso livre para aplicações acadêmicas.

Como o Highcharts é um *framework* leve e totalmente desenvolvido em Javascript, o protótipo foi construído tendo como suporte uma arquitetura simples, com a aplicação executando inteiramente no lado do cliente, como representado na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Modelo de apresentação do protótipo



Fonte: O autor

4.4 Implementação

A implementação do artefacto foi realizada com o desenvolvimento em um ambiente local totalmente open-source, composto de uma máquina virtual para os testes locais e a utilização de IDE (Integrated Development Environment) para o desenvolvimento dos programas envolvidos no processo.

Devido ao facto de que o *dashboard* deveria executar em dispositivos múltiplos, foi definido que sua implementação seria realizada baseada no navegador *web* do cliente, porém havia a necessidade de se utilizar versões modernas dos principais navegadores disponíveis no mercado, por conta da compatibilidade com a linguagem Javascript.

4.4.1 Linguagem de programação

Para o tratamento dos dados e preparação dos conjuntos de dados a serem utilizados pelo *framework* Highcharts, foram desenvolvidos programas em Python com a finalidade de ler

os arquivos CSV de cada disciplina, fazer o cruzamento dos dados, calcular as métricas definidas para o modelo visual e descaracterizar as informações pessoais dos estudantes. O resultado final eram campos com os conjuntos de dados no formato JSON (Javascript Object Notation), aceito pelo Highcharts, como no exemplo a seguir.

```
{ "nome": "Aluno_010", "x": 215100, "y": 122, "atividades": [{"Trabalho: E-fólio A", 1.8}, {"Trabalho: E-fólio B", 2.1}, {"Trabalho: E-fólio C", 2.3}, {"Trabalho: P-fólio", 9.5}], "acumulado": 15.7 }
```

Como a aplicação deveria ser exibida no lado do cliente, no navegador de sua escolha, ela foi desenvolvido em Javascript, de forma a aumentar a compatibilidade com todos os tipos de computadores existentes e a facilidade na utilização da API disponibilizada pelo Highcharts.

4.4.2 Hospedagem do serviço

O protótipo do *dashboard* consistiu numa aplicação *web* cliente-servidor simples, que foi utilizada apenas para a validação do modelo visual proposto nesta pesquisa acadêmica. Assim, foi escolhido um serviço virtual de hospedagem web já contratado pelo autor junto a uma empresa especializada no serviço. Esta solução foi pensada para proporcionar um desempenho adequado para que o utilizador não tivesse problemas ao acedê-lo.

Para garantir a compatibilidade do serviço com as exigências de segurança dos navegadores modernos, o protótipo foi disponibilizado sob serviço HTTPS (Hypertext Transport Protocol Secure) com certificado válido e fornecido por uma autoridade certificadora reconhecida pelo mercado, a Let's Encrypt¹⁵.

O protótipo foi disponibilizado no endereço <https://prototipo.rezende.biz> e pôde ser acessado utilizando qualquer um os navegadores modernos. Havia apenas algumas restrições ao Microsoft Internet Explorer porque a Microsoft não segue todos os padrões definidos para o Javascript.

¹⁵ <https://letsencrypt.org>

4.5 Artefactos de TI

Os artefactos de TI representando o modelo visual para acompanhamento do desempenho de estudantes em uma determinada disciplina no contexto de um curso universitário em regime de ensino a distância foram implementados conforme descrito nas secções anteriores e as decisões de design definidas nesta dissertação acadêmica.

A Figura 4.3 apresenta a versão final do *dashboard* implementado para a validação do modelo de visualização aqui proposto. Os retângulos vermelhos são anotações para delimitar os três grandes campos de visualização do modelo visual, conforme definições propostas no Capítulo 3 deste documento.

Figura 4.3 – Implementação do modelo visual aqui proposto



Fonte: O autor, conforme exibido em <https://prototipo.rezende.biz>

A visualização à esquerda compõe a **Visão Geral da Disciplina**, e exhibe a quantidade de estudantes matriculados na disciplina, o total de estudantes divididos por notas e quantidades de entregas dentro e fora do esperado e a distribuição das notas por faixas de valores. Todos os dados deste grupo foram coletados a partir do relatório de notas exportado do ambiente educacional da Universidade Aberta.

O campo na parte superior direita exibe a visão de **Acessos ao Conteúdo Online**, e representa a distribuição dos estudantes de acordo com o tempo e a quantidade de acessos ao ambiente educacional da universidade.

O campo na parte inferior direita exibe a visão **Progresso na Disciplina**, e representa a distribuição dos estudantes baseada em sua participação no fórum da disciplina, progresso nas atividades disponibilizadas e notas nos trabalhos e exames.

Além disso, o protótipo disponibilizado contém componentes adicionais para compor a *interface* do utilizador.

Figura 4.4 – Componentes adicionais da interface do utilizador

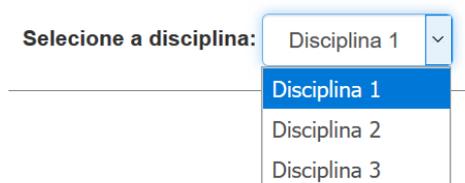


Fonte: O autor, conforme exibido em <https://prototipo.rezende.biz>

Alguns elementos foram adicionados à interface do protótipo para auxiliar o utilizador na navegação e avaliação do modelo proposto. Na Figura 4.4 temos a visualização destes elementos.

O primeiro elemento é uma pequena caixa de seleção (*combo box*) de disciplinas onde o utilizador pode selecionar a disciplina que deseja ver representada no *dashboard*. Na Figura 4.5 temos a caixa de seleção expandida, exibindo as opções existentes.

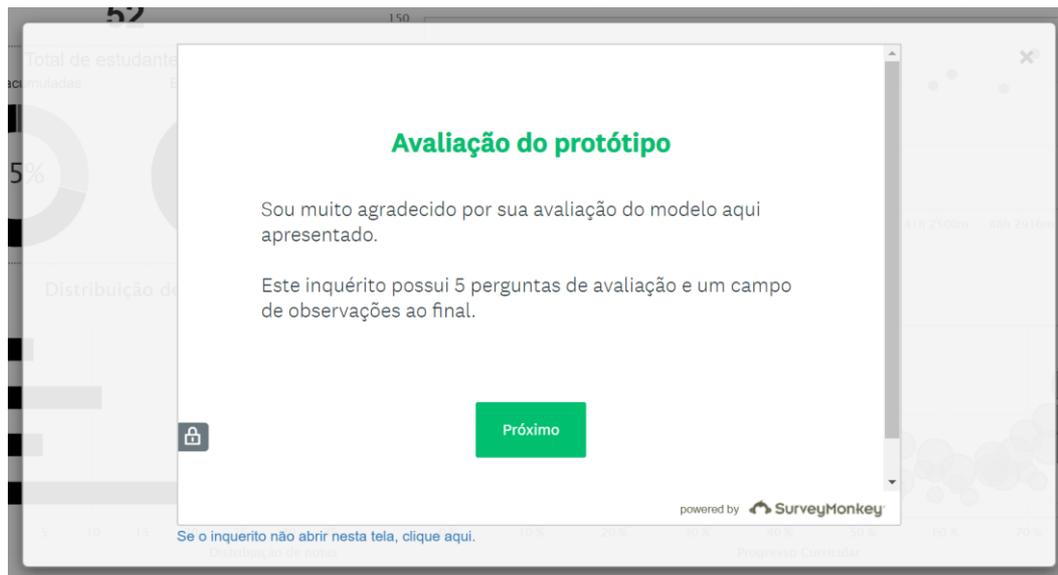
Figura 4.5 – Campo de escolha da disciplina a ser visualizada



Fonte: O autor, conforme exibido em <https://prototipo.rezende.biz>

A seguir, à direita, temos dois botões que exibem janelas para a avaliação do protótipo (Avaliar o protótipo) e telas com as instruções do protótipo (Abrir instruções). Na Figura 4.6 é exibida a janela com o inquérito de avaliação do protótipo, que é aberta no formato “modal”, isto é, uma janela sobre a página, no mesmo ecrã de exibição.

Figura 4.6 – Janela com o ecrã inicial do inquérito de avaliação do protótipo



Fonte: O autor, conforme exibido em <https://prototipo.rezende.biz>

Já na Figura 4.7 é exibida a janela com o primeiro ecrã com instruções sobre o modelo visual e navegação pelo protótipo. Esta janela aparece automaticamente ao aceder ao protótipo e pode ser visualizada toda vez que o utilizador clicar no botão “Abrir instruções”.

Figura 4.7– Janela com o ecrã inicial das instruções do protótipo



Fonte: O autor, conforme exibido em <https://prototipo.rezende.biz>

Conforme definido no modelo, foram implementadas algumas funcionalidades interativas no protótipo. Ao navegar pelos painéis de visualização do *dashboard*, detalhes da

informação exibida ou informações expandidas sobre os estudantes são exibidas (Figura 4.8).

Figura 4.8 – Exibição dos detalhes do estudante ao passar com o rato por cima do gráfico de acessos ao conteúdo online



Fonte: O autor, conforme exibido em <https://prototipo.rezende.biz>

4.6 Avaliação do protótipo

Para a avaliação do protótipo, todos os professores da Universidade Aberta foram convidados a navegar pelo sistema disponibilizado em um sítio *web* construído exclusivamente para esse fim. Os professores da UAb foram escolhidos porque, além de serem de uma das universidades que mantêm o curso de mestrado em Informação e Sistemas Empresariais, estão diretamente envolvidos em uma universidade que ministra cursos exclusivamente em regime de ensino a distância em plataforma online, portanto, são o público alvo ideal. Dos 125 professores convidados a participar da pesquisa, 29 acederam ao protótipo e avaliaram o modelo.

Como estou situado no Brasil e os participantes, maioritariamente, estavam fisicamente em Portugal, decidi conduzir a avaliação totalmente à distância, na forma de um sítio online com uma avaliação ao final. Os professores foram convidados através de *e-mail* enviado diretamente à caixa postal pessoal de cada um com o endereço eletrónico do protótipo e uma breve descrição do tema.

Ao aceder o sítio, uma janela era aberta por cima do *dashboard* onde eram explicados os elementos presentes no ecrã (Conforme já apresentado na Figura 4.7) e, ao final, convidava os participantes a responder um breve inquérito de avaliação (Figura 4.6).

Conforme dito anteriormente, o protótipo possuía os dados reais de três disciplinas da Universidade Aberta e permitia ao participante avaliar a utilidade do modelo proposto nesta pesquisa acadêmica.

A avaliação do protótipo foi conduzida através de um inquérito online construído na plataforma SurveyMonkey¹⁶. Esta plataforma foi escolhida porque permitia criar, rapidamente, um inquérito simples para a condução da avaliação. O inquérito possuía as seguintes perguntas:

Q1. O dashboard permite que eu tenha uma visão geral das interações dos estudantes com o material de aprendizado.

Q2. O dashboard provê informações relevantes sobre as interações dos estudantes dentro do ambiente virtual de aprendizagem.

Q3. O dashboard apresenta um layout intuitivo.

Q4. O dashboard é mais intuitivo que outras ferramentas de monitoramento dos alunos disponibilizadas no ambiente educacional utilizado atualmente.

Q5. Eu usaria o dashboard como ferramenta educacional.

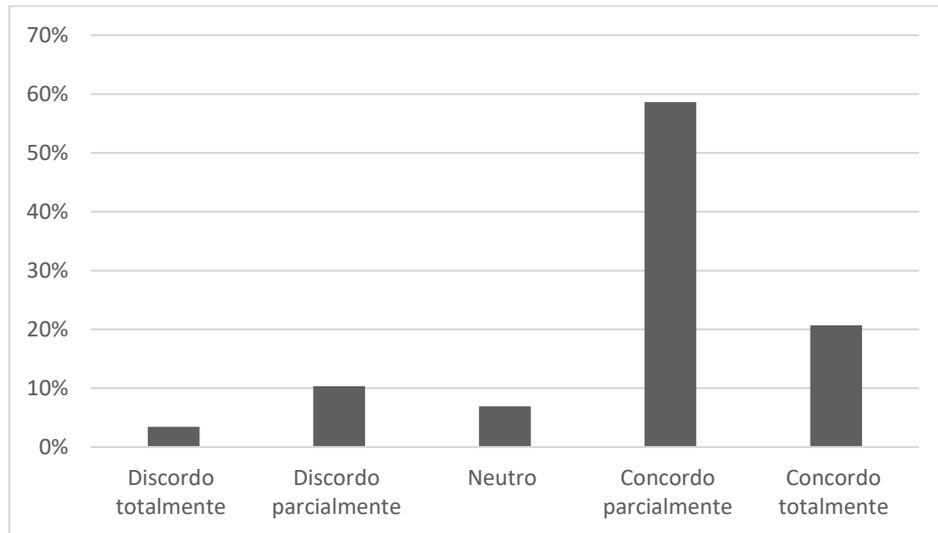
Q6. Caso deseje, deixe aqui suas considerações finais.

As questões foram criadas utilizando a escala de Likert e tinham as seguintes opções de respostas: Discordo totalmente; Discordo parcialmente; Neutro; Concordo parcialmente; Concordo totalmente.

Após a avaliação, 79% dos participantes, como pode ser percebido na Figura 4.9, declararam que o dashboard apresenta elementos suficientes para permitir que se tenha uma visão geral das interações dos estudantes com o material de aprendizado.

¹⁶ <https://www.surveymonkey.com>

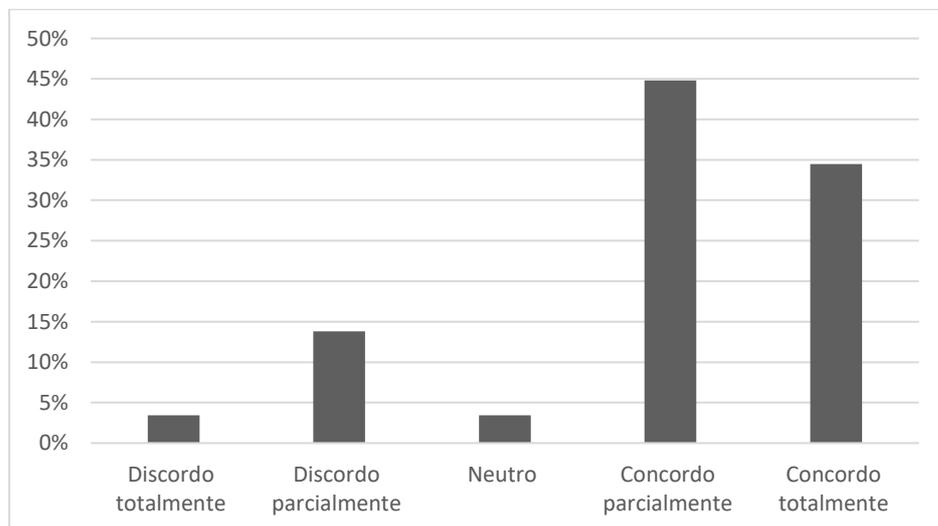
Figura 4.9 – Respostas para a Questão 1 da avaliação do protótipo



Fonte: O autor, com base no inquérito de avaliação

Além disso, os participantes também acreditam que as informações apresentadas no dashboard são relevantes para entender como os estudantes interagem com o ambiente de aprendizagem. Esta visão é apresentada na Figura 4.10.

Figura 4.10 – Respostas para a Questão 2 da avaliação do protótipo

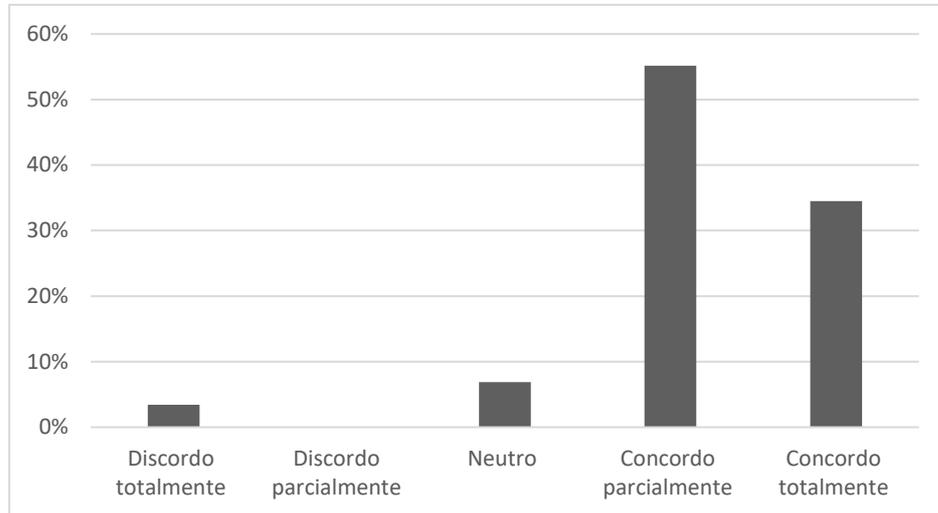


Fonte: O autor, com base no inquérito de avaliação

Quanto ao quesito de navegação pelo modelo, 90% dos participantes declararam que o *dashboard* apresentado possuía um *layout* intuitivo (Figura 4.11) e a maioria dos participantes, 79%, declarou que o *dashboard* é mais intuitivo que as outras ferramentas

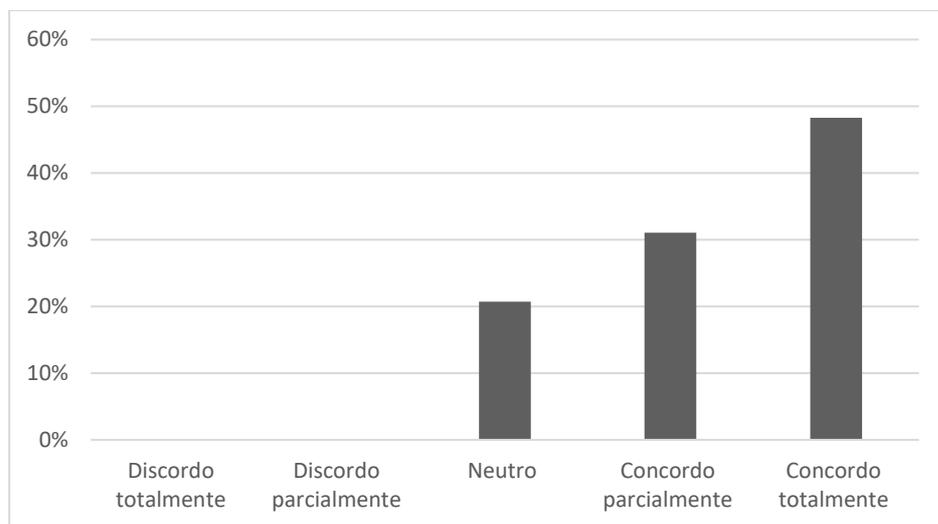
de monitoramento dos alunos disponibilizadas pelo ambiente educacional utilizado atualmente, conforme apresentado na Figura 4.12.

Figura 4.11 – Respostas para a Questão 3 da avaliação do protótipo



Fonte: O autor, com base no inquérito de avaliação

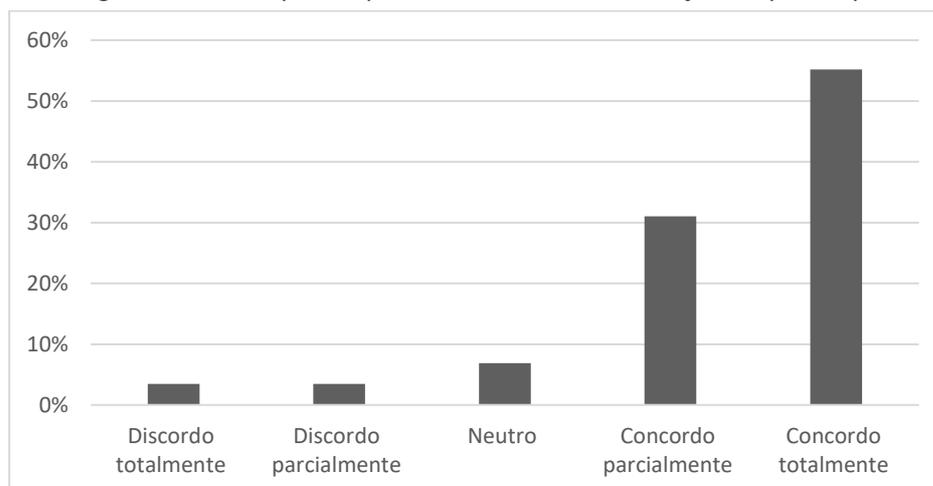
Figura 4.12 – Respostas para a Questão 4 da avaliação do protótipo



Fonte: O autor, com base no inquérito de avaliação

Ao serem questionados se utilizariam o *dashboard* como ferramenta educacional, a maioria dos participantes, 86%, disseram que concordavam com esta afirmação, como pode ser verificado na Figura 4.13.

Figura 4.13 – Respostas para a Questão 5 da avaliação do protótipo



Fonte: O autor, com base no inquérito de avaliação

Durante o período de avaliação, alguns participantes escreveram apontando erros no protótipo, como o cálculo do tempo que o estudante ficava navegando pelo ambiente educacional, e a impossibilidade de aceder ao inquérito pelo navegador Firefox. Estas ocorrências foram corrigidas assim que apontadas pelos utilizadores.

Além disso, houve dúvidas quanto às nomenclaturas utilizadas no *dashboard*, principalmente nos itens de visão geral da classe. Desta forma, resolvi alterar o nome “Notas acumuladas” por “Notas finais” e “Quantidade” por “Número”. Além disso, surgiram uns poucos questionamentos sobre o termo “dentro do esperado”, porém ao explicar o que era pretendido com a visualização, logo compreendiam e aceitavam o termo.

Diversos participantes apresentaram propostas de melhorias para o modelo, que podem ser verificadas a seguir:

- Detalhar a participação no fórum.
- Detalhar o acesso às atividades formativas e didáticas.
- Apresentar informações sobre trabalhos que não possuem notas.

Estas solicitações podem ser atendidas com a abertura de janelas, ao clicar no estudante, que exibam novas visualizações de dados detalhando cada uma das interações do estudante com o ambiente educacional. Porém estas funcionalidades não serão apresentadas neste trabalho acadêmico.

O protótipo construído possuía limitações quanto ao conteúdo das disciplinas utilizadas, pois, como os dados foram coletados ao final de cada uma, não havia como implementar uma visualização temporal para avaliar a evolução dos estudantes ao longo do período escolar. Esta limitação foi sentida por alguns dos professores avaliadores, porém não comprometeu a avaliação do modelo.

Com os resultados desta avaliação, é possível concluir que o modelo aqui desenvolvido atende aos anseios dos professores universitários e permite o monitoramento de estudantes de uma disciplina no contexto de ensino a distância.

4.7 Conclusão

Neste capítulo foram apresentados as decisões e o processo de desenvolvimento do protótipo funcional do modelo de criação de *dashboards* para apoio a avaliação de estudantes em ambiente de ensino a distância, conforme proposto no Capítulo 3 deste documento.

A decisão de desenvolver o protótipo utilizando o Highcharts se deu por conta de como os dados foram coletados e preparados para exibição, pois não exigiam uma ferramenta avançada de BI como o Microsoft Power BI ou o Tableau. Assim, todo o *dashboard* foi construindo utilizando a linguagem Javascript.

O protótipo foi desenvolvido com todas as visualizações e interações propostas no modelo e disponibilizado em um servidor virtual na Internet para que os candidatos à avaliá-lo pudessem acedê-lo a qualquer momento e de qualquer lugar.

Ao final foi apresentado o resultado da avaliação do modelo realizada junto aos professores da Universidade Aberta.

Apesar das limitações da implementação do protótipo, os professores que participaram da avaliação tiveram uma opinião positiva sobre o modelo de dashboard apresentado. Os resultados revelaram que a maioria das informações apresentadas no dashboard são eficazes para a avaliação dos alunos em uma disciplina.

5 CONCLUSÃO

Nesta dissertação foi proposto um modelo visual para a criação de dashboards educacionais destinados às disciplinas baseadas em educação a distância online de modo a facilitar a forma como professores universitários envolvidos em cursos ministrados em regime de ensino a distância monitoram e avaliam seus estudantes no ambiente educacional.

Ao longo do trabalho foram apresentados os conceitos necessários para realização desta pesquisa acadêmica, bem como o levantamento do estado da arte do que já foi abordado quanto à utilização de *dashboards* em ambientes educacionais, o crescimento da modalidade de educação.

Também foi realizado um exame detalhado das técnicas e desafios da construção de um dashboard juntamente com os objetivos e benefícios de utilizá-los. O uso de dashboards está aumentando rapidamente e, como qualquer outro aplicativo, regras básicas de *design* precisam ser seguidas para sua construção. Assim, foram examinados os fundamentos e técnicas necessários para a construção de um *dashboard*.

Utilizando-se destas técnicas foi proposto um modelo de visualização de dados que atendessem as necessidades de professores universitários que atuam no contexto de ensino a distância. O levantamento dos requisitos para a construção do modelo foi realizado através de um inquérito que contou com a participação de 141 educadores de nove universidades de alto nível envolvidas no ensino a distância, distribuídas por 7 países ao redor do planeta.

Após a definição do modelo visual, seguindo as orientações levantadas para a construção de visualizações de dados e gráficos, foi desenvolvido um protótipo para a avaliação do modelo proposto. A intenção do protótipo era basear-se no modelo proposto e aplicá-lo no contexto de disciplinas reais ministradas na Universidade Aberta e ter suas funcionalidades avaliadas por potenciais utilizadores. No nosso caso, professores universitários que trabalham na UAb.

Por fim, com os resultados experimentais da avaliação do protótipo, obtivemos uma avaliação positiva de que o modelo aqui proposto cumpre com o objetivo de permitir que os professores tenham uma visão simplificada, porém completa, de suas disciplinas e

possam avaliar de forma visual e direta os estudantes de suas disciplinas. Ao final do período de avaliação, 29 professores da UAb haviam respondido ao inquérito de avaliação, resultando nas informações consolidadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Resultado da avaliação do modelo proposto

	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO PARCIALMENTE	NEUTRO	CONCORDO PARCIALMENTE	CONCORDO TOTALMENTE
Q1	3% (1)	10% (3)	7% (2)	59% (17)	21% (6)
Q2	3% (1)	14% (4)	3% (1)	45% (13)	34% (10)
Q3	3% (1)	0% (0)	7% (2)	55% (16)	34% (10)
Q4	0% (0)	0% (0)	21% (6)	31% (9)	48% (14)
Q5	3% (1)	3% (1)	7% (2)	31% (9)	55% (16)

Fonte: O autor, com base no inquérito de avaliação

Onde:

Q1: O *dashboard* permite que eu tenha uma visão geral das interações dos estudantes com o material de aprendizado

Q2: O *dashboard* provê informações relevantes sobre as interações dos estudantes dentro do ambiente virtual de aprendizagem

Q3: O *dashboard* apresenta um *layout* intuitivo

Q4: O *dashboard* é mais intuitivo que outras ferramentas de monitoramento dos alunos disponibilizadas no ambiente educacional utilizado atualmente

Q5: Eu usaria o *dashboard* como ferramenta educacional

Como resultado deste trabalho, foram respondidas as questões de investigação propostas no capítulo 1: (1) Quais são as métricas importantes para o acompanhamento dos alunos em um ambiente educacional de um curso em regime de ensino a distância online? (2) Como aplicar as técnicas de análise de aprendizado para coletar os dados e calcular estas métricas? (3) Qual é a melhor organização para a apresentação dos dados coletados nas plataformas de LMS?

As métricas, que foram alvo do objetivo (1) foram definidas através da avaliação de pesquisas relacionadas com o tema e a aplicação de um inquérito específico com professores envolvidos diretamente com educação a distância. Também foram respondidas as questões (2) e (3), com o levantamento das técnicas de coleta e visualização

de dados disponíveis e adequadas para cada métrica, bem como a forma de coletar os dados necessários e a forma de calcular cada indicador.

5.1 Trabalhos futuros

Foram identificadas melhorias e novas funcionalidades que poderiam ser adicionadas ao modelo aqui proposto, como o detalhamento de atividades e a exibição de dados mais granulados em relação às participações nos fóruns e visualização do material de aprendizado disponibilizado no LMS.

Os professores que avaliaram o modelo não viram valor na exibição dos dados de distribuição de notas (posição inferior esquerda) e solicitaram sua substituição por uma visualização que permitisse a visualização da interação entre os estudantes e professores.

Outra proposta a ser considerada foi a de utilização de cores, como as de um semáforo, nos gráficos da direita, para indicar os estudantes que estão melhores classificados e os que estão em risco de abandonar a disciplina.

Além disso, o modelo pode ser implementado utilizando uma ferramenta de BI mais robusta, com a coleta contínua dos dados educacionais, para a avaliação completa utilizando dados atualizados para a verificação de sua utilidade no mundo real.

BILIOGRAFIA

- ALI, Liaqat *et al.* - A qualitative evaluation of evolution of a learning analytics tool. **Computers & Education**. . ISSN 03601315. 58:1 (2012) 470–489. doi: 10.1016/j.compedu.2011.08.030.
- ANDERSON, Terry - **The Theory and Practice of Online Learning**. Second edition ed. [S.l.] : Athabasca University Press, 2008. ISBN 978-1-897425-07-7.
- BATES, Anthony W. - **Managing Technological Change: Strategies for College and University Leaders**The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series. [Em linha]. [S.l.] : Jossey-Bass Publishers, 2000 [Consult. 26 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://eric.ed.gov/?id=ED438793>. ISBN ISBN-0-7879-4681-8.
- BERNDTSSON, Mikael *et al.* - **Thesis projects: a guide for students in computer science and information systems**. [S.l.] : Springer Science & Business Media, 2007
- CAMPBELL, Laurie; HARTSHORNE, Richard - **ICEL 2017 - Proceedings of the 12th International Conference on eLearning**. [S.l.] : ACPIL, 2017. ISBN 978-1-911218-35-7.
- CEREZO, Rebeca *et al.* - Students' LMS interaction patterns and their relationship with achievement: A case study in higher education. **Computers & Education**. . ISSN 03601315. 96:2016) 42–54. doi: 10.1016/j.compedu.2016.02.006.
- CHEN, Chun-Houh; HÄRDLE, Wolfgang Karl; UNWIN, Antony - Introduction. Em CHEN, CHUN-HOUH; HÄRDLE, WOLFGANG; UNWIN, ANTONY (Eds.) - **Handbook of Data Visualization**Springer Handbooks Comp.Statistics. [Em linha]. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2008 [Consult. 26 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://doi.org/10.1007/978-3-540-33037-0_1>. ISBN 978-3-540-33037-0. p. 3–12.
- CHITSAZ, Mahsa; VIGENTINI, Lorenzo; CLAYPHAN, Andrew - Toward the development of a dynamic dashboard for FutureLearn MOOCs: insights and directions. Em **Show Me The Learning. Proceedings ASCILITE 2016**. Adelaide : [s.n.]
- CLOW, Doug - An overview of learning analytics. **Teaching in Higher Education**. . ISSN 1356-2517. 18:6 (2013) 683–695. doi: 10.1080/13562517.2013.827653.

- CONDE, Miguel Ángel *et al.* - Exploring Student Interactions: Learning Analytics Tools for Student Tracking. Em ZAPHIRIS, PANAYIOTIS; IOANNOU, ANDRI (Eds.) - **Learning and Collaboration Technologies**. [S.l.] : Springer International Publishing, 2015. ISBN 978-3-319-20609-7
- CONIJN, Rianne *et al.* - Predicting Student Performance from LMS Data: A Comparison of 17 Blended Courses Using Moodle LMS. **IEEE Transactions on Learning Technologies**. . ISSN 1939-1382. 10:1 (2017) 17–29. doi: 10.1109/TLT.2016.2616312.
- DIETZ-UHLER, Beth; HURN, Janet E. - Using Learning Analytics to Predict (and Improve) Student Success: A Faculty Perspective. **Journal of Interactive Online Learning**. . ISSN 1541-4914. 12:1 (2013) 17–26.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES, José Antonio Valle Júnior - **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Edição: 1ª ed. [S.l.] : Bookman, 2014. ISBN 978-85-8260-298-0.
- ECKERSON, Wayne W. - **Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing Your Business**. 2nd. ed. New York : John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0-470-58983-0.
- FERGUSON, Rebecca - Learning analytics: drivers, developments and challenges. **International Journal of Technology Enhanced Learning**. . ISSN 1753-5255, 1753-5263. 4:5/6 (2012) 304. doi: 10.1504/IJTEL.2012.051816.
- FEW, Stephen - **Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring**. 2nd. ed. Burlingame, CA : Analytics Press, 2013. ISBN 978-1-938377-00-6.
- FRIENDLY, Michael - A Brief History of Data Visualization. Em CHEN, CHUN-HOUH; HÄRDLE, WOLFGANG; UNWIN, ANTONY (Eds.) - **Handbook of Data Visualization** Springer Handbooks Comp.Statistics. [Em linha]. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2008 [Consult. 26 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://doi.org/10.1007/978-3-540-33037-0_2>. ISBN 978-3-540-33037-0. p. 15–56.

- GUITART, Isabel; CONESA, Jordi - Analytic Information Systems in the Context of Higher Education: Expectations, Reality and Trends. Em **2015 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems** [Em linha]. Taipei, Taiwan : IEEE, Set. 2015 [Consult. 27 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://ieeexplore.ieee.org/document/7312087/>. ISBN 978-1-4673-7695-2
- HEER, Jeffrey; BOSTOCK, Michael; OGIEVETSKY, Vadim - A Tour Through the Visualization Zoo. **Queue**. . ISSN 1542-7730. 8:5 (2010) 20:20–20:30. doi: 10.1145/1794514.1805128.
- HU, Ya-Han; LO, Chia-Lun; SHIH, Sheng-Pao - Developing early warning systems to predict students' online learning performance. **Computers in Human Behavior**. . ISSN 07475632. 36:2014) 469–478. doi: 10.1016/j.chb.2014.04.002.
- ITU - **Measuring the Information Society Report 2018 – Volume 1**. Geneva, Switzerland : International Telecommunications Union (ITU), 2018
- KEIM, D. A. - Information visualization and visual data mining. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**. . ISSN 10772626. 8:1 (2002) 1–8. doi: 10.1109/2945.981847.
- KERZNER, Harold - Dashboards. Em **Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance**. 3 edition ed. Hoboken, New Jersey : Wiley, 2017. ISBN 978-1-119-42728-5. p. 253–364.
- LI, Yan - A Remodeling Method of Automatic Learning Process Based on LMS in E-Learning. Em **2009 International Conference on Web Information Systems and Mining** [Em linha]. Shanghai, China : IEEE, Nov. 2009 [Consult. 27 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://ieeexplore.ieee.org/document/5369262/>. ISBN 978-0-7695-3817-4
- LUNA, J. M.; CASTRO, C.; ROMERO, C. - MDM tool: A data mining framework integrated into Moodle: MDM TOOL: A MOODLE DATA MINING FRAMEWORK. **Computer Applications in Engineering Education**. . ISSN 10613773. 25:1 (2017) 90–102. doi: 10.1002/cae.21782.

- MACFADYEN, Leah P.; DAWSON, Shane - Mining LMS data to develop an “early warning system” for educators: A proof of concept. **Computers & Education**. . ISSN 03601315. 54:2 (2010) 588–599. doi: 10.1016/j.compedu.2009.09.008.
- MARTIN, Florence; NDOYE, Abdou - Using Learning Analytics to Assess Student Learning in Online Courses. **Journal of University Teaching & Learning Practice**. 13:3 (2016).
- MAZZA, Riccardo - **Using information visualisation to facilitate instructors in web-based distance learning** [Em linha]. [S.l.] : Università della Svizzera italiana, 22 Jun. 2004 Disponível em WWW:<URL:<http://doc.rero.ch/record/4197>>.
- MCCURDY, Nina; DYKES, Jason; MEYER, Miriah - Action Design Research and Visualization Design. Em **Proceedings of the Beyond Time and Errors on Novel Evaluation Methods for Visualization - BELIV '16** [Em linha]. Baltimore, MD, USA : ACM Press, 2016 [Consult. 21 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2993901.2993916>>. ISBN 978-1-4503-4818-8
- MCKENNA, Sean *et al.* - Design Activity Framework for Visualization Design. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**. . ISSN 1077-2626. 20:12 (2014) 2191–2200. doi: 10.1109/TVCG.2014.2346331.
- MICHAILIDIS, George - Data Visualization Through Their Graph Representations. Em CHEN, CHUN-HOUH; HÄRDLE, WOLFGANG; UNWIN, ANTONY (Eds.) - **Handbook of Data Visualization** Springer Handbooks Comp.Statistics. [Em linha]. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2008 [Consult. 26 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://doi.org/10.1007/978-3-540-33037-0_5>. ISBN 978-3-540-33037-0. p. 103–120.
- MILLER, Tim - **Find the Best Visualizations for Your Metrics – How to Design a Dashboard** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 6 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://dataschool.com/learn/find-the-best-chart-for-your-metrics>>.
- MITCHELL, Joshua J.; RYDER, Andrew J. - Developing and Using Dashboard Indicators in Student Affairs Assessment. **New Directions for Student Services**. . ISSN 1536-0695. 2013:142 (2013) 71–81. doi: 10.1002/ss.20050.

- MÖDRITSCHER, Felix; ANDERGASSEN, Monika; NEUMANN, Gustaf - Dependencies between E-Learning Usage Patterns and Learning Results. Em **Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies - i-Know '13** [Em linha]. Graz, Austria : ACM Press, 2013 [Consult. 13 abr. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2494188.2494206>. ISBN 978-1-4503-2300-0
- MOTTUS, Alex *et al.* - Use of Dashboards and Visualization Techniques to Support Teacher Decision Making. Em **Ubiquitous Learning Environments and Technologies** Lecture Notes in Educational Technology. . Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. ISBN 978-3-662-44658-4. p. 181–199.
- MWALUMBWE, Imani; MTEBE, Joel S. - Using Learning Analytics to Predict Students' Performance in Moodle Learning Management System: A Case of Mbeya University of Science and Technology. **The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries**. . ISSN 16814835. 79:1 (2017) 1–13. doi: 10.1002/j.1681-4835.2017.tb00577.x.
- NIVEN, Paul R. - **Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results**. 2nd. ed. Hoboken, N.J : John Wiley & Sons, 2006. ISBN 978-0-471-78049-6.
- O'NEIL, Therese DonGiovanni - How Distance Education Has Changed Teaching and the Role of the Instructor. **Information Systems Education Journal**. . ISSN 1545-679X. 7:48 (2009).
- PAUWELS, Koen *et al.* - Dashboards as a Service: Why, What, How, and What Research Is Needed? **Journal of Service Research**. . ISSN 1094-6705, 1552-7379. 12:2 (2009) 175–189. doi: 10.1177/1094670509344213.
- RASMUSSEN, Nils; CHEN, Claire Y.; BANSAL, Manish - **Business dashboards: a visual catalog for design and deployment**. Hoboken, N.J : John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-0-470-41347-0.
- ROBERTS, Jonathan C.; HEADLEAND, Chris; RITSOS, Panagiotis D. - Sketching Designs Using the Five Design-Sheet Methodology. **IEEE Transactions on Visualization and**

- Computer Graphics**. . ISSN 1077-2626. 22:1 (2016) 419–428. doi: 10.1109/TVCG.2015.2467271.
- ROMERO, Cristobal *et al.* - Web usage mining for predicting final marks of students that use Moodle courses. **Computer Applications in Engineering Education**. . ISSN 10613773. 21:1 (2010) 135–146. doi: 10.1002/cae.20456.
- SANTOSO, Harry B. *et al.* - The Development of a Learning Dashboard for Lecturers: A Case Study on a Student-Centered E-Learning Environment. **Journal of Educators Online**. . ISSN 1547-500X. 15:1 (2018).
- SAS - Data Visualization Techniques: From Basics to Big Data With SAS Visual Analytics. (2014).
- SKORKA, Alexander - Successful Dashboard Implementation in Practice: How to Overcome Implementation Barriers and Ensure Long-term Sustainability. **International Journal of Market Research**. . ISSN 1470-7853, 2515-2173. 59:2 (2017) 239–262. doi: 10.2501/IJMR-2017-017.
- STEPHENS-MARTINEZ, Kristin; HEARST, Marti A.; FOX, Armando - Monitoring MOOCs: Which Information Sources Do Instructors Value? Em **Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale ConferenceL@S '14**. [Em linha]. New York, NY, USA : ACM, 2014 [Consult. 10 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://doi.acm.org/10.1145/2556325.2566246>. ISBN 978-1-4503-2669-8
- TOKOLA, Henri *et al.* - Designing Manufacturing Dashboards on the Basis of a Key Performance Indicator Survey. **Procedia CIRP**. . ISSN 22128271. 57:2016) 619–624. doi: 10.1016/j.procir.2016.11.107.
- UNWIN, Antony - Good Graphics? Em **Handbook of Data Visualization** [Em linha]. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2008 [Consult. 14 abr. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-33037-0_3>. ISBN 978-3-540-33036-3. p. 57–78.
- VENABLE, Melissa - **Annual Trends in Online Education Report** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 5 set. 2019]. Disponível em

WWW:<URL:https://www.bestcolleges.com/perspectives/annual-trends-in-online-education/>.

- VILARINHO, Sandrina; LOPES, Isabel; SOUSA, Sérgio - Developing dashboards for SMEs to improve performance of productive equipment and processes. **Journal of Industrial Information Integration**. . ISSN 2452414X. 12:2018) 13–22. doi: 10.1016/j.jii.2018.02.003.
- WANG, Minhong - A KPI-Based Approach to Performance-Oriented Workplace e-Learning. Em WANG, MINHONG (Ed.) - **E-Learning in the Workplace** [Em linha]. Cham : Springer International Publishing, 2018 [Consult. 27 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-64532-2_10>. ISBN 978-3-319-64530-8. p. 105–111.
- YIGITBASIOGLU, Ogan M.; VELCU-LAITINEN, Oana - The Use of Dashboards in Performance Management: Evidence from Sales Managers. **The International Journal of Digital Accounting Research**. . ISSN 15778517. 12:2012) 36–58. doi: 10.4192/1577-8517-v12_2.
- YOU, Ji Won - Identifying significant indicators using LMS data to predict course achievement in online learning. **The Internet and Higher Education**. . ISSN 10967516. 29:2016) 23–30. doi: 10.1016/j.iheduc.2015.11.003.
- YU, Taeho; JO, Il-Hyun - Educational technology approach toward learning analytics: relationship between student online behavior and learning performance in higher education. Em **Proceedins of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge - LAK '14** [Em linha]. Indianapolis, Indiana : ACM Press, 2014 [Consult. 13 abr. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2567574.2567594>. ISBN 978-1-4503-2664-3
- ZINN, Claus; SCHEUER, Oliver - Getting to Know Your Student in Distance Learning Contexts. Em NEJDL, WOLFGANG; TOCHTERMANN, KLAUS (Eds.) - **Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing** [Em linha]. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2006 [Consult. 28 jan. 2019]. Disponível em

WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/11876663_34>. ISBN 978-3-540-45777-0v. 4227. p. 437–451.

ANEXO I – Inquérito para definição das métricas

Este apêndice apresenta uma cópia do inquérito submetido a alguns professores envolvidos em educação a distância e correu nos meses de Novembro de 2018 e Janeiro de 2019. O objetivo deste inquérito era coletar informações que ajudaram a entender as métricas valorizadas pelos professores para a construção do dashboard. No anexo II apresentarei as respostas brutas.

Utilização de Dashboards para Avaliação de Estudantes

Obrigado por concordar em participar neste importante inquérito para a minha dissertação de mestrado em Informação e Sistemas Empresariais (MISE) na Universidade Aberta / Universidade de Lisboa.

Suas opiniões e pensamentos serão usados como instrumentos para projetar um protótipo de um painel para os professores poderem monitorar visualmente a evolução de suas turmas e identificar rapidamente possíveis problemas com os alunos.

Essa pesquisa deve levar aproximadamente 10 minutos para ser concluída e todas as respostas são anônimas.

O resultado da minha dissertação será um protótipo de um dashboard para acompanhar o desempenho dos estudantes de uma disciplina em regime de ensino a distância.

A seguir, temos um exemplo de um dashboard:



Exemplo de dashboard¹⁷

¹⁷ <https://dribbble.com/shots/1356901-Web-Dashboard-v2>

Parte A: Informações de qualificação

Qual é o nome de sua Universidade?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Qual é o seu país?

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<aqui havia uma lista com 195 países para o utilizador escolher>

Qual é a sua idade?

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- < 35
- 35-39
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-65
- 65 <

Qual é o seu sexo?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Qual é o seu campo de pesquisa/ensino?

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- Artes e Humanidades
- Administração e Economia
- Clínica e Saúde
- Ciência da Computação

- Engenharia e Tecnologia
- Ciências da Vida
- Ciências Físicas e Matemáticas
- Ciências Sociais

Por favor, indique em quantos cursos online está envolvido.

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- 1
- 2-5
- 6-10
- mais de 10

Com que nível de alunos você trabalha em cursos online?

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- Escola secundária
- Universidade/faculdade (1 Ciclo)
- Universidade/faculdade (2 e 3 Ciclos)

Quantos alunos havia na sua maior turma de ensino a distância?

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- Menos de 20
- 20-50
- 51-100
- Mais de 100

Há quanto tempo você está envolvido em cursos de ensino a distância?

Escolha uma das seguintes respostas

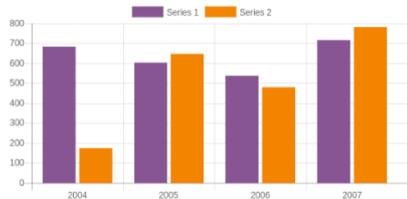
Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- 1 ano ou menos
- 2 anos
- 3 anos
- 4 anos
- 5 anos ou mais

Parte B - Visualizações de dados

Em uma escala de 1 a 5, em que 1 significa "não uso" e 5 "uso muito", indique, para cada tipo de gráfico abaixo, qual deles você está mais acostumado(a) a usar.

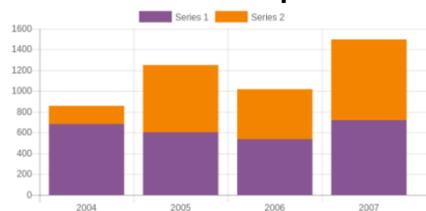
Gráfico de Barras



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

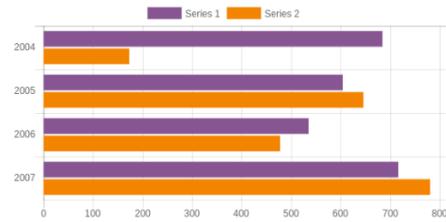
Gráfico de Barras Empilhado



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

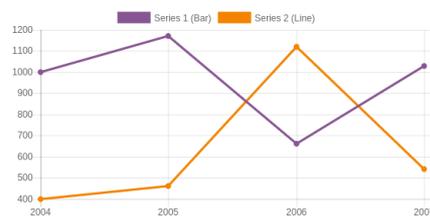
Gráfico de Barras Horizontais



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

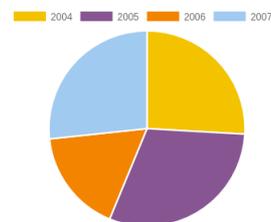
Gráfico de Linhas



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

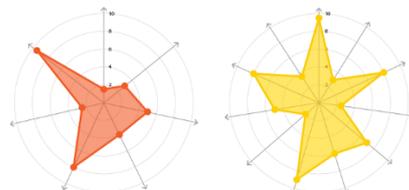
Gráfico de Pizza



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

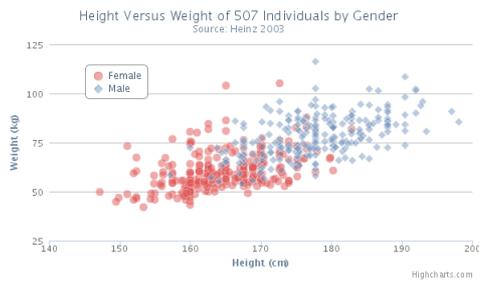
Gráfico de Radar



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Gráfico de Dispersão



Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Parte C - Detalhes da plataforma

Qual plataforma online você utiliza principalmente?

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- Coursera
- edX
- Moodle
- OpenEdX
- Outro
- Não sei

Gostaria de compartilhar o nome da plataforma?

Responda a esta pergunta apenas se as seguintes condições são verdadeiras:

A resposta for 'Outro' na pergunta (Qual plataforma online você utiliza principalmente?)

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Qual das seguintes ferramentas você já usou em cursos on-line? (você pode selecionar mais de uma opção)

Selecione todas as que se aplicarem

Por favor, selecione todas as que se aplicam:

- Materiais de conteúdo
- Fórum de discussão
- E-mail
- Bate-papo (comunicação síncrona)
- Quadro branco compartilhado
- Glossário
- Calendário
- Apresentações estudantis
- Conferência de áudio e / ou vídeo baseada na Web
- Home pages dos alunos
- Outras ferramentas

Por favor, especifique

Responda a esta pergunta apenas se as seguintes condições são verdadeiras:

A resposta for 'Outras ferramentas' na pergunta (Qual das seguintes ferramentas você já usou em cursos on-line?)

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Qual das seguintes técnicas e ferramentas de avaliação você usou em cursos on-line? (você pode selecionar mais de uma opção)

Selecione todas as que se apliquem

Por favor, selecione todas as que se aplicam:

- Teste de teste (por exemplo, múltipla escolha, preencha o espaço em branco, jogo, etc)
- Atribuições (avaliadas pelo professor)
- Trabalho em equipe
- Análise de discussões em fóruns
- Estatísticas de uso (por exemplo, páginas visitadas, a faixa de atividades dos alunos, etc.)
- Análise de arquivos de log
- Outros métodos de avaliação

Por favor, especifique.

Responda a esta pergunta apenas se as seguintes condições são verdadeiras:

A resposta for na pergunta (Qual das seguintes técnicas e ferramentas de avaliação você usou em cursos on-line?)

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Supondo que o seu ambiente de aprendizagem possa fornecer informações sobre seus alunos, como você usaria essas informações em seus cursos: (você pode selecionar mais de uma opção):

Selecione todas as que se apliquem

Por favor, selecione todas as que se aplicam:

- Adaptar o ensino ao indivíduo ou grupo de alunos
- Identificar e remediar equívocos comuns
- Para criar grupos ideais de aprendizagem ou tutoria de pares
- Para responder a indivíduos específicos de maneira apropriada
- Outro

Por favor, especifique

Responda a esta pergunta apenas se as seguintes condições são verdadeiras:

A resposta for 'Outro' na pergunta (Supondo que o seu ambiente de aprendizagem possa fornecer informações sobre seus alunos, como você usaria essas informações em seus cursos)

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

A plataforma de ensino possui um dashboard para monitorar o comportamento do aluno?

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
---------------------------	---------------------------

Com que frequência você usa o dashboard?

Responda a esta pergunta apenas se as seguintes condições são verdadeiras:

A resposta for 'Sim' na pergunta (A plataforma de ensino possui um dashboard para monitorar o comportamento do aluno?)

Escolha uma das seguintes respostas

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

- Diariamente
- 2 - 3 vezes por semana
- Uma vez por semana
- Ocasionalmente
- Nunca

O dashboard é eficaz para:

Responda a esta pergunta apenas se as seguintes condições são verdadeiras:

A resposta for 'Sim' na pergunta (A plataforma de ensino possui um dashboard para monitorar o comportamento do aluno?)

Por favor, selecione a posição apropriada para cada elemento:

	5 (Mais eficaz)	4	3	2	1 (Menos eficaz)
Monitorar a participação dos alunos?	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Verificar as realizações dos alunos?	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Identificar os alunos que estão com problemas?	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Monitorar o desempenho geral da classe?	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>

Parte D - Metas de monitoramento do curso

Quais métricas você gostaria de ter em um dashboard para monitorar uma classe?

Por favor, selecione a posição apropriada para cada elemento:

	5 (Eu gostaria mais disso)	4	3	2	1 (Eu não gostaria disso)
Acesso ao conteúdo online	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Distribuição das notas das atividades	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Tendência de realização de atividades	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Progresso curricular	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Localização geográfica dos estudantes	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Tendência de notas	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Visão geral da classe	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Participação nos fóruns	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Detalhes por estudante	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Notas dos estudantes	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
Quantidade de entregas de um projeto/atividade	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>

Você tem alguma métrica adicional que gostaria de ver em um dashboard para acompanhar a evolução dos estudantes?

Por favor, escreva sua lista abaixo, um item por linha:

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Parte E - Pensamentos adicionais

Você tem algum comentário adicional sobre o uso de dashboards para monitorar a evolução da classe?

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Se você deseja ser notificado quando os dados forem divulgados ao público, deixe um e-mail.

(Ele nunca será usado para nenhum outro propósito, nunca será compartilhado com ninguém e não estará presente nos dados brutos disponíveis ao público)

Por favor, escreva aqui a sua resposta:

Encerramento

Obrigado por participar desta pesquisa.

O resultado e as respostas estarão disponíveis após a defesa (que eu espero que seja em julho de 2019) e se você tiver respondido ao campo de e-mail, você será notificado (Como dito anteriormente, seu e-mail não estará presente nos dados nem será compartilhado com qualquer pessoa).

**ANEXO II – Perfil dos participantes do inquérito
para definição das métricas**

As informações demográficas dos participantes, conforme mostrado nas Tabelas de II.1 a II.8, demonstram que foi possível coletar dados de um grupo grande e diversificado, distribuídos geograficamente e bem representados em termos de idade e sexo. O inquérito revelou que a maioria dos participantes era da Europa, mas uma razoável quantidade de participantes representou outras regiões, como Américas do Sul e do Norte, Ásia e Oriente Médio.

Também foi possível identificar que 60% dos participantes estão envolvidos na faixa de 2 a 5 cursos on-line (ver Tabela II.4) e um número aproximado de professores tem turmas com mais de 50 alunos, com distinção para classes acima de 100 alunos. Em termos de campo de ensino ou pesquisa, fomos capazes de atingir um grupo bem distribuído de participantes, sem o predomínio de nenhum campo em particular.

Tabela II.1 – Idade

Idade	Qtd	Pct
< 35	8	5,71%
35-39	15	10,71%
40-44	17	12,14%
45-49	27	19,29%
50-54	26	18,57%
55-59	16	11,43%
60-65	14	10,00%
65 <	6	4,29%
Não responderam	11	7,86%

Tabela II.2 – Gênero

Gênero	Qtd	Pct
Feminino	50	35,71%
Masculino	77	55,00%
Outros	2	1,43%
Não responderam	11	7,86%

Tabela II.3 – País

País	Qtd	Pct
Angola	1	0,71%
Brasil	22	15,71%
Camarões	1	0,71%
Canadá	18	12,86%
China (Hong Kong)	5	3,57%
Índia	1	0,71%
Israel	7	5,00%
Portugal	26	18,57%
Reino Unido	58	41,43%
São Tomé e Príncipe	1	0,71%

Tabela II.4 – Quantidade de cursos ministrada

Quantidade de cursos	Qtd	Pct
1	19	13,57%
02-05	84	60,00%
06-10	22	15,71%
Mais do que 10	10	7,14%
Não responderam	5	3,57%

Tabela II.5 – Campo de ensino ou pesquisa

Campo	Qtd	Pct
Artes e humanidades	18	12,86%
Negócios e economia	23	16,43%
Clínica e saúde	4	2,86%
Ciência da computação	14	10,00%
Engenharia e tecnologia	26	18,57%
Ciências da vida	8	5,71%
Ciências físicas e matemáticas	14	10,00%
Ciências sociais	28	20,00%
Não responderam	5	3,57%

Tabela II.6 – Nível do curso

Nível	Qtd	Pct
Licenciatura	71	50,71%
2º e 3º ciclos	63	45,00%
Educação continuada	1	0,71%
Não responderam	5	3,57%

Tabela II.7 – Tamanho da maior turma

Tamanho	Qtd	Pct
Menos de 20	12	9%
20-50	32	23%
51-100	30	21%
Mais de 100	60	43%
Não responderam	6	4%

Tabela II.8 – Tempo que leciona em cursos EAD

Tempo	Qtd	Pct
1 ano ou menos	6	4,29%
2 anos	10	7,14%
3 anos	6	4,29%
4 anos	12	8,57%
5 anos ou mais	103	73,57%
Não responderam	3	2,14%

Plataforma de Aprendizagem

Em relação à plataforma de ensino, 82 (58,57%) participantes declararam utilizar o Moodle como o LMS mais utilizado, 45 (32,14%) disseram usar outro tipo de LMS, dentre estes, temos alguns casos de plataformas desenvolvidas dentro das próprias universidades e uso de as plataformas MOOC como Coursera, edX e Futurelearn; Além disso, 17 (12,14%) participantes disseram não conhecer qual é a plataforma de ensino utilizado em sua universidade (ver Tabela II.9).

No entanto, ao analisar os dados dos participantes que responderam "Outros" à pergunta sobre a plataforma LMS e cruzá-los com os dados das universidades, pode-se perceber que o número de participantes que não sabem qual LMS sua instituição utiliza aumenta para 33 (23,57%). Além disso, quem utiliza outra plataforma de ensino cai para 25 (17,86%),

conforme mostra a Tabela II.9. Isso evidencia que um número significativo de professores não sabe ou não se importa em saber qual plataforma LMS é utilizada em sua universidade.

Tabela II.9 – LMS utilizado

LMS	Respostas Originais		Respostas Ajustadas	
	Qtd	Pct	Qtd	Pct
Coursera	2	1,43%	2	1,43%
edX	2	1,43%	2	1,43%
Moodle	80	57,14%	80	57,14%
Outros	43	30,71%	25	17,86%
Eu não sei	13	9,29%	31	22,14%

Ao cruzar as respostas com os nomes das universidades, concluímos que o Moodle é o LMS mais utilizado, pois das nove universidades representadas no inquérito, cinco o utilizam como plataforma primária, três utilizam soluções desenvolvidas internamente, e uma utiliza o Brightspace, conforme detalhado na Tabela II.10.

Tabela II.10 – LMS por universidade

Universidade	LMS
Athabasca University	Moodle
Fundação Getúlio Vargas (FGV)	Brightspace
The Indira Gandhi National Open University (IGNOU)	LMS Próprio (Não especificado)
The Open University (Open UK)	Moodle
The Open University of Hong Kong (Open HK)	LMS Próprio (OLE ¹⁸)
The Open University of Israel (Open Israel)	Moodle
Unisul Virtual	LMS Próprio (EVA ¹⁹)
Universidade Aberta (UAb)	Moodle
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)	Moodle

¹⁸ <https://ole.ouhk.edu.hk>

¹⁹ <https://www.uaberta.unisul.br>