
Solução de Analítica Acadêmica focado em Instituições Comunitárias de Ensino Superior

Academic analytics prototype focused on Community Higher Education Institutions

Fábio Josende Paz

PGIE - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Centro Universitário da Região da Campanha

Silvio César Cazella

PGIE - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Resumo: O ambiente educacional está cada vez mais complexo e competitivo, muitos dados são gerados e necessitam ser tratados e interpretados com competência e agilidade. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apresentar uma solução de Analítica Acadêmica para apoiar a gestão de Instituições Comunitárias de Ensino Superior. A pesquisa teve abordagem exploratória e interpretativa. O método de pesquisa focou na prototipação. Inicialmente, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura para identificar publicações acadêmicas focadas em Learning Analytics e Analítica Acadêmica com foco em gestão acadêmica, por fim foi desenvolvido um protótipo de um sistema de Analítica Acadêmica integrando técnicas de Learning Analytics, onde são apresentados indicadores importantes as Instituições Comunitárias de Ensino Superior organizados em painéis de fácil acesso, visualização e entendimento, evidenciando as possibilidades de apoio a gestão acadêmica.

Palavras-chave: Analítica Acadêmica. Análise da Aprendizagem. Gestão Acadêmica.

Abstract: The educational environment is increasingly complex and competitive, a lot of data is generated and needs to be treated and interpreted with competence and agility. In this sense, this article aims to present an Academic Analytics solution to support the management of Community Institutions of Higher Education. The research had an exploratory and interpretative approach. The research method focused on prototyping. Initially, a Systematic Literature Review was carried out to identify academic publications focused on Learning Analytics and Analítica Acadêmica with a focus on academic management. Finally, a prototype of an Analítica Acadêmica system integrating Learning Analytics techniques was developed, where important indicators are presented to the Institutions. Higher Education Community Organized in panels that are easy to access, view and understand, highlighting the possibilities of supporting academic management.

Keywords: Academic Analytics. Learning Analytics. Academic management.

1 Introdução

Atualmente, o ambiente das Instituições de Ensino Superior (IES) está mais complexo e competitivo do que nunca. Ainda, segundo o Censo da Educação Superior do Ministério da Educação, o número de alunos no ensino superior no Brasil cresce a cada ano (INEP, 2019), gerando novos desafios a serem enfrentados e como consequência a necessidade de uma gestão acadêmica e administrativa mais eficiente nas IES, as quais identificaram como imprescindíveis a adoção de plataformas tecnológicas para suporte na transformação pedagógica e na gestão das diversas dimensões de atuação no ensino (ANDRADE E FERREIRA, 2016). No entanto, essas plataformas geram uma quantidade significativa de dados que devem ser analisados. Dessa forma, diversos estudos são realizados aplicando ferramentas de *Learning Analytics* (LA) ou Análise da Aprendizagem e técnicas de *Educational Data Mining* (EDM) ou Mineração de Dados Educacionais convergindo para Análítica Acadêmica. O termo *Academic Analytics* ainda não possui tradução para o português, portanto, neste artigo se propõe utilizar a expressão "Análítica Acadêmica", onde analítica se efetiva através de análise, de exame: teoria analítica, e acadêmica se referênciam ao ambiente educacional universitário.

Estas expressões são frequentemente utilizadas, podendo ser definidas como: Mineração de Dados Educacionais (MDE) segundo Baker *et al.* (2011) tem como objetivo explorar conjuntos de dados coletados em ambientes educacionais, possibilitando de forma eficaz compreender os alunos, como aprendem, como ocorre a aprendizagem, além de outros fatores que influenciam na aprendizagem. Técnicas de MDE já foram aplicadas em vários estudos (PRABHA, SHANAVAS, 2014; COSTA *et al.*, 2015; PAZ e CAZELLA, 2017) com resultados satisfatórios gerando informação para apoio a gestores educacionais. Análise de Aprendizagem ou *Learning Analytics* (LA) consiste na medição, coleta, análise e interpretação dos dados produzidos nos ambientes educacionais, permitindo avaliar o progresso acadêmico, prever o futuro e identificar possíveis problemas (ARNOLD, 2010, LONG e SIEMENS, 2011; JOHNSON *et al.* (2011).

A expressão *Análítica Acadêmica* foi cunhada há pouco mais de uma década, (CAMPBELL, DEBLOIS, & OBLINGER, 2007; CAMPBELL & OBLINGER, 2007) sendo uma área relativamente nova e muitos termos se confundem na literatura, nesse sentido Barneveld, Arnold e Campbell (2012) realizaram um estudo aprofundado e propuseram uma estrutura conceitual que define Análítica Acadêmica como um processo para fornecer as IES os dados necessários para apoiar a tomada de decisões operacionais e financeiras e um guia para ações estratégicas. Os autores arguem que sua utilização permite que gestores educacionais acessem indicadores e históricos em tempo real através de painéis (*Dashboards*) sobre o desempenho da instituição, suas faculdades, centros ou departamentos, ampliando para seus cursos (CAMPBELL & OBLINGER, 2007), corroborando Baepler e Murdoch (2010) e Siemens (2012) afirmam que o termo surgiu no ensino superior para organizar o uso generalizado de práticas de EDM e LA, com foco em ferramentas de *Business Intelligence* (BI) que é o processo de coleta, organização, análise, monitoramento de informações que oferecem suporte a gestão de negócios, para fins operacionais em nível de universidade ou faculdade.

Long e Siemens (2011), Shum (2012) e Ifenthaler (2014) fazem parte de um grande grupo de autores que distinguem Análise de Aprendizagem de Analítica Acadêmica, sendo que este último conceito está mais relacionado com o nível institucional e supra-institucional, onde os beneficiados são gestores educacionais e administradores, enquanto que os beneficiados por LA são alunos e professores.

Referente à relevância, o tema justifica-se pela complexidade da análise de indicadores relacionados a processos de gestão acadêmica, atualmente uma gestão eficaz e com agilidade na tomada de decisão, significa muitas vezes a sobrevivência de instituições privadas e comunitárias, no entanto, situação semelhante já está ocorrendo em instituições de ensino superior públicas, onde a necessidade de melhor gestão dos recursos públicos se torna imprescindível. No mundo corporativo é comum a utilização de indicadores para a definição de metas individuais e coletivas e monitoramento da performance da organização e seus colaboradores. Já no ambiente acadêmico, a situação não é diferente. Definir e monitorar indicadores de desempenho é sinônimo de traçar os caminhos certos para que a organização cumpra com excelência sua missão. Corroborando com o tema o Ministério da Educação – MEC em 2017 apresentou seus novos instrumentos de avaliação de curso e Instituição de Ensino Superior, onde apresenta diversos indicadores de qualidade de curso e de gestão e não apenas quantitativos, essa nova diretriz do MEC eleva o nível de gestão das Instituição de Ensino Superior (INEP, 2017), o que gera a necessidade de ferramentas e profissionais mais preparados para esse novo olhar.

Frente a este cenário, o presente artigo tem como objetivo **apresentar uma solução de Analítica Acadêmica para apoiar a gestão de Instituições Comunitárias de Ensino Superior (ICES) do Rio Grande do Sul (RS)**. Portanto, neste artigo iremos apresentar na primeira seção as melhores práticas e as etapas para o desenvolvimento de um Analítica Acadêmica, além dos trabalhos relacionados e logo na sequência os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa e o protótipo de Analítica Acadêmica com suas interfaces e funções para apoiar a gestão de ICES. Por fim, apresentam-se as considerações finais e as referências deste estudo.

2 Desenvolvimento de uma aplicação de Analítica Acadêmica

Para Baepler e Murdoch (2010) e Barneveld, Arnold e Campbell (2012) a análise acadêmica combina dados institucionais selecionados, análise estatística e modelagem preditiva para criar inteligência sobre a qual alunos, instrutores ou os administradores podem mudar o comportamento acadêmico. Nesse sentido, os sistemas com base em Analítica Acadêmica devem ser utilizados por administradores, gestores acadêmicos (reitores, pró-reitores, diretores de centro, coordenadores de cursos, etc.), controles de qualidade, marketing, financiadores de IES para suporte e guia para ações (CAMPBELL, DEBLOIS, & OBLINGER, 2007; CAMPBELL & OBLINGER, 2007; LONG & SIEMENS, 2011), sendo possível identificar cinco etapas no seu uso: 1. captura de dados; 2. produção de relatórios com base nos dados recolhidos; 3. identificação de informação relevante/padrões/previsões; 4. Intervenção; 5. redefinição de ações (CAMPBELL & OBLINGER, 2007). Entretanto, Andrade e Ferreira (2016) em seus estudos organizaram e

apresentam de uma forma mais didática as etapas para o desenvolvimento de Analítica Acadêmica, conforme Figura 1.

Figura 1: Etapas de desenvolvimento de Analítica Acadêmica



Fonte: adaptado de Andrade e Ferreira, 2016

Acesso: nessa etapa desafios tecnológicos para acesso aos dados surgem, pois geralmente são necessários dados de diferentes origens como: sistemas internos (LMS, sistemas acadêmicos, Sistemas financeiros, etc), sistemas externos (Google Analytics, mídias sociais, etc), já a internet das coisas em crescente expansão pode gerar dados como acesso dos alunos com cartões, sensores, etc.

Transformação: é o trabalho de agregar fontes, limpar e normalizar os dados. Esta etapa requer a conversão de códigos simbólicos em numéricos, transformação e seleção de atributos.

Analytics: organiza-se a informação de acordo com as necessidades da IES, de modo a fornecer informações pertinentes a tomada de decisão. Estas informações devem ser discutidas com os decisores dos diferentes órgãos da IES, determina-se os indicadores e relatórios que deverão integrar o sistema. Ainda, são executados algoritmos preditivos e descritivos.

Visualização: é a forma como os dados são apresentados, geralmente a melhor visualização são através de dashboards dinâmicos e tabelas informativas, de forma TOP DOW, ou seja, das informações macro para as micro.

Exploração: A exploração dos dados está ligada a estratégia da IES no uso do Analítica Acadêmica, estando presente na tomada de decisão e na definição de ações em várias dimensões e escalas (desde o aluno individual até as estratégias da IES). As permissões de acesso devem ser de acordo com o perfil do utilizador, gerando segurança e sigilo dos dados (DZIUBAN, MOSKAL, CAVANAGH & WATTS, 2012).

Nessa perspectiva, Barneveld, Arnold e Campbell (2012); Mat et al. (2013); Palmer (2013); Andrade e Ferreira (2016) e Paz e Cazella (2019) citam algumas vantagens significativas na utilização de Analítica Acadêmica na Gestão das IES: fluxo de conhecimento melhorado em toda a organização; *benchmarking* e outras comparações com outras faculdades/ universidades; a percepção do sucesso dos alunos em relação a outros sistemas escolares; a redução de custos; a tomada de decisão fundamentada (maior conhecimento sobre fatores que impactam o sucesso de aprendizagem); a alocação mais eficaz de recursos (em consequência das informações precisas e atualizadas dentro da instituição); maior eficiência na economia de recursos financeiros e

humanos; melhor planejamento de cursos; melhoria no processo de captação e retenção de estudantes; otimização no agendamento de salas de aula; maximizar as doações de ex-alunos; melhor organização e visualização dos dados.

Segundo Olmos, M. & Corrin, L. (2012), somente em mostrar os dados de uma forma melhor organizada, já traz uma ajuda significativa a gestão, nesse sentido, Dashboards auxiliam aos gestores na organização da informação, nesta linha, o *Analytics* permite aos gerentes das IES acessar indicadores históricos, ou em tempo real, sobre vários aspectos da instituição e suas unidades organizacionais (corpo docente / escolas e departamentos) (ANDRADE E FERREIRA, 2016). Cantabella *et al.* (2019), acrescenta que os resultados dos indicadores para terem um melhor efeito devem ser apresentados de forma intuitiva e de fácil entendimento, porque geralmente estes dados são discutidos por pessoas que não são especialistas na ciência de dados. Nesse sentido, McNaughton *et al.* (2017) afirma que a qualidade dos dados é fundamental para o sucesso da análise.

Alguns cuidados são importantes para utilização de Analítica Acadêmica: Mattingly *et al.* (2012) em seu estudo faz algumas recomendações em relação a visualização dos dados: Os dados devem ser apresentados em imagens (gráficos) prontamente interpretáveis. Os gestores necessitam acesso a resumos visuais concisos e não relatórios demorados. Os painéis devem ser fáceis de usar e entender e serem personalizáveis para permitir mudanças de papéis e contextos, conforme necessário. Para Campbell *et al.* (2007), são necessários indicadores específicos para gestão acadêmica, auxiliando a tomada de decisão, mas não apenas números financeiros ou indicadores isolados sobre matrículas etc. E para Bienkowski *et al.* (2012), é necessário construir uma cultura receptiva em relação ao uso de dados para a melhoria contínua, e que uma boa estratégia é utilizar uma aplicação de pequena escala, além da utilização de dados com fácil visualização e que tragam informações relevantes ao contexto da IES, ainda desenvolver mecanismos de suporte à decisão e recomendação que minimizem a medida em que os gestores precisem analisar ativamente os dados. Corroborando, Campbell *et al.* (2007) afirmam que é necessário diminuir a dependência da análise de experientes gestores de dados para auxiliar os gestores das IES. Nesse contexto, na próxima seção, apresenta-se a construção metodológica do modelo e o protótipo de Analítica Acadêmica para a ICES.

3 Trabalhos relacionados

Os trabalhos relacionados aqui apresentados foram identificados por meio de duas revisões sistemáticas da literatura sobre Analítica Acadêmica (PAZ E CAZELLA, 2019) e Sistemas de Recomendação com mineração de dados e Learning Analytics (PAZ E CAZELLA, 2018), nestes trabalhos foi possível identificar sistemas e ferramentas computacionais e os mais relevantes estão descritos a seguir.

O sistema Analytics Dashboard for Advisers (LADA) de Gutiérrez *et al.* (2019), foi concebido para apoiar o processo de tomada de decisão dos consultores acadêmicos, através de análise comparativa e preditiva, utilizando basicamente Learning Analytics em seu processo, apresenta

um dashboard com foco em alunos e professores para aconselhamento acadêmico. Nesse estudo, foi realizada uma avaliação do sistema em duas Instituições de Ensino Superior: uma da Europa e outra da América Latina. Para o desenvolvimento do projeto foi utilizada a abordagem de projeto centrada no usuário. LADA é um painel de Learning Analytics que apoia os consultores acadêmicos na elaboração de um plano semestral para os alunos com base em seu histórico acadêmico, além de incluir uma previsão de risco acadêmico do aluno (evasão por motivos acadêmicos), usando uma técnica de agrupamento (algoritmo de cluster: Fuzzy C-means). O LADA foi implementado seguindo uma arquitetura cliente-servidor, no lado do cliente foi disponibilizado uma aplicação web. No lado do servidor, uma API Python foi implementada para prever o risco acadêmico do aluno com base em dados históricos. Os resultados do teste foram promissores, os professores envolvidos no teste aprovaram o sistema principalmente em relação a organização dos dados e o acompanhamento individual do aluno, a usabilidade do sistema também teve destaque positivo na avaliação.

O protótipo de Análítica Acadêmica desenvolvido por Andrade e Ferreira (2016), Ferreira e Andrade (2013, 2014) para a Universidade Católica do Porto com foco nos professores, apesar de não apresentar uma ferramenta específica para coordenadores de curso, tem um grande potencial para este fim, o protótipo acessa as bases de dados dos sistemas: Learning Content Management System (LCMS) – Blackboard da IES, para informações acadêmica; já as informações administrativas do sistema Serviços de Gestão Acadêmica (SOPHIA) e a informações da gestão da qualidade pelo Sistema de Garantia Interna de Qualidade (SIGIQ). Apesar do acesso automático a estas bases de dados, segundo os autores houve dificuldade para a normalização e agregação dos dados, o que permitiu apenas uma aplicação em MSAccess, sem a possibilidade de cruzar e filtrar dados com mais detalhes, requisitos fundamentais para a personalização de relatórios e gráficos analíticos, ainda que não apresenta um dashboard para melhor apresentação dos dados.

Foi encontrado uma ferramenta para coordenadores de curso, no artigo de Olmos, M. & Corrin, L. (2012), onde, através das ferramentas computacionais Google's interactive Motion Chart tool e Microsoft Excel, são apresentados indicadores através de um dashboard, todavia, não é automatizado, gerando um trabalho árduo por parte dos responsáveis, além do foco ser a construção e revisão de currículos. Apesar disso, os autores perceberam o grande potencial de Análítica Acadêmica para auxiliar na qualidade da aprendizagem e equidade dos alunos, fornecendo evidências do engajamento dos alunos no currículo.

Apesar de não possuir um sistema computacional criado no trabalho de McNaughton et al, (2017), foi desenvolvido um protótipo de Dashboard com o propósito de gerenciamento do ciclo de vida do estudante, a utilização de aplicativos e o rendimento escolar, estas informações são repassadas aos gestores acadêmicos. A abordagem foi desenvolvida usando Design Science, que envolve o desenvolvimento e avaliação rigorosa de um artefato. A abordagem ágil é o artefato e a avaliação do projeto foi realizada utilizando o método observacional de estudos de casos primários onde o artefato é estudado em profundidade com um estudo de caso em uma das principais instituições de ensino do caribe. Os resultados demonstraram que a utilização de

métodos ágeis, utilizando tecnologias com código aberto agilizam o desenvolvimento e que um dashboard com indicadores permitiu uma simplicidade para análise das informações.

O estudo de Cantabella et al. (2019) apresenta um estudo de caso realizado na Universidade Católica de Múrcia, o principal objetivo foi obter conhecimento sobre o comportamento dos últimos 04 (quatro) anos dos estudantes de acordo com a modalidade de aprendizagem (presencial e online). Para a realização do protótipo de Análítica Acadêmica utilizou-se com base de dados uma plataforma e-learning o SAKAI LMS, sendo que as apresentações dos resultados têm como foco professores e alunos. Foi proposto o uso de tecnologias de big data e um framework para tentar obter padrões de comportamento dos alunos e fornecer conclusões para aumentar o desempenho e melhorar o processo de aprendizagem. Para todo o processo de Análítica Acadêmica foram utilizados: uma solução big data (Azure HDInsight), a ferramenta Sqoop para transferir os dados do banco de dados do SAKAI para um Data warehouse, além da implementação do algoritmo Apriori usando o Hadoop MapReduce framework para obter as regras de associação. Os resultados obtidos foram apresentados utilizando técnicas analíticas visuais para detectar tendências e deficiências no uso do LMS pelos alunos. Contudo, todo o processo Análítica Acadêmica criado não é automatizado, devendo ser repetido para analisar novos períodos, dessa forma é necessário um especialista para a disponibilização dos dados para os interessados.

No estudo Ndukwe et al. (2018), foi apresentado uma abordagem de Análítica Acadêmica para apoiar a tomada de decisão no ensino superior, incorporando análise e apresentação de resultados orientando casos de testes na área do ensino. A abordagem simulada foi realizada com a ferramenta não gratuita Splunk que é uma plataforma de Big Data projetada para coletar e analisar grandes volumes de dados gerados, além de renderizar os resultados em dashboards em tempo real. Ao utilizar o Splunk Processing Language (SPL), consultas foram escritas para produzir diferentes relatórios sobre os alunos tal como; relatórios referentes ao desempenho médio dos alunos em cada trabalho, desempenho em cada questão, total de participantes de um programa em particular por ano e assim por diante. A união destes relatórios foi usada para criar um painel para os professores. O estudo apresentou resultados satisfatórios ao apresentar uma série de painéis visuais ilustrando padrões, tendências e resultados relacionados ao desempenho acadêmico dos alunos, porém, o estudo possui algumas limitações: não foi aplicado em um teste real, os dados são apenas quantitativos, os painéis não foram apresentados e discutidos com os professores.

Ainda, alguns trabalhos não tiveram foco em gestão, porém trouxeram contribuições significativas através das recomendações apresentadas em Dashboards como é o caso do estudo de Fulantelli et al. (2015) o qual utilizou o sistema MELOD que utiliza algoritmos de mineração de dados para apresentar recomendações acadêmicas para alunos e professores do ensino médio em um aplicativo de celular. Da mesma forma, o Sistema ELAT de (DYCKHOFF et al., 2012) que é um kit de ferramentas de Learning Analytics que permite ao professor monitorar e analisar suas atividades de ensino, possui recomendações para alunos e professores em vários painéis que auxiliam e apoiam os professores que mesmo sem conhecimento de mineração de dados

conseguem manipular estas informações. Na sequência apresenta-se a Tabela 1 com a categorização dos trabalhos encontrados.

Tabela 1: Análise e categorização dos trabalhos encontrados

Publicações	Feedback do sistema				Possui Dashboard	Aplicação própria	Processo automatizado	Utiliza LA	Utiliza MDE	Foco da ferramenta
	Alunos	Professores	Coordenadores	Gestão						
Gutiérrez et al. (2019)	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim (LADA)	Sim	Sim	Não	Aconselhamento acadêmico
Ferreira e Andrade (2016)	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não (protótipo)	Sim	Sim	Sim	Gestão Acadêmica
Olmos, M. & Corrin, L. (2012)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Construção e revisão de currículo
McNaughton et. Al, (2017)	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Gestão Acadêmica
Cantabella et al. (2019)	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Utilização LMS dos alunos
Ndukwe et al. (2018)	Não	sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Desempenho acadêmico
Fulantelli et al., (2015)	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim (MELOD)	Não	Sim	Sim	Aconselhamento Acadêmico
Dyckhoff et al., (2012)	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim (ELAT)	Sim	Sim	Não	Aconselhamento Acadêmico
Modelo Proposto	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Gestão Acadêmica

Fonte: Dos autores, 2020

Em resumo pelos projetos apresentados acima percebe-se um real potencial para sistemas baseados em Analítica Acadêmica para apoiar a gestão educacional de Instituições de Ensino Superior, nota-se a importância e destaque que a área terá no futuro próximo devido ao auxílio ao tratamento dos dados gerados, possibilitando uma gestão mais precisa, rápida e sistêmica de uma IES, entretanto, existem algumas limitações e problemas associados.

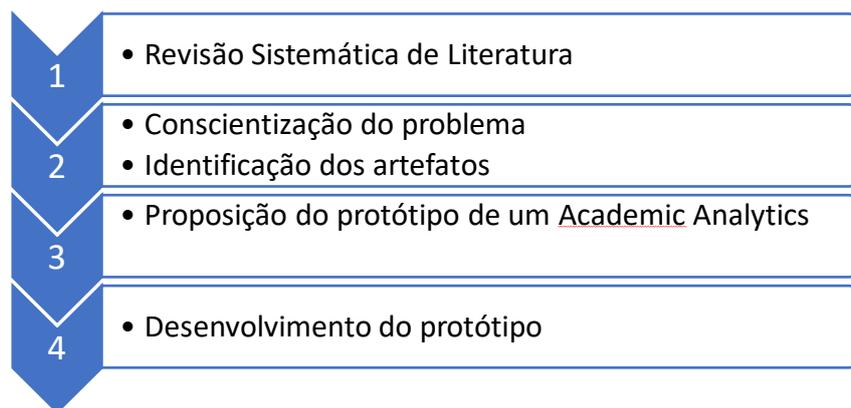
Percebe-se que um dos desafios é automatizar o processo de análise dos dados, facilitando e permitindo que não especialistas em Mineração de Dados e Learning Analytics possam utilizar estas informações de forma rápida e prática. Outra limitação é em relação aos indicadores para a gestão educacional encontrados, os quais tem foco principal em alunos, deixando a parte econômica e administrativa das IES em segundo plano. Ainda, o principal nicho de pesquisa identificado na área de Analítica Acadêmica é em relação a coordenadores de curso, os quais possuem muitas possibilidades de melhorias, pois não foi identificado nenhum sistema com indicadores que permitam o coordenador de curso fazer a gestão tanto acadêmica quanto administrativa de seus cursos.

Por fim, importante apontar que nenhum trabalho foi realizado no Brasil, sendo assim, torna-se mais relevante propor um modelo, implementar e avaliar um sistema baseado em Analítica Acadêmica que leve em consideração as necessidades da comunidade acadêmica brasileira, além de utilizar indicadores do MEC, para que o mesmo possa ser utilizado pelas ICES e seus gestores.

4 Materiais e métodos

Este estudo utilizou uma abordagem exploratória, interpretativa e como método a prototipação e um estudo de caso único. Para a prototipação se seguiu as etapas propostas por Pressman e Maxim (2016) e o estudo de caso único foi realizado em um Instituição Comunitária de Ensino Superior do Rio Grande do Sul – Brasil. Na sequência, os procedimentos metodológicos são apresentados, conforme figura 2.

Figura 2: Etapas da metodologia



Fonte: Dos autores, 2020

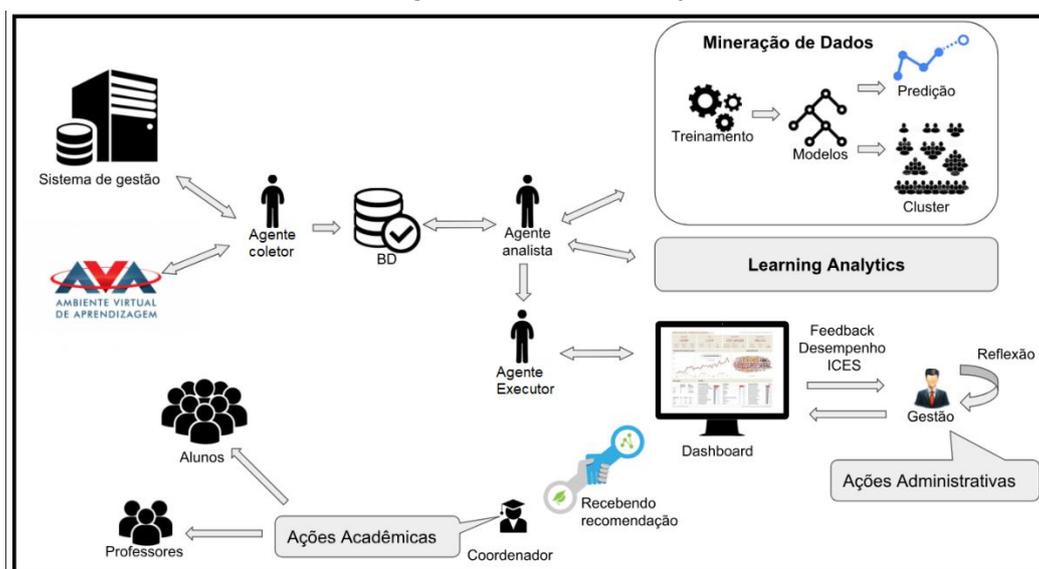
Conforme visualiza-se na Figura 2, o início da pesquisa (etapas 1 e 2) acontece pela identificação do problema de forma rigorosa, buscando o máximo de informações possíveis, através de uma revisão sistemática de Literatura e uma compreensão completa do problema. Nesse sentido, foram realizadas duas Revisões Sistemáticas de Literatura já publicadas (PAZ e CAZELLA 2018 e 2019), além de uma pesquisa bibliográfica rigorosa realizada nas principais bases de busca como: periódicos da CAPES, Web of Science, Scopus, Elsevier, Emerald, Google Acadêmico, entre outros, buscando artigos que tratem dos seguintes assuntos: Análítica Acadêmica, Análise da Aprendizagem, Mineração de Dados Educacionais, Gestão Acadêmica e indicadores de gestão acadêmica. Estes estudos permitiram identificar os principais indicadores de gestão acadêmica, sistemas de LA e Análítica Acadêmica utilizados e suas limitações as quais podemos citar: que os indicadores para a gestão educacional tem foco principalmente nos alunos, deixando a parte financeira e administrativa das IES em segundo plano. Ainda, não foi identificado um sistema de análise acadêmica com foco em coordenadores de curso. O período dos estudos teóricos foi realizado de janeiro de 2018 até novembro de 2019.

Ainda, foram identificadas as soluções com base em Análítica Acadêmica existentes o que permitiu fazer uso das boas práticas para a implementação do protótipo sugerido. Novamente as Revisões Sistemática de Literatura auxiliaram nesse processo, onde se percebeu o real potencial para sistemas baseados em Análítica Acadêmica para apoiar a gestão educacional, possibilitando uma gestão mais precisa, rápida e sistêmica de uma IES. Nesse sentido, algumas diretrizes foram assumidas como: automatizar o processo de análise de dados; facilitar o acesso dos dados a não especialistas em MDE e LA; utilizar indicadores que auxiliem a gestão das IES; criar um painel com informações acadêmicas e administrativas para os coordenadores de cursos e por fim incluir

questões culturais e da sociedade brasileira, além de incluir indicadores que auxiliem as avaliações do Ministério da Educação - MEC.

Na etapa 3, foram propostos os artefatos e o protótipo para a resolução dos problemas encontrados. O modelo proposto de Análítica Acadêmica é um apoio à Gestão de Instituição de ensino Superior com foco na melhoria da tomada de decisão. Nessa etapa alguns requisitos foram elencados como imprescindíveis para o modelo: automatizar o processo de análise de dados através de agentes de software; utilizar Análise de Aprendizagem para facilitar o acesso dos dados a não especialistas na área; que o framework tenha uma boa Usabilidade; montar painéis (Dashboards) com os principais indicadores que auxiliem a gestão da ICES; criar um painel com informações acadêmicas e administrativas para os coordenadores de cursos e por fim incluir questões culturais e da sociedade brasileira, além de incluir indicadores que auxiliem as avaliações do MEC. Na Figura 3, apresenta-se a proposta inicial da solução de *Análítica Acadêmica* para o ensino superior focado em instituições comunitárias.

Figura 3: Visão Macro da solução



Fonte: Dos autores, 2020

Para uma melhor condução do estudo, as etapas de desenvolvimento e avaliação do modelo foram separadas da seguinte forma:

- 1ª Etapa: LA com agente coletor e analista apresentando painéis de gestão institucional e coordenadores de curso, utilização dos sistemas de gestão da ICES;
- 2ª Etapa: LA com algoritmos de EDM para criação do agente executor, utilização do LMS (Moodle) da ICES;

Até o momento foram projetados e desenvolvidos os artefatos da 1ª etapa, (agente coletor) o qual está buscando informações do Sistema de Gestão Acadêmico (ALFA - SEGUE) e Sistema Administrativo financeiro (QUESTOR), onde as mesmas são enviadas para um banco de Dados, onde são aplicadas técnicas de Análise de aprendizagem (agente analista) para apresentação em formato de Dashboard (painéis visuais). Estes artefatos serão avaliados em um ambiente

experimental para verificação se os requisitos apresentados na conscientização dos problemas estão de acordo, se necessário as melhorias devem ser incorporadas aos artefatos. Na sequência apresenta-se o protótipo de Analítica Acadêmica o qual será utilizado para avaliação em uma Instituição Comunitária do Rio Grande do Sul.

5 Protótipo de Analítica Acadêmica

Nesta seção serão apresentadas as interfaces construídas até o momento, as interfaces basearam-se, portanto, nas tecnologias ligadas a Analítica Acadêmica com foco em gestão acadêmica, além das heurísticas de design sugeridas por Nielsen (2014).

Para maior segurança, é necessário que o usuário efetue o login toda vez que entrar no sistema, aparecendo uma mensagem de boas-vindas e a necessidade de fazer o login, o protótipo é interligado com o sistema Acadêmico da ICES para validar o usuário. A Figura 4 apresenta a interface principal do usuário master (Reitor, Vice-Reitor e Pró-reitores) com todas as permissões.

Figura 4: Interface principal do sistema



Fonte: Dos autores, 2020

A interface de estatísticas acadêmico traz em destaque os números macros da instituição, permitindo nesse painel escolher semestres anteriores para o comparativo (Figura 5), importante salientar que os números e resultados apresentados são hipotéticos, utilizados apenas para demonstrar a funcionalidade do protótipo.

Figura 5: Interface Estatísticas Acadêmico



Fonte: Dos autores, 2020

Como visto na Figura 5, tal interface traz alguns indicadores, estes foram identificados nas RSL realizadas, segue uma breve explicação deles:

- Ativos no período: São os alunos matriculados no período;
- Vestibulandos: Alunos que ingressaram ou re-ingressaram a ICES, ou seja, alunos que não estavam no semestre anterior e estão agora, tanto alunos que vieram de vestibular, ENEM, portador de diploma de curso superior, reingresso;
- OBS. Este indicador já foi detectado a necessidade de modificá-lo pelos gestores.
- Rematrículas: alunos que já eram da ICES e efetuaram a rematrícula;
- Pré-Matriculados: Alunos que se matricularam, porém ainda não pagaram a primeira parcela (regra da ICES);
- Cancelados: É a soma dos alunos trancados com os não renovados;
- Não renovados (Evasão): nesse caso são considerados os alunos que não se rematricularam ainda;
- Trancados: alunos que já solicitaram o trancamento e ele foi concluído;
- Possíveis concluintes: alunos que solicitaram a conclusão de curso e que provavelmente irão se formar ao final do semestre;
- Formados: Alunos que se formam no semestre anterior.

É possível visualizar a lista de alunos pertencentes a cada indicador, conforme Figura 7 e o analítico dos alunos por curso também (Figura 6). Exemplos: ao clicar em alunos “formados” é possível identificar os alunos egressos, permitindo gerar ações de engajamento dos mesmos ou até mesmo oferecimento de novos “produtos”. Já os alunos que fazem parte do indicador “não renovados”, são aqueles que ainda não se matricularam, porém ainda não cancelaram a matrícula, ou seja, permite com que o setor responsável entre em contato para buscar seu retorno a ICES.

Figura 6: Interface analítica por curso

Cursos			
Curso	Campus	Total	Percentual
Direito	Campus 1	496	13,89%
Direito	Campus 2	310	8,68%
Medicina Veterinária	Campus 1	266	7,45%
Direito	Campus 3	259	7,25%
Direito	Campus 4	226	6,33%
Medicina Veterinária	Campus 2	203	5,68%
Psicologia	Campus 1	174	4,87%
Fisioterapia	Campus 1	158	4,42%
Enfermagem	Campus 1	129	3,61%
Agronomia	Campus 1	118	3,30%
Engenharia Civil	Campus 1	117	3,28%

Fonte: Dos autores, 2020

Como se visualiza nas Figuras 6 e 7, podem ser gerados arquivos CSV das tabelas para sua utilização posterior, ainda na Figura 7, os alunos com suas principais informações facilitando o contato para ações de retenção, cobrança de dívidas, oferecimento de cursos para egressos, retorno de alunos trancados etc. Geralmente estas informações são solicitadas ao setor de Tecnologia da Informação (TI) das IES, pois o sistema de gestão acadêmica não emite os relatórios diretamente pelo usuário.

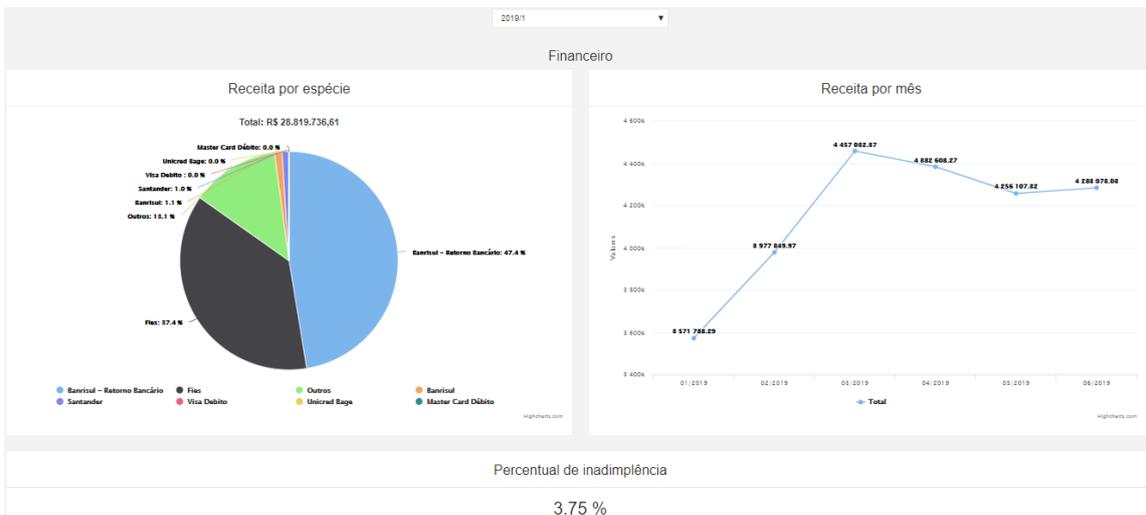
Figura 7: Lista de alunos

Nome	CPF	E-mail	Telefone	Calouro	Estado da matrícula	Formando	Contrato	Curso	Campus	É inadimplente
Aluno xxxxx	999.999.999-99	xxx@email.com	(99)99999-9999	Não	Matriculado	Não	99999	Engenharia Civil	Campus 1	Não
Aluno xxxxx	999.999.999-99	xxx@email.com	(99)99999-9999	Não	Matriculado	Sim	99999	Medicina Veterinária	Campus 1	Sim
Aluno xxxxx	999.999.999-99	xxx@email.com	(99)99999-9999	Não	Matriculado	Não	99999	Educação Física - Licenciatura	Campus 1	Não
Aluno xxxxx	999.999.999-99	xxx@email.com	(99)99999-9999	Não	Matriculado	Não	99999	Nutrição	Campus 1	Não

Fonte: Dos autores, 2020

Na sequência, o painel Estáticas financeiro (Figura 8), o qual ainda está incipiente, nota-se nas ICES uma dificuldade em tratar dados financeiros, corroborando com os resultados das RSLs realizadas e o estudo bibliográfico, onde, praticamente não obtivemos resultados nesse sentido. No entanto, informações relevantes como receita por espécie, receita do mês e percentual de inadimplência são apresentados neste painel.

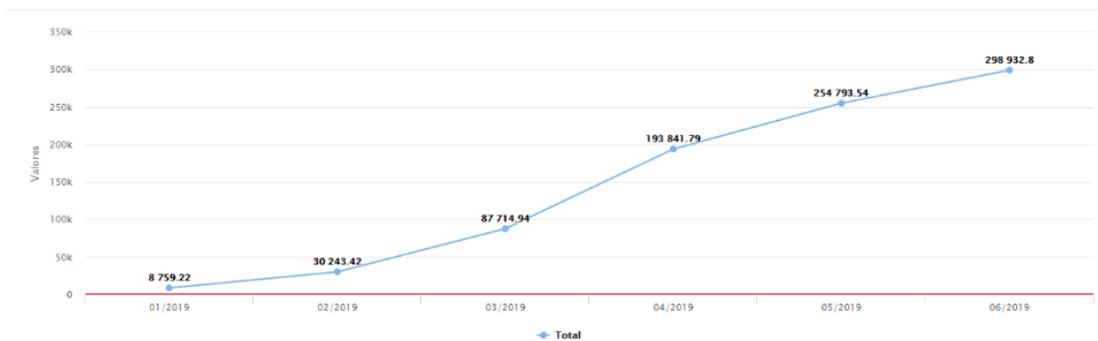
Figura 8: Interface estatísticas Financeiro



Fonte: Dos autores, 2020

O próximo painel (Figura 9), controla a inadimplência mês da instituição.

Figura 9: Inadimplência por mês da ICES
Inadimplência por mês



Fonte: Dos autores, 2020

A previsão de receita por espécie (Figura 10) permite análises financeiras e bancárias pelos gestores, a importância dessa informação se dá por que permite ao gestor identificar as peculiaridades do seu negócio e planejar tratativas comerciais com os bancos, ainda, permite um acompanhamento do Fundo de Investimento Estudantil – FIES, que geralmente é significativo nas receitas principalmente em Instituições Comunitárias.

Figura 10: Previsão de receitas por espécie

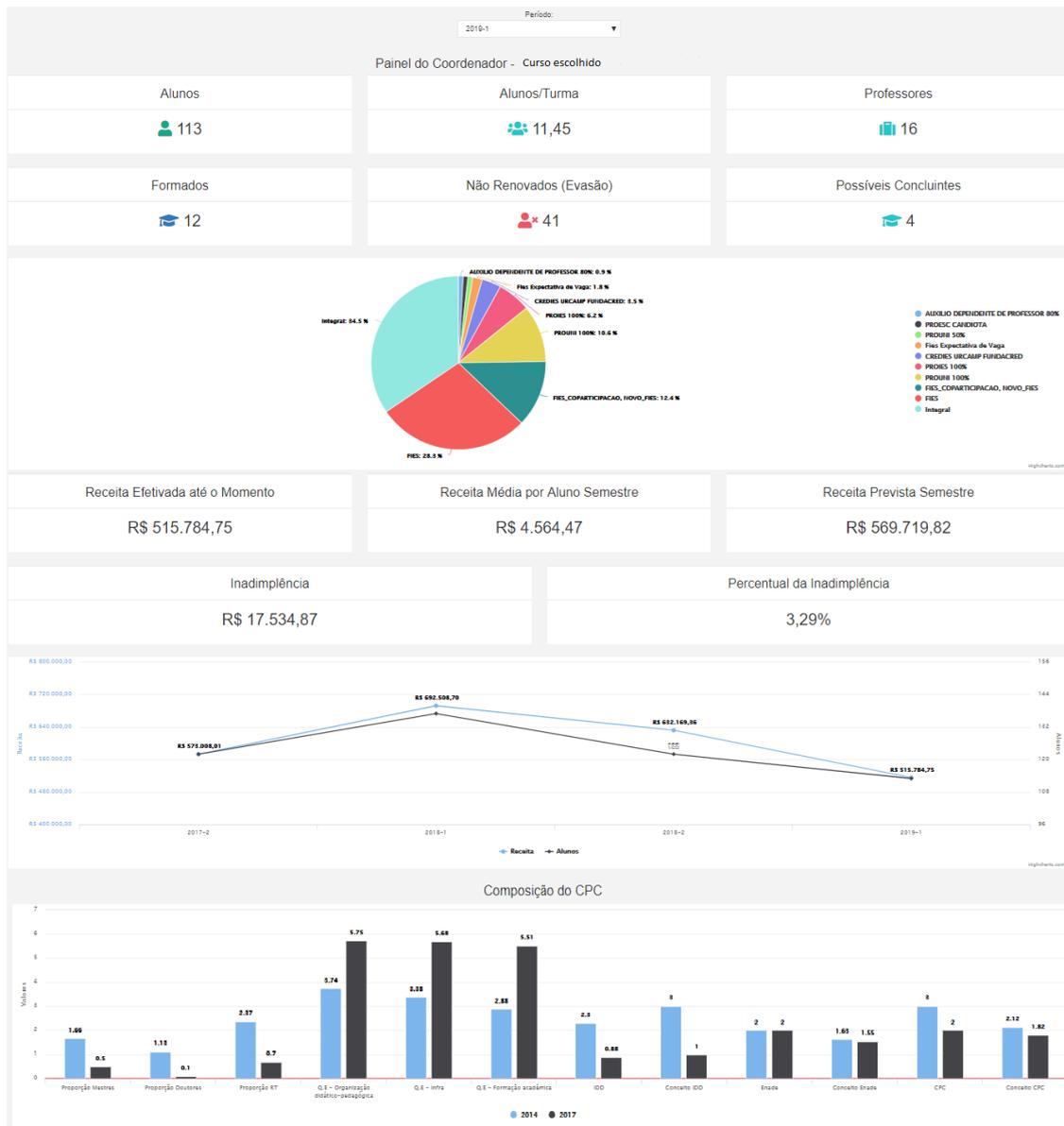


Fonte: Dos autores, 2020

Nas interfaces apresentadas (Figuras 4 a 10) a intenção é que estas permitam um apoio aos gestores das IES, tanto administrativos como financeiros, facilitando o acesso a informações importantes de uma forma simples e rápida, permitindo ações em tempo real, além de facilitar a análise de estratégias para próximos semestres.

Indicadores e ferramentas de gestão acadêmica para coordenadores de curso, está entre as principais lacunas identificadas nos estudos realizados, nesse sentido, foi proposto um painel com foco em coordenadores de curso, a visão geral do painel está apresentada na Figura 11. Novamente os dados apresentados são hipotéticos.

Figura 11: Painel coordenador de curso



Fonte: Dos autores, 2020

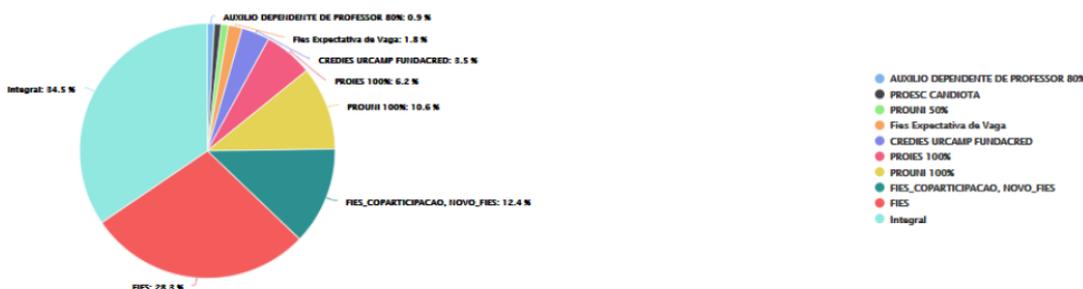
Nesse painel, foram utilizados alguns indicadores identificados, além de outros relacionados ao MEC, novamente ao clicar em qualquer um dos indicadores a lista de alunos pertencentes aquele indicador aparecerá conforme já apresentado na Figura 7. segue uma breve explicação deles:

- Alunos: todos os alunos ativos do curso;
- Alunos/turma: relação de alunos por turma, segundo os gestores entrevistados este indicador é importantíssimo para identificação financeira do curso;
- Professores: Relação dos professores que está ministrando disciplinas do curso no semestre;
- Formados: Alunos que se formaram no semestre anterior;

- Não renovados (Evasão): Alunos que não se rematricularam;
- Possíveis concluintes: Alunos que solicitaram conclusão de curso e provavelmente irão se formar:
 - Obs: Esse exemplo da arquitetura foi escolhido para demonstrar uma ação tomada em relação a este indicador, o coordenador de curso não tinha realizado a análise das solicitações dos pedidos de conclusão de curso, por isso o número baixo de 04 alunos;
- Receita efetivada até o momento: apresenta a receita efetivada até o momento do semestre;
- Receita média aluno por semestre: apresenta a receita média por aluno;
- Receita prevista semestre: receita prevista do semestre;
- Inadimplência: Valor de inadimplência até o momento;
- Percentual de inadimplência: percentual de inadimplência do curso.

Estes indicadores permitem uma melhor gestão do curso, as quais metas são repassadas aos coordenadores, a ideia é que o coordenador conheça o seu curso de um modo sistêmico, analisando não só quesitos acadêmicos, lembrando que uma melhor gestão do curso é preconizada nos formulários de avaliação do MEC em vários indicadores (INEP, 2017). Na sequência alguns gráficos do painel do coordenador de curso (Figura 11), serão explicados.

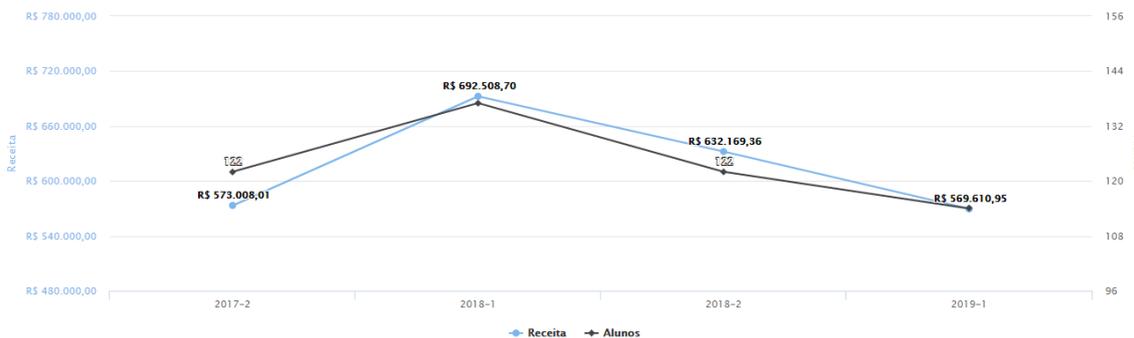
Figura 12: Gráfico dos alunos por incentivo



Fonte: Dos autores, 2020

O gráfico apresentado na Figura 12 mostra a distribuição dos alunos referente ao tipo de incentivo que ele recebe. Onde: "integral" são os alunos que não recebem incentivos; e os demais que recebem estão distribuídos em diversos tipos que a ICES possui, como: FIES, PROUNI, PROIES, CREDIES, Auxílio dependentes professor ou funcionário, entre outros. Na Figura 13, visualiza-se um gráfico de linhas onde se apresenta os alunos ativos por semestre e o financeiro gerado pelos mesmos, permitindo uma análise rápida do crescimento ou não do curso.

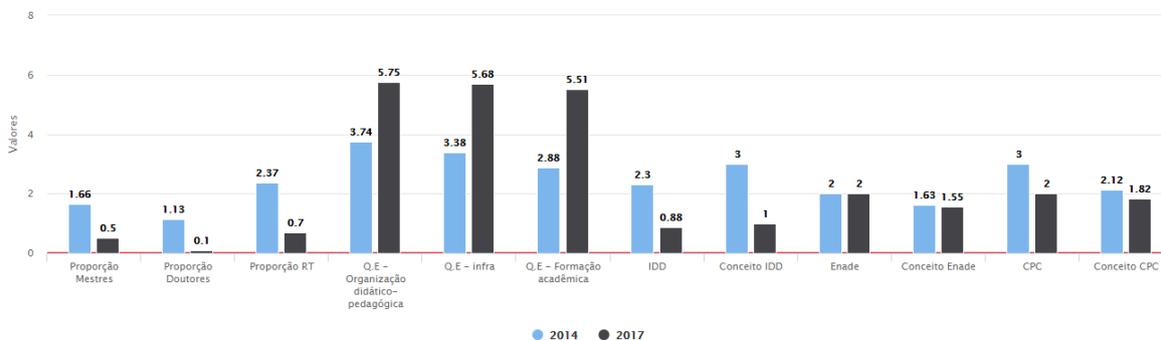
Figura 1: Alunos ativos e financeiro por semestre



Fonte: Dos autores, 2020

Na Figura 14, os indicadores do MEC, avaliados pelo INEP: Conceito ENADE, Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD), Conceito Preliminar de Cursos (CPC) e os insumos que o compõem (proporção mestre e doutores; organização didático pedagógica; infraestrutura e formação acadêmica), Índice Geral de Cursos (IGC), Conceito de Curso (CC) e Conceito Institucional (CI). Esses indicadores permitem ao coordenador a gestão dos insumos indispensáveis para uma boa avaliação do curso pelo Ministério da Educação do Brasil, além de permitir a comparação entre as últimas avaliações do curso, gerando assim ações para que o mesmo corrija problemas encontrados.

Figura 14: Indicadores MEC



Fonte: Dos autores, 2020

5 Conclusão

Este artigo apresentou uma solução de Análítica Acadêmica a qual foi modelada e prototipada para uma Instituição Comunitária de Ensino Superior, os resultados são incipientes, no entanto, são apresentados indicadores importantes a ICES organizados e com painéis de fácil acesso, visualização e entendimento, evidenciando as possibilidades de apoio a gestão acadêmica das IES brasileiras. Apesar do protótipo estar em fase inicial de testes, já se percebe o auxílio na gestão acadêmica tanto para reitores, pró-reitores, mas principalmente para coordenadores de curso, os quais não possuíam ferramentas gerenciais para auxílio.

Para a construção do protótipo, as etapas de construção de um Análítica Acadêmica foram seguidas, o que permitiu um desenvolvimento mais eficaz das etapas do projeto. O agente

buscador se mostrou eficaz ao buscar as informações relevantes dos sistemas para a solução Analítica Acadêmica já o agente analista, utilizando técnicas de Learning Analytics permitiu agilidade e clareza na visualização de informações importantes e urgentes, indo do macro ao detalhe da informação com apenas um clique.

Como trabalhos futuros cita-se que o protótipo está sendo avaliado em uma Instituição Comunitária de Ensino, ainda não possuindo dados concretos de sua avaliação. As próximas etapas do estudo serão: buscar a avaliação completa da 1ª etapa aplicando as melhorias necessárias e o desenvolvimento da 2ª Etapa, onde serão desenvolvidos e incluídas no painel os artefatos (agente executor, com algoritmos preditivos e classificadores de EDM) para a construção do sistema de *Analítica Acadêmica* proposto. Logo após os artefatos passarão pelas mesmas etapas de avaliação da 1ª etapa.

Referências

ANDRADE, António; FERREIRA, Sérgio André. Aspectos morfológicos do tratamento de dados na gestão escolar. O potencial do Analytics. *Revista Portuguesa de Investigação Educacional*, vol. 16, pp. 289-316, 2016.

ARNOLD, K. E. (2010). Signals: Applying Analítica Acadêmica. *EDUCAUSE Quarterly*. 33 (1). Disponível em <http://er.educause.edu/articles/2010/3/signals-applying-academic-analytics>. Acesso em: 25 ago. 2017.

BAEPLER, Paul and MURDOCH, Cynthia James. "Analítica Acadêmica and Data Mining in Higher Education" *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*: Vol. 4: No. 2, Article 17, 2010.

BAKER, R., ISOTANI, S., CARVALHO, A. Mineração de Dados Educacionais: Oportunidades para o Brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(2), p. 3-13, 2011.

BARNEVELD, Angela V.; ARNOLD, Kimberly E.; CAMPBELL, John P. (2012). *Analytics in Higher Education: Establishing a Common Language*, EDUCASE, 2012. Disponível em: <https://library.educause.edu/resources/2012/1/analytics-in-higher-education-establishing-a-common-language>. Acesso em: 25 abr. 2019.

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

CANTABELLA, Magdalena; MARTÍNEZ-España, Raquel; AYUSO, Belén; YÁÑEZ, Juan Antonio; MUÑOZ, Andrés. *Analysis of student behavior in learning management systems through a Big Data framework*. *Future Generation Computer Systems* 90, 262-272, 2019.

CAMPBELL, J., DEBLOIS, P. & OBLINGER, D. *Analítica Acadêmica: A New Tool for a New Era*. *Educause Review Online*, Vol. 42, pp. 40-57, 2007.

CAMPBELL, J. & OBLINGER, D. *Analítica Acadêmica*. *Educause White Paper*, 1-24, 2007.

COSTA, Susane Santos da; CAZELLA, Silvio; RIGO, Sandro José. Minerando dados sobre o desempenho de alunos de cursos de educação permanente em modalidade EAD: Um estudo de caso sobre evasão escolar na UNA-SUS. *RENOTE*, v. 12, n. 2, 2015.

DYCKHOFF, A. L., ZIELKE, D., BÜLTMANN, M., CHATTI, M. A., & SCHROEDER, U. Design and Implementation of a Learning Analytics Toolkit for Teachers. *Educational Technology & Society*, 15 (3), 58-76, 2012.

DZIUBAN, Charles; MOSKAL, Patsy; CAVANAGH, Thomas; Watts, Andre;. Analytics that inform the university: using data you already have. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, Volume 16: Issue 3, 2012.

Ferreira, S. A. & Andrade, A. Analítica Acadêmica: Mapping the genome of the university. *IEEE Journal of Latin-American Learning Technologies (IEEE-RITA)*, 9(3),95-105, 2014.

FULANTELLI, G.; TAIBI, D.; ARRIGO, M. (2015) A framework to support educational decision making in mobile learning. *Computers in Human Behavior*, N. 47, p. 50-59.

GUTIÉRREZ, F.; SEIPP, K.; OCHOA, X.; CHILUIZA, K.; DE LAET, T.; VERBERT, K., *A learning analytics dashboard for academic advising. Computers in Human Behavior*, 2019.

IFENTHALER, Dirk ; WIDANAPATHIRANA, Chathuranga. *Development and Validation of a Learning Analytics Framework: Two Case Studies Using Support Vector Machines*. Technology, Knowledge and Learning, Vol.19(1), pp.221-240, 2014.

INEP. Censo da Educação Superior. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 5 jan. 2019.

INEP. Instrumentos de avaliação. (2017) Disponível em <http://inep.gov.br/instrumentos>. Acesso em: 10 jan. 2019.

JOHNSON, L., R. SMITH, H. WILLIS, A. Levine, HAYWOOD, K., (2011). Learning Analytics. *The 2011 Horizon Report*. Austin, Texas: *The New Media Consortium*. Disponível em: <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/HR2011.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.

LONG, P., & SIEMENS, G. Penetrating the fog: analytics in learning and education. *Educause Review Online*, (46), 31-40, 2011.

MAT, Usama B.; BUNIYAMIN, Norlida; ARSAD, Pauziah M.; KASSIM, RosniAbu. An Overview of Using Analítica Acadêmica to Predict and Improve Students' Achievement: A Proposed Proactive Intelligent Intervention. *IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED)*: 233-237, 2013.

MATTINGLY, Karen D.; RICE, Margaret C.; BERGE, Zane L. Learning analytics as a tool for closing the assessment loop in higher education. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, Vol.4, No.3, 2012.

MCNAUGHTON, Maurice; RAO, Lila; MANSINGH, Gunjan. *An agile approach for Analítica Acadêmica: a case study. Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 30, No. 5, pp. 701-722, 2017.

NDUKWE, I. G.; DANIEL, B. K.; BUTSON, R. J. (2018). *Data Science Approach for Simulating Educational Data: Towards the Development of Teaching Outcome Model (TOM)*. *Big Data Cogn. Comput.*, 2, 24.

NIELSEN, JAKOB. (2004). Usability 101: Introduction to Usability. Disponível em <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> Acesso em: 4 set. 2018.

OLMOS, M. & CORRIN, L. *Analítica Acadêmica in a medical curriculum: enabling educational excellence. Australasian Journal of Educational Technology*, 28 (1), 1-15, 2012.

PAZ, F. J.; CAZELLA, S. C. Identificando o perfil de evasão de alunos de graduação através da Mineração de dados Educacionais: um estudo de caso de uma Universidade Comunitária. *VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017)*, p. 624 – 633, 2017.

PAZ, Fábio J. E CAZELLA, Silvio C.. Integrando Sistemas de Recomendação com Mineração de Dados Educacionais e Learning Analytics: Uma revisão sistemática da Literatura. *RENOTE*, V. 16, N. 1, julho de 2018.

PAZ, Fábio J. E CAZELLA, Silvio C.. ACADEMIC ANALYTICS: A SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE. *International Journal of Development Research* Vol. 09, Issue, 11, pp. 31710-31716, November, 2019.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. Engenharia de Software. 8a Ed. McGraw Hill Brasil, 2016.

PRABHA, S. Lakshmi; SHANAVAS, A.R. Mohamed. EDUCATIONAL DATA MINING APPLICATIONS. *Operations Research and Applications: An International Journal (ORAJ)*. Vol. 1, No. 1, p. 1- Agosto, 2014.

SHUM, S. B. *Policy Brief - Learning Analytics*. Moscow, Russian Federation: UNESCO, 2012.

PALMER, Stuart. Modelling Engineering Student Academic Performance Using Análítica Acadêmica. *International Journal of Engineering Education* Vol. 29, No. 1, pp. 132–138, 2013.

SIEMENS, G. Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice. 2st International Conference on Learning Analytics and Knowledge 2012 (LAK'12). Vancouver, BC, Canada, 2012.

SIEMENS, G., & BAKER, R. S. Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 252–254), ACM, 2012.

Recebido em maio de 2020.

Aprovado para publicação em junho de 2020.

Fábio Josende Paz

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação PGIE - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. Professor do Centro Universitário da Região da Campanha - URCAMP, Brasil. fabiopaz@urcamp.edu.br.

Silvio César Cazella

Professor da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA, Brasil e no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação PGIE da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. silvio.cazella@gmail.com.