

# Uma análise da mudança do perfil dos ingressantes do ensino superior brasileiro \*

Doglas W. Sorgatto<sup>1</sup>, Edson Norberto Cáceres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Computação – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)  
Av. Costa e Silva, s/nº – Bairro Universitário – 79.070-900  
Campo Grande – MS – Brazil

doglas.sorgatto@ufms.br, edson.caceres@ufms.br

**Resumo.** Neste trabalho foi utilizado *Learning Analytics (LA)* para analisar a mudança do perfil dos ingressantes nas Instituições de Ensino Superior brasileiro (IES). Para isso, foi criado uma extensão ao modelo de dados para uso com datawarehouse multidimensional, que permitiu analisar os dados do Censo da Educação Superior no período de 2009 a 2021, e utilizadas estratégias de mineração de dados educacionais. Com isso, foi possível identificar que houve uma mudança expressiva no perfil dos ingressantes das IES. Assim, esse conhecimento pode ser utilizado para a definição de novas políticas educacionais pelas IES.

## 1. Introdução

O uso de dados para tomada de decisão é uma tendência neste século [Costa et al. 2013, Baker et al. 2011, Mandinach et al. 2006, Fonseca and Namen 2016, Bakhshinategh et al. 2018] e seu uso está presente em diversas áreas. A educação, como área importante para o desenvolvimento humano e social, também é contemplada com uma teoria de análise de dados, o *Learning Analytics (LA)*.

LA diz respeito a análise de dados de origem educacional, seja de ambientes de aprendizagem, avaliações externas ou mesmo dados internos às instituições escolares, para compreensão do processo de ensino-aprendizagem e possível apoio à tomada de decisão [Siemens and Long 2011, Borges 2017].

Para a realização de LA é possível utilizar diversas ferramentas e estratégias. Neste estudo foi utilizada uma associação de estratégias de Mineração de Dados Educacionais (MDE) com o uso de um datawarehouse (DW) para permitir a análise dos dados do Censo da Educação Superior do Brasil, no período de 2009 a 2021, com o objetivo de fornecer informações para analisar o perfil dos ingressantes no Ensino Superior Brasileiro quanto a idade, sexo, turno, grau acadêmico e área de conhecimento do curso, analisados de acordo com a rede da Instituição de Ensino Superior (IES) e a modalidade de ensino do curso.

As informações presentes no Censo da Educação Superior permitem conhecer o perfil dos estudantes e das instituições de ensino. E, quando esses dados são analisados sob a ótica de LA, é possível ter um quadro geral sobre o Ensino Superior no país ao longo dos anos, o que permite identificar tendências que podem auxiliar na tomada de

\* Artigo com financiamento da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT pelo termo de outorga 247/2020.

decisões, tais como, a abertura e readequação de cursos e turmas, sejam elas presenciais ou de Ensino a Distância (EAD), bem como a criação de novas políticas de educacionais para ampliar o número de ingressantes [Chatti et al. 2012, Rigo et al. 2014].

A metodologia empregada neste estudo associa MDE com DW. A MDE é entendida como uma abordagem para análise de grandes volumes de dados que permite obter informações que geram conhecimento sobre a educação e este conhecimento pode ser utilizado para apoiar a tomada de decisão [Costa et al. 2013, Romero and Ventura 2007, Campbell et al. 2007]. O DW é uma estrutura lógica de armazenamento e relacionamento de dados que, neste trabalho, foi estruturado a partir do modelo de referência proposto por Borges [Borges 2017] e estendido por estes autores para receber os dados do Censo da Educação Superior. Para realizar essa associação visando o tratamento, processamento, análise e visualização dos dados, utilizou-se o software Microsoft PowerBI®.

A partir disso foi possível visualizar a movimentação dos ingressantes entre as modalidades presencial e EAD, as tendências de variação de acordo com a idade, sexo e o turno, bem como, as modificações na preferência pelo grau acadêmico e da área de conhecimento de ingresso.

Este estudo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 serão apresentados os trabalhos anteriores sobre a elaboração de perfis de ingressantes na Educação Superior e outros trabalhos que fundamentam a importância e o uso de DW's para a tomada de decisão; na Seção 3 serão apresentadas as informações da análise do Censo da Educação Superior e as tendências que elas indicam; por fim, serão apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Vários estudos abordam a questão da análise do perfil do Ensino Superior e o uso de MDE. Alguns deles são apresentados a seguir com um resumo sobre suas principais contribuições. As diferenças em relação a este trabalho serão comentadas ao final da apresentação dos estudos.

A pesquisa de Marques e Cepêda [Marques and Cepêda 2012] contém uma análise da evolução da oferta do Ensino Superior, a partir de dados do IBGE, cobrindo o período de 1985 a 2010. Este trabalho destaca a ampliação da quantidade de IES e da oferta de vagas, bem como o crescimento do acesso ao Ensino Superior e sua interiorização.

Já o trabalho de Corrêa *et. al.* [Corrêa et al. 2018] se propõe a apresentar o perfil dos ingressantes em um curso e IES específicos, analisados durante dez anos (2006 a 2015), para retratar as mudanças nesse perfil e identificar situações que pudessem exigir adequações na proposta político pedagógica do curso. A pesquisa utilizou questionário próprio e apresentou informações sobre sexo, educação anterior ao ingresso no curso, educação dos pais, faixa etária, estado civil e outras. A maioria das informações apresentadas no texto poderiam ser obtidas por meio do Censo da Educação Superior, agilizando a pesquisa e a contribuição para o objetivo desta.

O trabalho de Brito *et. al.* [de Brito et al. 2020] usa MDE, cruzando dados pessoais obtidos na matrícula dos acadêmicos de uma IES pública com informações do censo demográfico brasileiro, para criar um perfil do aluno evadido e, com isso, criar um al-

goritmo preditivo para evitar novas evasões. Este trabalho trata de usar a Mineração de Dados Educacionais com um objetivo específico, apesar de ter aplicação gerencial (permitir que a instituição tome medidas preventivas à evasão) não garante a aplicação a todas as IES e não utiliza dados do Censo da Educação Superior e também se restringe a um único assunto, à evasão no Ensino Superior.

Os trabalhos acima contribuíram para o conhecimento do perfil dos ingressantes no Ensino Superior, mas se restringem a uma ou duas universidades, abordam um aspecto específico desses ingressantes ou não utilizam dados públicos. Em função disso, este trabalho apresenta um estudo mais abrangente, usando os dados do Censo da Educação Superior num intervalo superior há dez anos e a análise é baseada em diversos atributos, tais como idade, rede, modalidade, área de conhecimento, sexo e turno, pois um dos objetivos do trabalho é o de auxiliar os gestores educacionais na tomada de decisão.

Um outro ponto que os estudos acima não abordaram foi a utilização de um DW. Abaixo descreve-se alguns resultados de trabalhos que utilizaram um DW como uma ferramenta no tratamento, organização e consolidações dos dados.

O trabalho de Di Domenico [Di Domenico 2001] propõe a criação de um DW para integrar os diversos sistemas legados de uma IES específica utilizando a metodologia *bottom-up* e modelo estrela para os dados. O modelo foi criado de modo a facilitar a tomada de decisão e fornecer informações sobre desistências, trancamentos, cancelamentos e aproveitamentos de cursos. Para criação do DW e sua implementação foram utilizados softwares proprietários e os dados apresentados não podem ser estendidos para além dos requisitos de seu planejamento. O projeto não inclui dados públicos como os fornecidos pelo Censo da Educação Superior.

A pesquisa de Ornai [Ornai 2014] aborda a importância da criação e do uso de DW para a tomada de decisão no Ensino Superior a partir do exemplo de aplicação em uma IES específica de Portugal. O autor utilizou softwares proprietários para todo o processo de criação e implementação do DW. O DW permitiu uma visualização de informações importantes para a gerência institucional, mas não utilizou um modelo de dados que pudesse ser replicado em outra IES.

Já a pesquisa de Magalhães e Cardoso [Magalhães and Cardoso 2016] analisou dados do Censo da Educação Superior, do período de 1995 a 2014, com o uso de um DW criado a partir de softwares *OpenSource* para criar um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) que visava fornecer informações históricas sobre quantidades de aluno, titulação docente, distribuição dos cursos por área de conhecimento e região geográfica, além de informações sobre a situação acadêmica dos alunos. O DW foi construído no modelo estrela e apresentou gráficos que representaram as informações que se propuseram a analisar sobre o Ensino Superior no período. Este trabalho apresenta uma modelagem diferente para os dados e possui limitações sobre a análise de dados, tanto na diversidade, quanto na cobertura temporal.

Os trabalhos de Borges [Borges et al. 2016, Borges 2017] propõem o Modelo de Referência de Dados Educacionais (ERDM), que associou MDE com o uso de DW para criar um modelo genérico para ser utilizado em qualquer IES; que permite a análise de informações globais da instituição; organizado em sete *data marts*, o que o torna modular, podendo ser instanciado apenas com as informações que a instituição deseja analisar, de

modo que estas características, são capazes de oferecer informações importantes para a tomada de decisão por parte dos gestores institucionais. O ERDM, contudo, não contempla os indicadores externos, dados como os fornecidos pelo Censo da Educação Superior, que podem enriquecer ainda mais o apoio a tomada de decisão.

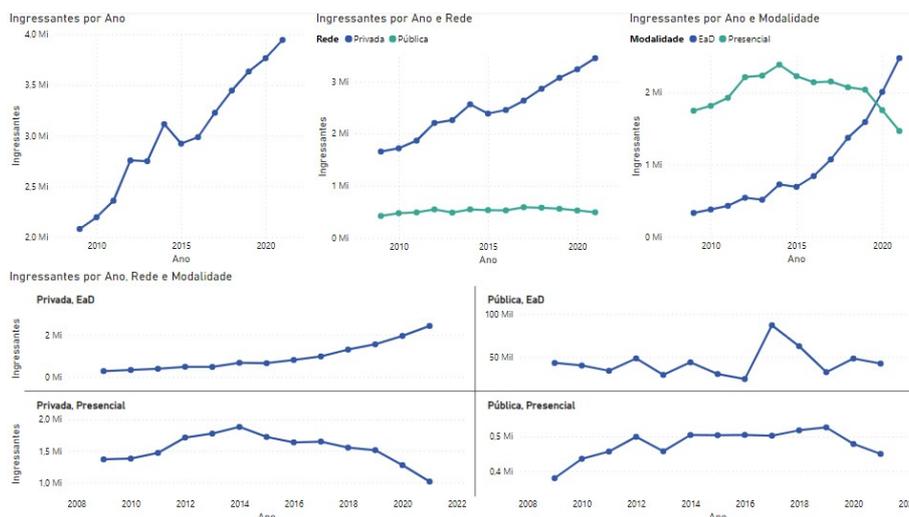
Apesar de considerar diversos aspectos institucionais (financeiro, comunicação, matrículas, usuários etc.), o ERDM não considera dados de avaliações externas e os indicadores fornecidos por essas avaliações, o que dificultaria uma análise do perfil dos estudantes no Ensino Superior. Por essa razão, o ERDM foi estendido neste trabalho para receber os dados do Censo da Educação Superior e se tornou capaz de permitir a análise de dados externos, como os oriundos do Censo da Educação Superior, permitindo a comparação de uma IES com outras, caso seja do interesse dos tomadores de decisão, contribuindo para um melhor processo de *Learning Analytics*.

Na próxima Seção são apresentados os resultados da análise do perfil dos ingressantes de 2009 a 2021.

### 3. Evolução do perfil dos ingressantes de 2009 a 2021

Utilizando a extensão do EDRM para organizar os dados do Censo da Educação Superior, relativos ao período de 2009 a 2021, e utilizando estratégias de MDE, pode-se observar os resultados que são descritos a seguir.

A primeira constatação é que neste período há uma tendência constante de crescimento no número de ingressantes no Ensino Superior. A Figura 1 evidencia que esse aumento tem se mantido crescente de forma linear nos últimos censos; que é maior na rede privada e que, nos últimos dois censos, a modalidade EAD teve maior número de ingressantes que a presencial, que vem com tendência de queda há sete anos.

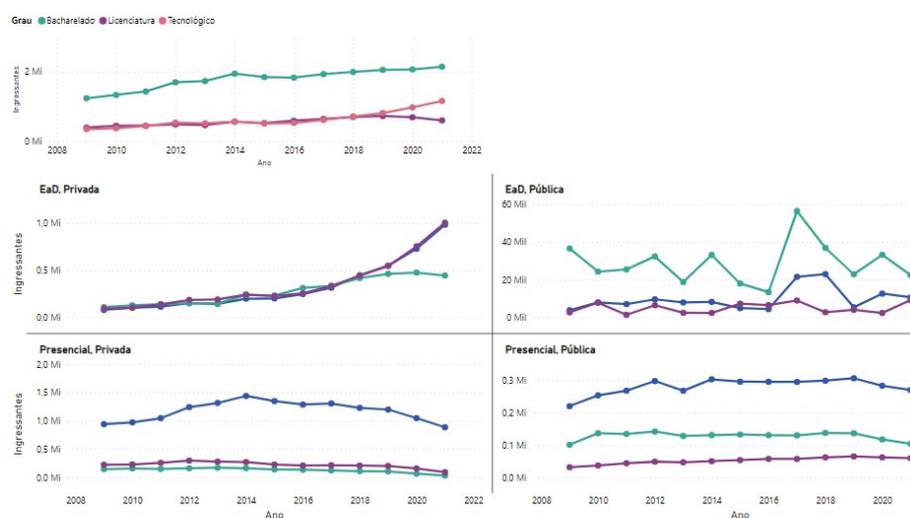


**Figura 1. Total de ingressantes por ano, rede e modalidade.**

Essa tendência no crescimento dos ingressantes não é uniforme. Na análise dos ingressantes por rede de ensino e modalidade, conforme a Figura 1, tem-se a constatação que o crescimento tem ocorrido apenas nas IES privadas, modalidade EAD, e que há uma queda nos ingressantes na modalidade presencial. A tendência de queda mantém-se há sete anos na rede privada e intensificou-se mais nos dois últimos anos, período em

que também atingiu a rede pública presencial. Esses números também refletem que as instituições privadas têm migrado a oferta de vagas para a EAD enquanto na instituições públicas a oferta de cursos EAD ainda não mostra um padrão definido.

Ao realizar a análise do grau acadêmico (Figura 2), nota-se que, historicamente, há preferência pelos cursos de bacharelado. Contudo, é possível perceber o aumento da procura por cursos tecnológicos, que superaram o ingresso nas licenciaturas nos três últimos censos. Ao estender essa análise para a rede e modalidade, é possível perceber que a procura por cursos tecnológicos e bacharelados na rede privada, modalidade EAD, tem crescido nos últimos quatro anos, enquanto as licenciaturas apresentaram leve queda. Já na rede pública, na modalidade presencial, tem-se a constatação de queda em todos os graus e a priorização histórica da rede privada por cursos de bacharelado. Na rede pública, houve tendência de queda nos cursos de bacharelado e licenciatura e tendência de aumento nos cursos tecnológicos.

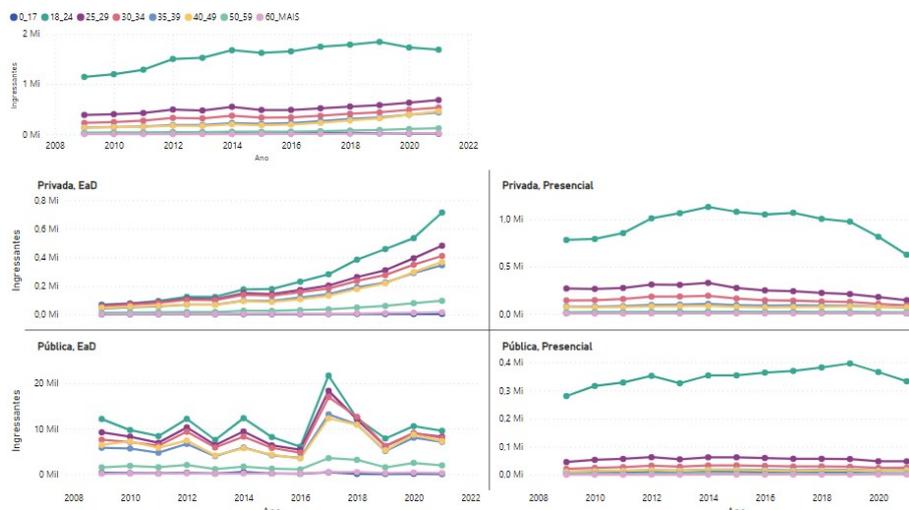


**Figura 2. Ingressantes por ano, grau acadêmico, rede e modalidade.**

Ao analisar a idade (Figura 3) dos ingressantes é possível perceber que, de forma geral, houve um aumento de ingressantes de 25 a 49 anos e uma pequena queda, nos dois últimos censos, dos ingressantes entre 18 e 24 anos. Tem-se que há tendência de queda na modalidade presencial em ambas as redes e essa queda é maior entre os jovens de 18 a 24 anos, especialmente nos dois últimos anos. Também percebe-se a tendência de crescimento para todas as idades na modalidade EAD da rede privada, inclusive dos jovens de 18 a 24 anos, que apresentaram a maior elevação.

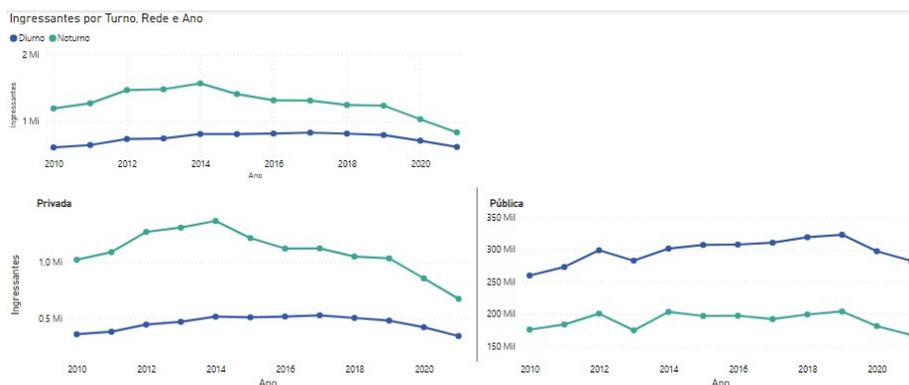
Analisando historicamente os ingressantes por sexo, tem-se a constatação que as mulheres são maioria no Ensino Superior. Essa diferença tem aumentado levemente no decorrer dos cinco últimos anos. Quando se consideram a rede e a modalidade também constata-se que as mulheres são maioria na modalidade EAD de ambas as redes e na privada presencial. Por seis anos, entre 2015 e 2020, os homens foram maioria na rede pública presencial, mas as mulheres retornaram a maioria no último censo. Dessa situação tem-se que a queda masculina foi mais acentuada na rede pública presencial sem contrapartida de aumento nas outras redes e modalidades.

A análise dos ingressantes por turno restringe-se a modalidade presencial, pois a



**Figura 3. Ingressantes por ano, idade, rede e modalidade.**

EAD não possui especificação de turno de estudo. Essa análise mostrou-se necessária devido a queda identificada na modalidade presencial em ambas as redes, pois se mostra importante para a organização acadêmica saber qual turno está perdendo mais alunos. Com a análise é possível perceber, na Figura 4, que a maioria dos ingressantes está no turno noturno e que este turno é o que apresenta a maior tendência de queda na série histórica. Os ingressantes são maioria no turno noturno na rede privada e no turno diurno na rede pública. Na rede privada a queda de ingressantes no noturno é acentuada há sete anos, tendo se intensificado nos dois últimos. No turno diurno, a queda é menos acentuada e ocorre há quatro anos. Já na rede pública, observa-se de uma tendência de aumento que durou sete anos no turno diurno, de 2014 a 2019, e dois no noturno, de 2017 a 2019, mas ambas caíram abruptamente nos dois últimos censos.

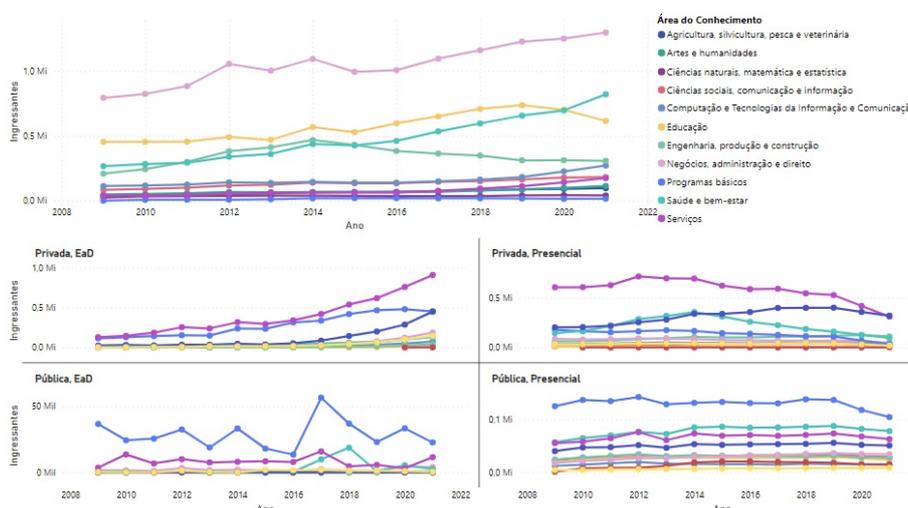


**Figura 4. Ingressantes por ano, turno, rede e modalidade.**

Uma constatação importante é que as tendências de queda na modalidade presencial vem ocorrendo desde 2017, logo são anteriores a pandemia de COVID-19, e foram mais intensas na rede privada. Assim, pode-se concluir dessa primeira análise, por sexo, idade e turno, que os ingressantes estão deixando os cursos presenciais para estudarem nos cursos da modalidade EAD da rede privada. Especialmente as mulheres, com idade entre 25 e 49 anos e que, anteriormente, estudavam no turno noturno.

Outra análise realizada com os dados do Censo da Educação Superior procurou saber o destino dos ingressantes de acordo com a área de conhecimento. O Censo da Educação Superior agrupa os cursos de acordo com 11 áreas de conhecimento, no padrão CINE, Classificação Internacional Normalizada da Educação, do inglês *International Standard Classification of Education (ISCED)*, que é uma classificação dos níveis educativos destinada a permitir a comparação de estatísticas e de políticas educativas entre sistemas educativos diferentes [INEP 2022].

O ingresso dos estudantes, por área de conhecimento, apresentada na Figura 5, permite observar que a maioria deles está na área de *Negócios, administração e direito*, seguido pelos cursos na área de *Educação, Saúde e bem-estar e Engenharia, produção e construção*. As áreas que apresentaram aumento de ingressantes foram *Negócios, administração e direito, Saúde e bem-estar, Computação e tecnologia e Serviços*. Os que apresentaram tendência de queda estão nas áreas de *Educação, Engenharia, produção e construção*.



Na análise da rede privada, modalidade presencial, percebe-se a queda nos ingressantes em todas as áreas, especialmente nos cursos de *Negócios, administração e direito e Engenharia, produção e construção*. Os cursos na área de *Saúde e bem-estar*, que ocupam a segunda posição, têm apresentado tendência de queda nos dois últimos censos.

Na rede privada, modalidade EAD, todas as áreas têm apresentado tendência de aumento, com destaque para as áreas de *Negócios, administração e direito, Saúde e bem-estar e Computação e tecnologia*. Os cursos na área de *Educação* que ocupavam historicamente a segunda posição tem apresentado tendência de queda nos dois últimos censos. Já na rede pública, modalidade presencial, os ingressantes são maioria nas áreas de *Educação, Engenharia, produção e construção, Negócios, administração e direito e Saúde e bem-estar*. Com pequenas flutuações históricas, os números se mantiveram relativamente estáveis, com exceção da área de *Educação* que tem tido tendência de queda nos dois últimos anos.

Quando se analisa as áreas dos ingressantes na rede pública EAD percebe-se a valorização da *Educação* que conta com a maioria dos ingressantes, seguido da área de

*Negócios, administração e direito*. A área de *Educação* é prioridade do projeto Universidade Aberta do Brasil (UAB), programa federal que estimula a abertura de cursos de licenciatura EAD em polos pelo interior do Brasil [Arruda and Arruda 2015, MEC 2018].

Assim, pode-se concluir sobre a análise das áreas de conhecimento dos ingressantes que a preferência histórica é pelos cursos na área de *Negócios, administração e direito* e que há uma tendência de queda nos cursos das áreas de *Educação e Engenharia, produção e construção* e de aumento na área de *Saúde e bem-estar*.

#### **4. Conclusões e trabalhos futuros**

Este trabalho utilizou *Learning Analytics* para analisar a mudança no perfil dos ingressantes das IES brasileiras no período de 2009 a 2021. Para tanto, utilizou-se estratégias de MDE, associadas a um DW organizado de acordo com o modelo de dados ERDM, estendido por estes autores para permitir a análise de dados do Censo da Educação Superior, e teve como principais conclusões o que se relata a seguir.

Verificou-se que há um aumento no número de ingressantes e que estes estão, majoritariamente, na rede privada e na modalidade EAD, tendo esta modalidade recebido a maioria dos ingressantes nos últimos dois censos. Em contraposição ao aumento na modalidade EAD, verificou-se tendência de queda no número de ingressantes na modalidade presencial nos últimos sete anos.

Na análise por idade, houve queda no ingresso de jovens entre 18 e 24 anos nos últimos dois censos, sendo esta queda mais acentuada na modalidade presencial, enquanto houve uma tendência de aumento nos ingressantes com idade entre 25 e 49 anos, especialmente na rede privada EAD.

As mulheres são maioria no Ensino Superior e sua presença tem tendência de aumento maior que a dos ingressantes masculinos. Quanto ao turno dos cursos presenciais, verificou-se que há mais ingressantes no turno noturno e que este turno tem apresentado tendência de queda nos últimos sete anos, sendo esta mais evidente na rede privada.

Por fim, na análise da área de conhecimento verificou-se a preferência histórica por cursos na área de *Negócios, administração e direito* e que há tendência de queda nos cursos das áreas de *Educação e Engenharia, produção e construção*, e tendência de aumento nas áreas de *Saúde e bem-estar e Computação e tecnologia*. Estas informações são confirmadas pela análise do grau acadêmico de ingresso, onde os cursos de bacharelado têm mantido predominância, enquanto houve tendência de aumento na procura por cursos técnicos e de queda nas licenciaturas.

O processo de *Learning Analytics* realizado com o uso de MDE, apoiada por DW e de dados do Censo da Educação Superior foram fundamentais para a análise aqui realizada e seu uso pode ser estendido, com poucas adaptações no modelo de referência dos dados, para a Educação Básica. O uso de um modelo de dados próprio para a Educação Básica, utilizando os dados do Censo Escolar, pode fornecer informações importantes para apoiar a tomada de decisão por parte dos gestores desse nível de ensino. As informações fornecidas por tal modelo de referência serão capazes de incluir a identificação do perfil dos alunos dos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, permitindo visualizar tendências que podem melhorar as políticas públicas educacionais para a Educação Básica.

## Referências

- Arruda, E. P. and Arruda, D. E. P. (2015). Educação à distância no brasil: políticas públicas e democratização do acesso ao ensino superior. *Educação em revista*, 31:321–338.
- Baker, R., Isotani, S., and Carvalho, A. (2011). Mineração de dados educacionais: Oportunidades para o brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(02):03–13.
- Bakhshinategh, B., Zaiane, O. R., ElAtia, S., and Ipperciel, D. (2018). Educational data mining applications and tasks: A survey of the last 10 years. *Education and Information Technologies*, 23(1):537–553.
- Borges, V. A. (2017). *Definição de um modelo de referência de dados educacionais para a descoberta de conhecimento*. PhD thesis, USP - ICMC, São Carlos - SP.
- Borges, V. A., Nogueira, B. M., and Barbosa, E. F. (2016). A multidimensional data model for the analysis of learning management systems under different perspectives. In *Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–8, Erie, PA, USA. IEEE.
- Campbell, J. P., DeBlois, P. B., and Oblinger, D. G. (2007). Academic analytics: A new tool for a new era. *EDUCAUSE review*, 42(4):40.
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., and Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6):318–331.
- Corrêa, A. K., Prebill, G. M., Ruiz, J. C., Mello e Souza, M. C. B. d., and Santos, R. A. d. (2018). O perfil do aluno ingressante em um curso de bacharelado e licenciatura em enfermagem de uma instituição de ensino superior pública. *Educação em Revista*, 34.
- Costa, E., Baker, R. S., Amorim, L., Magalhães, J., and Marinho, T. (2013). Mineração de dados educacionais: conceitos, técnicas, ferramentas e aplicações. *Jornada de Atualização em Informática na Educação*, 1(1):1–29.
- de Brito, B. C. P., Mello, R. F. L. d., and Alves, G. (2020). Identificação de atributos relevantes na evasão no ensino superior público brasileiro. *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020)*, pages 1032–1041.
- Di Domenico, J. A. (2001). *Definição de um ambiente data warehouse em uma instituição de ensino superior*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/30360639.pdf>.
- Fonseca, S. O. d. and Namen, A. A. (2016). Mineração em bases de dados do inep: uma análise exploratória para nortear melhorias no sistema educacional brasileiro. *Educação em Revista*, 32(1):133–157.
- INEP (2022). Censo da educação superior: Microdados. <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/centso-da-educacao-superior>. Acessado em Março de 2023.
- Magalhães, H. d. F. and Cardoso, L. d. A. (2016). *Análise de dados abertos sobre o ensino superior brasileiro. Trabalho de conclusão de curso*, Universidade de Brasília, Brasília - DF. Disponível em <https://bdm.unb.br/handle/10483/17719>.

- Mandinach, E. B., Honey, M., and Light, D. (2006). A theoretical framework for data-driven decision making. In *annual meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA, USA. Teachers College Press.
- Marques, A. C. H. and Cepêda, V. A. (2012). Um perfil sobre a expansão do ensino superior recente no brasil: Aspectos democráticos e inclusivos. *Perspectivas: Revista de Ciências Sociais*, 42:161–192.
- MEC (2018). Universidade aberta do brasil. <http://portal.mec.gov.br/uab>. Acessado em Junho de 2023.
- Ornai, A. d. J. (2014). Das bases de dados aos sistemas de apoio à decisão: ensaios de aplicação a uma instituição do ensino superior. Dissertação de mestrado, Universidade de Évora, Évora - Portugal. Disponível em <http://hdl.handle.net/10174/12997>.
- Rigo, S. J., Cambruzzi, W., Barbosa, J. L., and Cazella, S. C. (2014). Aplicações de mineração de dados educacionais e learning analytics com foco na evasão escolar: oportunidades e desafios. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 22(01):132.
- Romero, C. and Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert systems with applications*, 33(1):135–146.
- Siemens, G. and Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5):30.