



Pós-Graduação em Ciência da Computação

ELYDA LAISA SOARES XAVIER FREITAS

MMALA: Um Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

Recife

2020

ELYDA LAISA SOARES XAVIER FREITAS

MMALA: Um Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*

Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Área de concentração: Engenharia de *Software* e Linguagens de Programação.

Orientador: Prof. Ph.D. Fernando da Fonseca de Souza

Coorientador: Prof. D.Sc. Vinicius Cardoso Garcia.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Mariana de Souza Alves CRB4-2105

F866m Freitas, Elyda Laisa Soares Xavier.
MMALA: um modelo de maturidade para adoção de Learning Analytics/ Elyda
Laisa Soares Xavier Freitas. – 2020.
241f.: il., fig., tab.

Orientador: Fernando da Fonseca de Souza.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da
Computação, Recife, 2020.
Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia de Software e Linguagens de Programação. 2. Dados
Educação. 3. Processo de Ensino-Aprendizagem. 4. Melhoria de Processos. I.
Souza, Fernando da Fonseca de. (orientador) II. Título.

005.1

CDD (22. ed.)

UFPE-CCEN 2020-170

Elyda Laisa Soares Xavier Freitas

“MMALA: Um Modelo de Maturidade para Adoção de Learning Analytics”

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Aprovado em: 27/08/2020.

Orientador: Prof. Dr. Fernando da Fonseca de Souza

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos
Centro de Informática /UFPE

Prof. Dr. Hermano Perrelli de Moura
Centro de Informática / UFPE

Prof. Dr. João Carlos Sedraz Silva
Colégio de Engenharia Civil / UNIVASF

Prof. Dr. Alexandre Magno Andrade Maciel
Escola Politécnica de Pernambuco / UPE

Profª. Dra. Cristina Dutra de Aguiar Ciferri
Departamento de Ciências da Computação / USP

AGRADECIMENTOS

Eu pensei muitas vezes sobre essa seção da tese. Na verdade, durante todos esses anos de pesquisa, entre momentos de esperança e de dúvida, pensava se eu teria a oportunidade de escrevê-la. E cá estou eu, com a graça de Deus, para agradecer a todos os que estiveram comigo nessa caminhada. Então começo agradecendo a Deus, meu Bom Deus, que me deu sabedoria e equilíbrio para concluir essa jornada. Sem ti, Senhor, nada posso fazer.

Eu agradeço ao meu marido, Diógenes, por me apoiar e me entender em todas as horas em que estive ausente, me dedicando à pesquisa. E porque ele acredita em mim e embarca comigo em toda e qualquer jornada que eu decido seguir – há mais de 10 anos. Te amo. Agradeço também à minha família: minha mãe, Edna, meu pai, João Eudes, e meu sobrinho, Éder, pelo apoio, pela torcida, pelo amor que eu recebo todos os dias. Eu amo vocês.

Agradeço aos meus irmãos, da 1ª Igreja Congregacional de Caruaru, que continuam orando comigo e abençoando a minha vida com a comunhão. Que bom poder contar com vocês.

Aos meus amigos da UPE Caruaru - e cito especialmente Mirele Moutinho, Patrícia Endo e Jackson Raniel – por ouvir meus desabaços sobre a pesquisa, por me incentivar, por me dar ideias e indicações. Obrigada, meus amigos! E aos meus amigos da vida, por estarem presentes, vibrando e comemorando comigo cada vitória: Saulo e Gisele, João Paulo, Joana, Amanda.

Queria agradecer também ao professor Fernando Fonseca, meu orientador, que está comigo há 8 anos, confiando e orientando meu trabalho, nos altos e baixos da pesquisa. Ao prof. Vinicius Garcia, meu coorientador, por aceitar esse convite para colaboração e pelas conversas certas e carinhosas, ocorridas em todos os momentos que precisei.

Por fim, eu não poderia deixar de agradecer ao prof. Rafael Mello, que acreditou em mim e me fez acreditar na minha pesquisa. Por estar comigo em momentos cruciais dessa pesquisa - sempre com uma solução. Sem a sua contribuição eu não teria conseguido finalizar esse trabalho. Muito obrigada, Rafael.

RESUMO

Learning Analytics (LA) é uma tendência recente na educação. LA se utiliza dos dados resultantes das interações ocorridas nos Sistemas de Gestão de Aprendizagem - bem como em outras fontes, como redes sociais, por exemplo, - para realizar análises que apoiam a compreensão e avaliação dos processos de ensino e aprendizagem, permitindo a tomada de decisão de alunos, professores e gestores, visando à melhoria desses processos. Pela utilização de LA, é possível, por exemplo, identificar prematuramente os estudantes que podem vir a abandonar o curso ou mesmo identificar os objetos de aprendizagem mais adequados ao perfil de cada aluno. Porém, a simples utilização de ferramentas não assegura a obtenção de benefícios, visto que a adoção de *Learning Analytics* é uma tarefa complexa, a qual envolve diferentes áreas e *stakeholders* da instituição de ensino. Um instrumento que pode ajudar na identificação dessas áreas consideradas essenciais para a adoção de LA e, assim, dar suporte às Instituições de Ensino Superior (IES) que desejam iniciar a sua utilização é o Modelo de Maturidade (MM). MM têm sido utilizados para auxiliar na melhoria de processos, identificando atividades que podem ser executadas a fim de que a organização avance a níveis mais altos de maturidade, gradualmente. Nesse sentido, esta tese tem por objetivo o desenvolvimento de um Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* (MMALA), com o intuito de auxiliar as IES que desejam iniciar a utilização de LA e permitindo-as progredir sucessivamente no seu uso, possibilitando um aumento na extensão dos benefícios obtidos na medida em que avançam a níveis mais altos de maturidade. O MMALA identifica 16 áreas de processos que devem ser consideradas na adoção de LA, organizadas em 5 categorias; além disso, proporciona um roteiro de melhoria, por meio de suas práticas funcionais, divididas em 4 níveis de maturidade. O modelo proposto foi desenvolvido seguindo a metodologia de Becker *et al.* (2009), tendo sido avaliado em duas ocasiões, sendo a última por meio de Opinião de Especialistas, com a participação de pesquisadores renomados em LA. Os resultados da avaliação mostraram que o MMALA pode ser considerado abrangente, consistente e adequado para apoiar as IES na adoção de LA. Com o desenvolvimento do MMALA, este estudo pretende contribuir para a democratização da utilização de LA, e, por conseguinte, para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Dados Educacionais. Processo de Ensino-Aprendizagem. Melhoria de Processos.

ABSTRACT

Learning Analytics (LA) is a recent trend in education. LA deploys data resulting from the interactions that took place in the Learning Management Systems - as well as in other sources, such as social networks, - to carry out analyzes that support the understanding and evaluation of the teaching and learning processes. It allows the decision-making of students, teachers, and managers, aiming at improving such processes. By using LA, it is possible, for example, to identify in advance students who may drop out of the course or even recognize the learning objects most appropriate to the profile of each student. However, just using tools does not guarantee the reaching of benefits, since the adoption of Learning Analytics is a complex task, which involves different areas and stakeholders of the educational institution. A Maturity Model (MM) is an instrument that can help identifying the areas considered essential for the adoption of LA and, therefore, to support Higher Education Institutions (HEI) that wish to start using it. MM has been used in different areas to aid the improvement of processes, identifying activities that can be carried out in order to allow the organization to gradually progress to higher levels of maturity. In this sense, this thesis aims to develop a Maturity Model for the Adoption of Learning Analytics (MMALA) to assist HEI that wish to start using LA and allowing them to progress in its use, enabling an increase in the extent of the benefits obtained as they go forward to higher levels of maturity. MMALA identifies 16 process areas that should be considered when adopting LA, organized in 5 categories; in addition, it provides an improvement roadmap, through its functional practices, divided into 4 levels of maturity. The proposed model was developed following the methodology of Becker et al. (2009), and it has been evaluated two times. The last one by Experts' Opinion, with the participation of renowned researchers in LA. The evaluation results showed that MMALA could be considered comprehensive, consistent, and adequate to support HEIs in adopting LA. With the development of MMALA, this study aims to contribute to the democratization of the LA use, and, therefore, to the improvement of the teaching and learning process.

Keywords: *Educational Data. Teaching-learning Process. Process Improvement.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 —	Processo de <i>Learning Analytics</i>	31
Figura 2 —	Equipe e Procedimento de Busca dos Estudos Primários.....	36
Figura 3 —	Temas Identificados a Partir dos Respetivos Códigos	41
Figura 4 —	Categorias do DMM e suas Áreas de Processos	53
Figura 5 —	Dimensões do Modelo de Maturidade para <i>Analytics</i> do TDWI	55
Figura 6 —	Níveis de Maturidade do Modelo TDWI.....	55
Figura 7 —	Desenho da Metodologia para Desenvolvimento de Modelos de Maturidade Proposta por Becker et al. (2009)	60
Figura 8 —	Esquematização da Pesquisa	64
Figura 9 —	Estrutura do MMALA	73
Figura 10 —	Níveis de Maturidade do MMALA.....	81
Figura 11 —	Perfil dos Respondentes do Questionário para Avaliação do Modelo Inicial.....	83
Figura 12 —	Análise de Agrupamento para as Categorias do MMALA	88
Figura 13 —	Modelo de Equações Estruturais para o MMALA com 5 Categorias e 18 Itens (n = 31)	91
Figura 14 —	Síntese das Respostas à Pergunta " Você considera que o modelo proposto está completo?"	97
Figura 15 —	Área de Processo de Propriedade de Dados (<i>Data Ownership</i>), conforme recebida pelos especialistas para avaliação	106
Figura 16 —	Percentual de Especialistas que Considera o Propósito como Descrito Corretamente, Organizado por Área de Processo ...	108
Figura 17 —	Percentual de Especialistas que Considera o Objetivo como Descrito Corretamente, Organizado por Área de Processo ...	109
Figura 18 —	Percentual de Especialistas que Considera as Práticas Funcionais como Descritas Corretamente, Organizado por Área de Processo	109

Figura 19 —	Total de Sugestões para a Inclusão de Novos Objetivos ou Exclusão de Objetivos Existentes, Organizado por Área de Processo	110
Figura 20 —	Total de Sugestões para a Inclusão de Novas Práticas Funcionais ou Exclusão de Práticas Existentes, Organizado por Área de Processo.....	111
Figura 21 —	Área de Processo de Propriedade de Dados em Novo Formato de Apresentação, Destacando os Objetivos de Cada Prática Funcional bem como as Áreas de Processos Relacionadas	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 —	Descrição dos Temas de Ordem Superior e seus Respectivos Temas e Contexto dos mesmos para a Pergunta: “Quais são os Desafios na Implementação de LA?”	42
Quadro 2 —	Comparativo entre os Trabalhos Relacionados	57
Quadro 3 —	Resultado da Busca por Modelos de Maturidade Relacionados	62
Quadro 4 —	Classificação da Pesquisa	67
Quadro 5 —	Análise Comparativa dos Modelos de Maturidade Relacionados a este Trabalho	71
Quadro 6 —	Trabalhos que Fundamentam a Escolha das Categorias do MMALA	75
Quadro 7 —	Primeira Versão do MMALA, com suas Categorias e Áreas de Processos	76
Quadro 8 —	Resultados da Análise para a Categoria Gestão dos Dados..	85
Quadro 9 —	Resultados da Análise para as Demais Categorias do MMALA.....	86
Quadro 10 —	Síntese Comparativa das Categorias do MMALA	87
Quadro 11 —	Quadro-resumo das Questões Abertas e Respectiva Resposta Quanto à sua Inclusão ou não no MMALA.....	93
Quadro 12 —	Composição Final das Categorias e Áreas de Processos do MMALA, Após Avaliação	99
Quadro 13 —	Especialistas que Participaram da Avaliação do MMALA, Áreas de Conhecimento e País de Origem	104
Quadro 14 —	Síntese das Sugestões para o Propósito da Área de Processo de Aquisição de Dados e Ajustes Realizados	115
Quadro 15 —	Síntese das Sugestões para o Objetivo da Área de Processo de Qualidade de Dados e Ajustes Realizados	116
Quadro 16 —	Síntese das Sugestões para o Objetivo da Área de Processo de Comunicação e Ajustes Realizados	117
Quadro 17 —	Síntese das Sugestões para Inclusão de Novos Objetivos ao MMALA e Ajustes Realizados	118

Quadro 18 — Síntese das Sugestões para Inclusão de Novas Práticas Funcionais ao MMALA e Ajustes Realizados	122
Quadro 19 — MMALA, suas Categorias e Áreas de Processos	167
Quadro 20 — Categorias e Áreas de Processos do MMALA, em sua Versão Final.....	171
Quadro 21 — Aquisição de Dados.....	216
Quadro 22 — Qualidade de Dados.....	218
Quadro 23 — Propriedade dos Dados.....	220
Quadro 24 — Infraestrutura	221
Quadro 25 — Financiamento	223
Quadro 26 — Liderança.....	224
Quadro 27 — Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i>	225
Quadro 28 — Comunicação.....	226
Quadro 29 — Capacitação dos <i>Stakeholders</i>	227
Quadro 30 — Planejamento Pedagógico das Soluções	228
Quadro 31 — Apoio na Interpretação dos Resultados.....	230
Quadro 32 — Intervenção Baseada nos Resultados	231
Quadro 33 — Desenvolvimento de Soluções Próprias	233
Quadro 34 — Aquisição de Soluções Prontas	235
Quadro 35 — Avaliação da Eficácia das Soluções	237
Quadro 36 — Legislação, Privacidade e Ética.....	239

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 —	Quantidade de Artigos Retornados na Busca por Estudos Primários	38
Tabela 2 —	Frequência Absoluta das Respostas sobre a Importância de cada Área de Processo	84
Tabela 3 —	Análise Fatorial Exploratória para o Instrumento com 18 Áreas de Processos	89
Tabela 4 —	Índice de Ajuste para Análise Fatorial Confirmatória (AFC) ...	89
Tabela 5 —	Resultados da Análise sobre a Concordância às Sentenças S1, S2 e S3	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	<i>Association for Computing Machinery</i> (Associação para Máquinas de Computação)
AR	<i>Action Research</i> (Pesquisa-ação)
API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de Programação de Aplicativos)
BCM	<i>Business Continuity Management</i> (Gerenciamento de Continuidade de Negócios)
CMM	<i>Capability Maturity Model</i> (Modelo de Maturidade em Capacitação)
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i> (Modelo Integrado de Maturidade em Capacitação)
D&MM	<i>Data & Analytics Maturity Model</i> (Modelo de Maturidade para Dados e Análises)
DAMA	<i>Data Management Association</i> (Associação de Gerenciamento de Dados)
DMBoK	<i>Data Management Body of Knowledge</i> (Corpo de Conhecimentos de Gerenciamento de Dados)
DMM	<i>Data Management Maturity Model</i> (Modelo de Maturidade para Gerenciamento de Dados)
EaD	Educação a Distância
EFLA	<i>Evaluation Framework for Learning Analytics</i> (Arcabouço de Avaliação para <i>Learning Analytics</i>)
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos)
IES	Instituições de Ensino Superior
LA	<i>Learning Analytics</i>
LALA	<i>Learning Analytics in Latin America</i> (<i>Learning Analytics</i> na América Latina)
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
LMS	<i>Learning Management Systems</i> (Sistemas de Gestão de Aprendizagem)
MEE	Modelo de Equações Estruturais
MM	Modelo de Maturidade
MMALA	Modelo de Maturidade para Adoção de <i>Learning Analytics</i>

MOOC	<i>Massive Open Online Course</i> (Curso Online Aberto e Massivo)
OLA	<i>Open Learning Analytics</i> (<i>Learning Analytics</i> Aberta)
PLE	<i>Personal Learning Environment</i> (Ambientes de Aprendizagem Individuais)
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SEI	<i>Software Engineering Institute</i> (Instituto de Engenharia de <i>Software</i>)
SHEILA	<i>Supporting Higher Education to Integrate Learning Analytics</i> (Apoiando o Ensino Superior para Integrar <i>Learning Analytics</i>)
SLA	<i>Service Level Agreement</i> (Acordo de Nível de Serviço)
SoLAR	<i>Society for Learning Analytics Research</i> (Sociedade para Pesquisa em <i>Learning Analytics</i>)
TDWI	<i>Transforming Data with Intelligence</i> (Transformando Dados com Inteligência)
TI	Tecnologia da Informação
xAPI	<i>Experience API</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	MOTIVAÇÃO	19
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA	20
1.3	JUSTIFICATIVA	21
1.4	OBJETIVOS	22
1.4.1	Geral	22
1.4.2	Específicos	22
1.5	HIPÓTESES	22
1.6	ESCOPO NEGATIVO	23
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2	REFERENCIAL CONCEITUAL	25
2.1	<i>LEARNING ANALYTICS</i>	25
2.1.1	Conceituação	25
2.1.2	Elementos de Avaliação e Propósito de LA	27
2.1.3	Aplicações	28
2.1.4	Processo	30
2.1.5	Benefícios	31
2.1.6	Desafios: uma Visão Geral	33
2.2	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	35
2.2.1	Extração dos Dados	39
2.2.2	Codificação dos Dados	40
2.2.3	Tradução dos Códigos em Temas	40
2.2.4	Criação de um Modelo de Temas de Ordem Superior	42
2.2.5	Avaliar a Fidedignidade da Síntese	44
2.2.6	Conclusões sobre a RSL e a Aplicação de seus Resultados	44
2.3	MODELOS DE MATURIDADE	45
2.3.1	Estrutura dos Modelos de Maturidade	47
2.3.2	Níveis de Maturidade	48
2.3.3	Benefícios	49
2.3.4	Modelos de Maturidade em Domínios Diversos	51
2.4	TRABALHOS RELACIONADOS	52
2.4.1	<i>Data Management Maturity Model (DMM)</i>	52

2.4.2	DAMA <i>Guide to the Data Management Body of Knowledge</i> (DMBoK)	53
2.4.3	Modelos de Maturidade para <i>Data Analytics</i>	54
2.4.4	SHEILA <i>Framework</i>	56
2.4.5	Resumo Comparativo sobre os Trabalhos Relacionados	57
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	58
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	60
3.1	METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE MATURIDADE	60
3.1.1	Definição do Problema	61
3.1.2	Comparação entre Modelos de Maturidade Existentes	61
3.1.3	Determinação da Estratégia de Desenvolvimento	62
3.1.4	Desenvolvimento Iterativo do Modelo de Maturidade	62
3.1.5	Concepção de Transferência e Avaliação	63
3.1.6	Implementação do Meio de Transferência	63
3.1.7	Avaliação	63
3.1.8	Esquematização da Pesquisa	64
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	65
3.2.1	Quanto ao Objetivo	65
3.2.2	Quanto ao Procedimento Técnico	65
3.2.3	Quanto à Natureza das Variáveis	66
3.2.4	Quanto ao Método de Abordagem	67
3.2.5	Quanto ao Método de Procedimento	67
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	68
4	MMALA: MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE <i>LEARNING ANALYTICS</i> EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR – DA CONCEPÇÃO À PRIMEIRA AVALIAÇÃO	69
4.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	69
4.2	COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE MATURIDADE EXISTENTES	69
4.2.1	Resumo Comparativo sobre as Áreas e Atividades Contempladas nos Trabalhos Relacionados	71
4.3	DETERMINAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO	72
4.4	DESENVOLVIMENTO DO MODELO	72
4.4.1	Seleção do Nível de Desenho	72
4.4.2	Seleção da Abordagem	73

4.4.3	Desenho do Modelo	74
4.4.3.1	Apresentação do Modelo	76
4.4.3.2	Descrição dos Níveis de Maturidade do MMALA.....	79
4.4.4	Avaliação do Modelo	82
4.4.4.1	Perfil dos Respondentes.....	83
4.4.4.2	Avaliação Quantitativa	84
4.4.4.3	Avaliação Qualitativa	92
4.5	CONCEPÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MEIO DE TRANSFERÊNCIA	98
4.6	AJUSTES FINAIS DO MODELO PRELIMINAR	98
4.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	100
5	AVALIAÇÃO FINAL DO MMALA POR MEIO DE OPINIÃO DE ESPECIALISTAS	102
5.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	103
5.2	SELEÇÃO DOS ESPECIALISTAS	103
5.3	TREINAMENTO DOS ESPECIALISTAS (REGULAÇÃO DOS ESPECIALISTAS).....	105
5.4	ELICITAÇÃO DAS OPINIÕES.....	105
5.4.1	Questionário para Elicitação da Opinião dos Especialistas	106
5.5	AGREGAÇÃO DAS OPINIÕES	107
5.5.1	Consistência: Resultados da Avaliação sobre Correções ao Propósito, Objetivos e Práticas Funcionais	108
5.5.2	Abrangência: Resultados da Avaliação sobre a Inclusão e Exclusão de Objetivos e Práticas Funcionais	110
5.5.3	Abrangência e Adequação ao Problema: Análise Quantitativa para Avaliação do Nível de Concordância às Sentenças	111
5.5.4	Outros Comentários dos Especialistas	113
5.6	TOMADA DE DECISÃO	114
5.6.1	Tomada de Decisão sobre Alterações nos Propósitos	114
5.6.2	Tomada de Decisão sobre Alterações nos Objetivos	115
5.6.3	Tomada de Decisão sobre Alterações nas Práticas Funcionais	117
5.6.4	Tomada de Decisão sobre a Inclusão de Novos Objetivos e Práticas Funcionais	118
5.6.5	Tomada de Decisão sobre a Exclusão de Objetivos e Práticas Funcionais	124

5.7	SÍNTESE DOS RESULTADOS E AMEAÇAS À VALIDADE NA AVALIAÇÃO DO MMALA.....	124
5.7.1	Síntese dos Resultados e Conclusões	124
5.7.2	Possíveis Ameaças à Validade	127
5.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	128
6	CONCLUSÕES	130
6.1	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES.....	130
6.1.1	Publicações	131
6.2	LIMITAÇÕES	132
6.3	TRABALHOS FUTUROS.....	133
6.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICE A — LISTA DE ESTUDOS PRIMÁRIOS SELECIONADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	150
	APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO PRELIMINAR.....	162
	APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO MMALA (MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE <i>LEARNING ANALYTICS</i>)	167
	APÊNDICE D — MMALA: MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE <i>LEARNING ANALYTICS</i> (VERSÃO FINAL).....	171
	APÊNDICE E — MMALA: MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE <i>LEARNING ANALYTICS</i> (VERSÃO FINAL COM VISUALIZAÇÃO RESUMIDA).....	216

1 INTRODUÇÃO

Learning Analytics (LA) é o campo de pesquisa que analisa dados educacionais obtidos a partir da interação do estudante com recursos *online* (BLANCO *et al.*, 2013). Pelo seu uso é possível, por exemplo, investigar o comportamento dos estudantes, verificando potenciais ações dos alunos que têm influência sobre seu desempenho; conhecer as necessidades individuais de aprendizagem desses alunos; e até identificar estudantes com dificuldades a fim de promover ações que possam apoiá-los para evitar que eles desistam de seus cursos.

LA não serve apenas aos objetivos das instituições de ensino, mas também pode ser direcionada a outras partes interessadas (CHATTI *et al.*, 2012). Aos estudantes, permite aumentar a motivação e ajudar na autorreflexão sobre os seus processos de aprendizagem (SANTOS *et al.*, 2012). Aos professores, pode prover insumos para auxílio aos alunos e para avaliação de objetos de aprendizagem (DYCKHOFF *et al.*, 2012). Em resumo, pode-se dizer que o objetivo principal de LA é promover melhorias para o processo de ensino e aprendizagem.

Nos cursos da Educação a Distância (EaD), dados sobre as mais diversas atividades realizadas pelos discentes são armazenados, permitindo a concretização das pesquisas que envolvem LA. No entanto, frequentemente, as instituições não estabelecem processos para a obtenção, armazenamento e análise de informações importantes das interações realizadas pelos alunos durante o andamento das disciplinas. Sendo, portanto, a imaturidade de seus processos um dos desafios dessa área (ARROWAY *et al.*, 2016), podendo resultar em dificuldades para adoção de LA.

O Modelo de Maturidade (MM) pode ser um instrumento útil no contexto da adoção de LA, a fim de auxiliar as instituições na definição e melhoria de seus processos. De acordo com Almeida Neto *et al.* (2015), um Modelo de Maturidade é “*uma estrutura conceitual, composta por processos bem estabelecidos, por meio do qual uma organização desenvolve-se de modo sistêmico a fim de atingir um estado futuro desejado*”. Os Modelos de Maturidade são utilizados em diferentes áreas para auxiliar na melhoria de processos.

Esses modelos visam relatar o comportamento de uma empresa em termos de níveis de maturidade para cada um dos aspectos da área de estudo (FRASER *et al.*, 2002). Um dos MM mais conhecidos é o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), mantido pelo CMMI Institute¹. Os MM identificam, ainda, ações que podem ser executadas a fim de que a organização avance a níveis mais altos de maturidade. Ademais, outros domínios também tiveram Modelos de Maturidade desenvolvidos, tais como Segurança da Informação, Engenharia de Requisitos e Gerenciamento de Dados, entre muitos outros.

1.1 MOTIVAÇÃO

Learning Analytics informa e dá suporte ao processo de aprendizagem do estudante (YASSINE *et al.*, 2016), prometendo melhorá-lo (SIEMENS e BAKER, 2012). Em 2011, o “*Horizon Report*” identificou *Learning Analytics* como uma tendência na educação para os anos seguintes (JOHNSON *et al.*, 2011). O relatório de 2019, por sua vez, também contemplou *Mobile LA* como uma tecnologia com tendência a ser adotada em breve (ALEXANDER *et al.* 2019).

No entanto, apesar dos benefícios que LA pode trazer para o ensino e aprendizagem, e da variedade de métodos e técnicas de análise de dados disponíveis na literatura (FREITAS *et al.*, 2019), poucas instituições relatam a utilização de *Learning Analytics* em projetos de larga escala (TSAI e GASEVIC, 2017b; DAWSON *et al.* 2019). A maior parte das iniciativas relatadas na literatura se refere a projetos liderados por pesquisadores que desejam avaliar ferramentas por eles desenvolvidas.

Essa situação já havia sido relatada anteriormente por Siemens *et al.* (2013), os quais afirmam que LA tem sido aplicada especialmente sob uma perspectiva “*bottom-up*”, na qual pequenos projetos são desenvolvidos apenas em algumas turmas (ou disciplinas) específicas. A outra perspectiva, ainda pouco representativa, “*top-down*”, é descrita pelos mesmos autores pela existência de uma equipe de trabalho coordenada, definida pela instituição, e sistemas que são utilizados no nível institucional.

¹ <http://cmmiinstitute.com/>. Acesso: 20/07/2020.

Tais dificuldades para ampliação do impacto de LA nas instituições ocorrem porque os desafios de sua adoção não se limitam apenas a desenvolver e utilizar ferramentas para a análise de dados educacionais. Pois, conforme explicam Arroway *et al.* (2016), LA “*apresenta desafios adicionais únicos relacionados à história e cultura do ensino superior, dificuldades metodológicas ao medir o ‘aprendizado’, ferramentas e processos imaturos e uma lentidão até que os resultados possam ser avaliados*”. Portanto, é preciso ultrapassar a barreira do simples uso de ferramentas, enfrentando também os demais aspectos necessários a uma adoção planejada, estruturada e alinhada aos objetivos e necessidades dos estudantes e da instituição.

Iniciar a utilização de LA sem levar em conta um planejamento abrangente pode ser prejudicial para o sucesso dos projetos. Conforme Yassine *et al.* (2016) explicam, “*qualquer foco em questões tecnológicas simplesmente gera ‘urgência’ em torno dos sistemas técnicos e das preocupações de integração e não lida com as complexidades e os problemas da cultura institucional e da mudança*”. Sendo assim, a instituição deve estar preparada para identificar e atuar nas áreas que requerem maior atenção na adoção de LA e também para lidar com as consequências da realização de mudanças de tamanha extensão em seus processos e na sua cultura.

Diante do exposto, pode-se constatar que o cenário de adoção de LA mostra-se desafiador. Desse modo, se fazem necessários instrumentos que ajudem as instituições a lidar com tal complexidade, a fim de que estas possam gradativamente sistematizar seus processos com o objetivo de ultrapassar as barreiras institucionais e aprimorar seu uso, aumentando a extensão dos benefícios obtidos.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A adoção de LA sob a perspectiva “*bottom-up*” (isto é, com menor abrangência) é relevante porque permite a execução e testes de ferramentas, bem como o conhecimento inicial da área e dos impactos que a mesma pode causar, preliminarmente a um pequeno grupo. Por outro lado, a adoção ampla, em toda a instituição, sob a perspectiva “*top-down*”, pode levar a resultados mais abrangentes e duradouros, se a mesma englobar, além da utilização de LA em toda a instituição, a criação de políticas e processos para dar prosseguimento a esse uso (SIEMENS *et al.* 2013; BROOS *et al.*, 2020).

Diante das afirmações apresentadas, a seguinte questão de pesquisa foi formulada: **Quais práticas são necessárias à adoção de *Learning Analytics* e como estruturá-las para fornecer um roteiro alinhado à perspectiva “top-down”?**

1.3 JUSTIFICATIVA

Greller e Drachsler (2012) explicam que a adoção de LA precisa ser desenhada com cuidado para ser benéfica. Ademais, Tsai e Gasevic (2017) defendem que é importante que as instituições adotem LA sob guias claros, específicos para cada instituição, e que sejam baseados em boas práticas para LA. Desse modo, os resultados podem ser propagados a toda a instituição, havendo maior probabilidade de sucesso e de continuidade dos projetos.

Assim, se fazem necessárias soluções que contemplem os desafios de LA e apoiem as instituições no planejamento estratégico do uso de LA. Nesse contexto desafiador, o Modelo de Maturidade para Adoção de LA é um instrumento propício para ajudar a sobrepor essas barreiras, por exemplo, indicando quais áreas devem ser consideradas pelas instituições.

Além disso, a utilização de um Modelo de Maturidade pode permitir às instituições empregar LA de modo planejado e sistemático, atendendo às necessidades específicas de cada uma delas ao propor níveis de maturidade convenientes, os quais permitirão identificar a situação atual da instituição e ascender a níveis mais altos de maturidade gradativamente. Almeida Neto *et al.* (2015) explicam que *“a partir do diagnóstico de um nível de maturidade de uma organização, torna-se possível prever seu futuro desempenho dentro de determinada área ou conjunto de disciplinas”*.

O Modelo de Maturidade pode coordenar a instituição como um todo. O objetivo é guiá-la desde o cenário mais básico até a aplicação de técnicas de análise mais complexas, sem negligenciar o planejamento dos aspectos organizacionais necessários quando da adoção de novas tecnologias.

Por fim, o foco do modelo desenvolvido nesta tese, ao contrário dos demais MM disponíveis, não é o gerenciamento dos negócios da instituição, mas o gerenciamento da instituição para que esta possa usufruir de dados importantes para

o aprendizado do estudante, enfatizando aspectos necessários para facilitar a adoção de LA. Assim, o conhecimento descoberto a partir desses dados permitirá que as atividades de estudo e ministração de aulas sejam melhoradas, trazendo grande benefício para estudantes, professores, organizações educacionais e sociedade (CHAU e PHUNG, 2012).

1.4 OBJETIVOS

Para responder à pergunta de pesquisa foram definidos os seguintes objetivos, divididos em geral e específicos:

1.4.1 Geral

Desenvolver um Modelo de Maturidade para adoção de *Learning Analytics* em Instituições de Ensino Superior.

1.4.2 Específicos

- Identificar os desafios e dificuldades relatadas para a adoção e uso de LA a fim de contemplar no modelo as ações que ajudem a minimizar tais problemas;
- Definir as áreas que devem compor o Modelo de Maturidade para Adoção de LA;
- Definir a estrutura do modelo e seus níveis de maturidade; e
- Avaliar a abrangência, consistência de adequação do modelo proposto à adoção de LA, utilizando, para isso, diferentes procedimentos técnicos (como a aplicação de questionário e Opinião de Especialistas).

1.5 HIPÓTESES

Por fim, tendo em vista o problema relacionado à dificuldade na adoção de *Learning Analytics* de modo planejado e abrangente, bem como a solução proposta, a saber, um Modelo de Maturidade, as seguintes hipóteses foram formuladas, de acordo com as orientações contidas em Lakatos e Marconi (2003), as quais devem ser confirmadas ou refutadas ao final desta tese:

- H1. Considerando os variados desafios relacionados à adoção de LA, o modelo ora proposto pode ser considerado **abrangente** para atender àqueles desafios já conhecidos desse campo de pesquisa.
- H2. Considerando o propósito do Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*, os itens propostos podem ser considerados **coerentes** em cada área tratada pelo modelo.
- H3. O modelo proposto pode ser considerado **adequado** ao seu propósito de apoiar a adoção de LA.

1.6 ESCOPO NEGATIVO

Dada a extensão do tema *Learning Analytics*, faz-se necessário ressaltar as questões que não serão abordadas no presente trabalho:

- Seleção dos dados e interpretação dos resultados – o modelo proposto nesta tese visa contribuir para a implantação e continuidade do uso de LA em Instituições de Ensino Superior no sentido de permitir que haja processos para obtenção de dados e sua análise. No entanto, a escolha estratégica de quais dados avaliar e sobre quais as técnicas para a interpretação desses dados deve ficar a critério de cada instituição;
- Políticas – o desenvolvimento de políticas que direcionem o entendimento da instituição sobre os diferentes aspectos da adoção de LA, tal como privacidade, por exemplo, é essencial para uniformizar as ações executadas em cada projeto. No entanto, a definição dessas políticas está fora do escopo dos modelos de maturidade. Desse modo, recomenda-se que a instituição analise, por exemplo, a possibilidade de adoção do SHEILA *Framework* (Tsai e Gasevic, 2017b), o qual traz direcionamentos que podem auxiliar as instituições no desenvolvimento de políticas para LA; e
- Aplicação do modelo em ambiente real – A decisão de não aplicar o modelo em um ambiente real foi tomada em face do tempo necessário para tal, o qual ultrapassaria o prazo regimental para defesa da tese. Além disso, são necessários outros artefatos complementares para a efetiva aplicação do modelo e monitoramento do uso como, por exemplo, o Guia de Utilização e o Modelo de Avaliação. Estes são trabalhos futuros relacionados a esta tese. Por fim, a pandemia da COVID-19 também foi um empecilho para a

negociação da utilização do modelo em Instituições de Ensino Superior, visto que as instituições públicas brasileiras suspenderam suas atividades presenciais nesse período.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Neste capítulo, os temas centrais desta tese, *Learning Analytics* e Modelos de Maturidade, foram introduzidos. Foi designada a motivação para o seu desenvolvimento, bem como a questão de pesquisa e os respectivos objetivos a serem alcançados. Adicionalmente, apresentou-se a justificativa que sustenta a proposta de solução e as hipóteses que foram comprovadas ao final desta pesquisa. Foi também informado o escopo negativo deste trabalho. Por fim, apresenta-se a estrutura deste documento. Além deste capítulo introdutório, o restante do trabalho está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2 - Apresenta o Referencial Conceitual, abordando de forma mais abrangente os temas *Learning Analytics* e Modelos de Maturidade. Inclui também uma Revisão Sistemática da Literatura executada a fim de identificar as dificuldades na adoção de LA, bem como analisa os trabalhos a este relacionados;
- Capítulo 3 - Apresenta todos os processos metodológicos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa, detalhando o procedimento escolhido, a esquematização da pesquisa e também sua classificação;
- Capítulo 4 - Apresenta cada uma das etapas do desenvolvimento do MMALA, Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*, com base na metodologia anteriormente apresentada;
- Capítulo 5 - Relata os resultados da avaliação do MMALA, em sua versão completa, por meio da Opinião de Especialistas;
- Capítulo 6 - Expõe as considerações finais sobre o trabalho, destacando suas principais contribuições, listando suas limitações, bem como apresentando propostas de trabalhos futuros;
- Em seguida, são listadas as referências utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho; e
- Por fim, são dispostos os apêndices.

2 REFERENCIAL CONCEITUAL

Neste capítulo, serão abordados, com apoio da literatura, os principais temas que formam a base conceitual deste trabalho: *Learning Analytics* e Modelos de Maturidade. Além disso, detalha-se a Revisão Sistemática da Literatura realizada com o intuito de fundamentar o modelo proposto. Na sequência são apresentados os trabalhos a este relacionados. Por fim, são apresentadas as considerações finais do capítulo.

2.1 LEARNING ANALYTICS

Desde o fim da década de 1970, pode-se relacionar estudos cujo foco é a investigação de dados educacionais (FERGUSON, 2012). A partir de então, diferentes soluções para análise dessa categoria de dados têm sido apresentadas (NIETO *et al.*, 2016). Um fator que contribuiu para o crescimento das pesquisas na área foi a popularização da Internet, na década de 1990, permitindo à modalidade de educação *online* tornar-se um ramo importante da tecnologia educacional (DEVEDZIC, 2006). Estudos como os de Chatti *et al.* (2012) e Ferguson (2012) explicam com detalhes a evolução histórica dessa área de pesquisa.

Nesse contexto, *Learning Analytics* (LA) pode ser vista como a convergência de diferentes tecnologias direcionadas à educação. De acordo com Greller e Drachsler (2012), LA se utiliza de instrumentos como Mineração de Dados Educacionais, Aprendizagem de Máquina, Estatística, entre outros. Sendo assim, é “*um meio efetivo para informar estudantes, instrutores e instituições educacionais sobre o desempenho dos estudantes e o progresso do processo de aprendizagem (...)*” (YASSINE *et al.*, 2016). Esta seção tem por objetivo caracterizar esse campo de pesquisa, iniciando pela conceituação do tema.

2.1.1 Conceituação

Os Sistemas de Gestão de Aprendizagem (do inglês LMS - *Learning Management Systems*) favoreceram a educação *online*. Por meio deles, a interação entre aluno e professor se dá em um ambiente virtual, mediante funções como a disponibilização de materiais e atividades, fóruns tira-dúvidas, *chats*, questionários, entre outras.

Desse modo, é possível que o professor e o aluno não estejam fisicamente localizados no mesmo espaço.

O crescimento no uso dos LMS propiciou a produção de uma quantidade sem precedentes de dados sobre os estudantes (KEATING *et al.*, 2016; VIRVOU *et al.*, 2015). Somado a isso, com a pandemia da COVID-19, muitas IES precisaram adaptar-se ao ensino *online*, ampliando a produção de dados educacionais. A quantidade massiva de dados atrai pesquisadores (YASSINE *et al.*, 2016) e produz oportunidades de pesquisa, dentre as quais pode-se citar *Learning Analytics*.

Diversos autores publicaram suas considerações sobre LA. Uma das definições mais bem aceitas é a da *Society for Learning Analytics Research (SoLAR)*², a qual a caracteriza como: “*a medição, coleta, análise e descrição de dados sobre estudantes e seus contextos, com o propósito de entender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que ocorrem*”³. Este conceito, que norteou a 1ª Conferência Internacional sobre *Learning Analytics* e Conhecimento – LAK 2011, destaca o processo da LA, desde a coleta de dados até a sua aplicação.

Johnson *et al.* (2011), por sua vez, enfatizam os objetivos de LA. Segundo os autores, “*refere-se à interpretação de uma ampla gama de dados produzidos por e reunidos em benefício dos alunos, a fim de avaliar o progresso acadêmico, prever o desempenho futuro e detectar possíveis problemas*”. Govindarajan *et al.* (2016) também destacam a função de verificação de LA, a qual: “*avalia a eficácia e a eficiência dos ambientes de aprendizagem, a fim de compreender as necessidades dos alunos e melhorar o processo de ensino*”.

Em síntese, LA se utiliza dos dados resultantes da interação dos usuários com os Sistemas de Gestão de Aprendizagem - bem como com outras fontes - para realizar análises que auxiliam o aluno e o professor a compreender e avaliar o processo de ensino e aprendizagem, permitindo a tomada de decisões e a melhoria desses processos (FREITAS *et al.*, 2019b). A seção seguinte apresenta com maiores detalhes os propósitos de LA, exemplificando suas funções e aplicabilidade.

² <https://solaresearch.org/>. Acesso: 20/07/2020.

³ <https://tekri.athabascau.ca/analytics/>. Acesso: 20/07/2020.

2.1.2 Elementos de Avaliação e Propósito de LA

As organizações têm se beneficiado intensivamente da análise de seus dados, podendo obter, assim, vantagem competitiva sobre a concorrência. No contexto de LA, a análise dos dados tem outro enfoque: permitir a estudantes e professores melhores experiências de ensino e aprendizagem.

Santos *et al.* (2012) explicam que diversos recursos podem ser analisados por meio de LA como, por exemplo, *logs* de comunicação, recursos de aprendizagem, *logs* dos LMS e atividades realizadas fora dos LMS. Entre essas atividades fora do LMS, pode-se citar a interação dos alunos com redes sociais (KITTO *et al.*, 2015; COBOS *et al.*, 2016; GEWERC *et al.*, 2016) e jogos (PEREIRA JR *et al.*, 2016; TLILI *et al.*, 2015; CANO *et al.*, 2016), por exemplo.

Dyckhoff *et al.* (2012) detalham, ainda, as atividades que podem ser analisadas a partir do LMS: resolução de exercícios, realização de avaliação, participação em fóruns de discussão, entre outras. É por meio do rastreamento dessas atividades realizadas pelos estudantes que se pode monitorar o progresso da aprendizagem (LECON e HERKERSDORF, 2014).

Conforme explicam Virvou *et al.* (2015), LA “*tenta preencher a lacuna entre a singularidade de um usuário e o montante de dados disponíveis*”. Esta dificuldade pode ser vista com maior intensidade em cursos conhecidos como MOOC (*Massive Open Online Course*, em português, Curso *Online* Aberto e Massivo), os quais têm centenas de alunos aprendendo gratuitamente a partir de recursos *online* e que são avaliados tipicamente por meio de ferramentas automáticas (BANERES *et al.*, 2016).

Dada a grande quantidade de alunos, nessa modalidade de educação *online* os instrutores não conseguem direcionar muito tempo a cada um dos estudantes (RUIZ *et al.*, 2014). Por esta razão, faz-se necessária a utilização de técnicas de avaliação automatizadas que permitam um acompanhamento mais próximo, apesar do volume de alunos.

Em todos os ambientes (MOOC, ensino a distância tradicional e ensino presencial), essa análise pode detectar problemas com maior antecedência, permitindo uma rápida intervenção sobre eles, o que se constitui um dos focos

fundamentais de LA. Maiores detalhes sobre as aplicações de LA podem ser encontrados na seção seguinte, a qual descreve e categoriza diferentes tipos de aplicações possíveis com a utilização de LA.

2.1.3 Aplicações

Diversos tipos de aplicações são possíveis por meio da utilização das técnicas de LA, dentre as quais pode-se destacar:

- **Predição** - Uma das aplicações mais recorrentes na literatura sobre LA é a de predição. Há pesquisas desenvolvidas com diferentes objetivos, tais como: predição da possibilidade de abandono de curso e predição de desempenho do aluno (GOVINDARAJAN et al, 2015; TEMPELAAR et al. 2015; SUNGKUR et al., 2016);
- **Dashboards** - De acordo com Yassine et al. (2016), “O dashboard é uma das técnicas de exibição visual mais eficazes e atraentes, que mostra as informações mais importantes necessárias para alcançar os objetivos”. Dada sua capacidade de exibir com clareza as informações, sintetizadas ou em detalhes, e visto que é importante retornar as informações de desempenho aos estudantes e professores, os *dashboards* são importantes ferramentas para LA. Trabalhos como os de Ruipérez-Valiente et al. (2015), Muslim et al. (2016), Einhardt et al. (2016) e Cobos et al. (2016) apresentam soluções deste tipo;
- **Recomendação** - LA também permite aplicações de recomendação. O trabalho de Duval (2011), por exemplo, descreve uma ferramenta que filtra e reordena os resultados das buscas realizadas pelos estudantes em *sites* como Google⁴ e SlideShare⁵, com base nas interações anteriores. Os estudantes também auxiliam no aprimoramento do sistema informando se os resultados foram relevantes ou não para sua pesquisa;
- **Análise de perfil** - Essa aplicação de LA tem por objetivo identificar e associar em grupos os perfis dos estudantes. Como realizado, por exemplo, por Riofrio et al. (2015), os quais identificaram o perfil do aluno potencialmente propenso a abandonar o curso; Chau e Phung (2012), que

⁴ <https://www.google.com.br/>. Acesso: 20/07/2020.

⁵ <https://pt.slideshare.net/>. Acesso: 20/07/2020.

classificaram os alunos em 7 categorias, de acordo com sua capacidade de concluir o curso; e Sancho (2016) que, analisando as contribuições dos alunos em uma *wiki*, classificou-os de acordo com os tipos de contribuições realizadas (por exemplo, *linkers*, formatadores, usuários passivos, entre outros); e

- **Avaliação** - LA pode ser usada também como meio de avaliação. Por exemplo, é possível aos professores ajustar práticas pedagógicas (GRELLER e DACHSLER, 2012), caso verifiquem que não estão obtendo sucesso em determinada abordagem. Johnson *et al.* (2011) complementam: “*Learning Analytics não precisa simplesmente se concentrar no desempenho dos alunos. Pode ser usada também para avaliar currículos, programas e instituições*”.

Chatti *et al.* (2012) citam, ainda, os seguintes objetivos:

- **Monitoramento e análise** - No monitoramento, os objetivos são acompanhar as atividades dos alunos e gerar relatórios para apoiar a tomada de decisões pelo professor ou pela instituição educacional;
- **Tutoria e aconselhamento** - visa auxiliar o estudante em suas tarefas em atividades e momentos específicos (tutoria) ou ao longo de todo o processo de aprendizagem (mentorias);
- **Predição e intervenção** - conforme explanado anteriormente, visa prever problemas de aprendizagem e intervir com antecedência sobre eles;
- **Adaptação** - O objetivo da LA nesse caso é dizer aos alunos o que fazer em seguida, organizando de forma adaptada recursos de aprendizagem e atividades de instrução de acordo com as necessidades individuais do aluno;
- **Personalização e recomendação** - Ajuda os alunos a decidir sobre a sua própria aprendizagem e continuamente moldar seus Ambientes de Aprendizagem Individuais (do inglês *Personal Learning Environment* - PLE) para alcançar seus objetivos de aprendizagem; e
- **Reflexão** - Estudantes e professores podem se beneficiar da comparação de dados dentro do mesmo curso, entre classes, ou até mesmo entre instituições para tirar conclusões e (auto-) refletir sobre a eficácia de sua aprendizagem ou prática de ensino.

Para o emprego de LA, portanto, é necessário às instituições percorrer um processo, o qual será descrito na seção seguinte.

2.1.4 Processo

Ruiz *et al.* (2014) explicam que é difícil realizar análises sobre dados brutos, de modo que “é necessário transformar os dados brutos em informações úteis que podem ser utilizadas pelas diferentes partes interessadas no processo de aprendizagem”. Para isso, é necessário que esses dados passem por um processo.

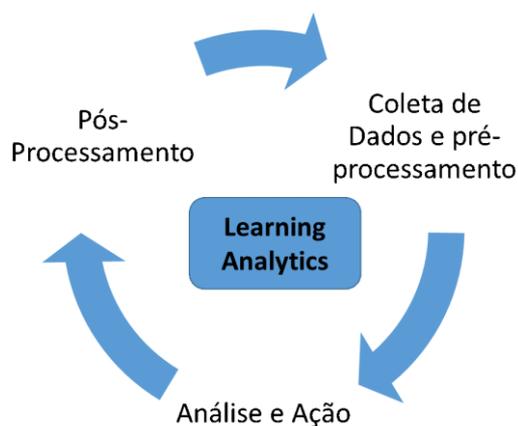
Chatti *et al.* (2012) explicam que o processo de *Learning Analytics* é um ciclo iterativo e consiste de três etapas:

- **Coleta de dados e pré-processamento** - na qual os dados são obtidos a partir das diferentes atividades realizadas pelos estudantes e por meio de diversas fontes, tal como visto na Seção 2.1.2. Os autores destacam a importância desta fase para a descoberta de padrões efetivamente úteis. No pré-processamento, os dados são transformados para serem usados como entrada para um método particular de LA. É importante ressaltar os esforços para padronização no processo de coleta de dados, os quais têm sido realizados por meio do projeto da *Experience API* (xAPI), por exemplo. Também conhecida como Tin Can API, a xAPI tem por objetivo expressar, armazenar e trocar afirmações sobre experiências de aprendizagem (GLAHN, 2013). A padronização no armazenamento dos dados educacionais pode favorecer a comunicação entre diferentes LMS e, por consequência, ajudar a obter descobertas sobre a aprendizagem em escalas maiores;
- **Análise e ação** - nesta fase, as diferentes técnicas de LA são aplicadas a fim de descobrir padrões ocultos com vistas a prover uma experiência de aprendizagem mais efetiva. Sungkur *et al.* (2016) explicam e apresentam exemplos de métodos utilizados na LA, a saber: predição, clusterização, mineração de relacionamento, regras de associação e mineração de padrões sequenciais. Dyckhoff *et al.* (2012) acrescentam ainda: classificação e análise de redes sociais. Maiores detalhes sobre esses métodos podem ser encontrados em Sungkur *et al.* (2016); e

- **Pós-processamento** - é a fase fundamental para a melhoria das análises. Pode ser necessário, por exemplo, compilar dados de outras fontes, refinar o conjunto de dados, determinar novos atributos, entre outros.

A Figura 1 retrata o processo de *Learning Analytics* descrito anteriormente:

Figura 1 — Processo de *Learning Analytics*



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

2.1.5 Benefícios

Como já afirmado neste trabalho, a utilização de *Learning Analytics* traz diversos benefícios para estudantes, professores e até mesmo para as instituições de ensino. Esses benefícios fundamentam a sua utilização.

Kloos *et al.* (2016) explicam que por meio de LA “os professores recebem informações do processo de aprendizagem de forma clara para facilitar a tomada de decisões”. Visto que em muitos casos os professores possuem uma grande quantidade de alunos, LA pode auxiliar na tarefa de acompanhá-los, permitindo uma intervenção rápida ou até mesmo automática para estudantes que apresentem dificuldades. Também, é possível a identificação de objetos de aprendizagem com problemas a fim de tomar ações corretivas, sendo possível ainda avaliar a efetividade das intervenções.

Um exemplo disso é quando se nota que os estudantes estão despendendo muito tempo em um exercício, o que pode indicar que eles têm dificuldade em realizá-lo (GOVAERTS *et al.*, 2010); ou quando se constata que o aluno tem um perfil não persistente para a reprodução de vídeos, isto é, tem tendência a iniciar e não completar a reprodução de vídeos. Nesses casos, podem ser utilizadas ferramentas

automatizadas a fim de enviar um aviso para aconselhar o aluno a se concentrar mais naquele recurso antes de tentar novos (RUIPÉREZ-VALIENTE *et al.* 2015). Um estudo conduzido por Arnold e Pistilli (2012) mostrou que alguns estudantes sequer perceberam que as mensagens de alerta eram automáticas, visto que as informações nelas contidas envolviam conteúdo personalizado.

LA também ajuda a entender o comportamento e o perfil dos estudantes, pois, segundo explicam Gewerc *et al.* (2016), é comum que os professores desconheçam o que seus estudantes fazem para aprender. LA, por sua vez, possui ferramentas que permitem revelar esse caminho seguido pelos estudantes. Por exemplo, Smith *et al.* (2012) identificaram que atividades como a frequência de *log-in* no LMS, a conclusão de avaliações, leitura dos *feedbacks* do instrutor, abertura de uma atividade, as notas dos trabalhos, entre outros fatores, podem determinar o sucesso do aluno para a finalização do curso.

Além do indivíduo, LA também permite analisar a sala como um todo (RUIPÉREZ-VALIENTE *et al.*, 2015), fornecendo uma visão geral do grupo. A análise de experiências coletivas de alunos com comportamento similar pode beneficiá-los na determinação dos requisitos de aprendizagem do estudante (RAGHUVVEER e TRIPATHYA, 2014). Isto pode então permitir obter uma compreensão mais aprofundada e encontrar o melhor processo de aprendizagem (SUN *et al.*, 2016).

LA também oportuniza a utilização da metodologia denominada *Action Research* (AR) por meio da disposição de informações sobre as atividades educacionais. Chatti *et al.* (2012) explicam que “o objetivo da AR é melhorar a prática de ensino e garantir a qualidade. Com base em uma situação de ensino concreta, professores e alunos investigam sistematicamente as questões de pesquisa, enquanto a ação e a reflexão se correlacionam”.

Greller e Drachsler (2012) citam ainda os seguintes benefícios relacionados à LA: (1) a aprendizagem personalizada tem o potencial de reduzir os custos e, ao mesmo tempo, criar experiências de aprendizagem mais eficazes; (2) permite a alunos e professores autorreflexão sobre os processos de ensino-aprendizagem; (3) permite aos professores avaliar processos de ensino inovadores e, ao governo, avaliar as Instituições de Ensino Superior (IES); (4) aos alunos, pode ajudar a verificar seu

desempenho com relação aos demais; e (5) às IES, possibilita acompanhar e diminuir a taxa de desistências.

2.1.6 Desafios: uma Visão Geral

Apesar do entusiasmo em torno de LA e de seus benefícios, Yassine *et al.* (2016) explicam que as instituições têm sido lentas na sua adoção. Alguns obstáculos comprometem a aplicação efetiva desse novo campo de pesquisa, alguns dos quais serão discutidos nesta seção.

Um dos desafios é a definição sobre o que deve ser medido a fim de entender como a aprendizagem está ocorrendo (DUVAL, 2011). Certamente, a participação de pedagogos nesse processo é importante para prover fundamentação ao determinar os indicadores. Pois, conforme explicam Ruiz *et al.* (2014), um dos maiores desafios da LA é a “*definição de indicadores que tenham significância para a descrição do processo de aprendizagem*”.

Outro problema na aplicação de LA é a falta de padrões, o que pode aumentar a dificuldade na adoção, visto que a existência de diferentes soluções utilizando padrões divergentes (ou inexistentes) dificulta a comunicação entre as aplicações. Nesse sentido, Zhao *et al.* (2011) explicam que o isolamento dos dados educacionais prejudica o compartilhamento, troca e atualização desses dados, ao mesmo tempo em que desperdiça muita mão de obra, além de recursos materiais e financeiros.

Outrossim, a adoção da LA no processo de ensino, aprendizagem e avaliação deve passar por planejamentos também com relação ao quadro de funcionários. Greller e Dachslar (2012) explicam que há a necessidade de pessoas competentes para compreender os dados. Isso porque, mesmo quando as ferramentas estão disponíveis, é preciso conhecimento específico sobre a aprendizagem e as especificidades da instituição para interpretar corretamente os dados e tomar decisões apropriadas.

Ademais, Ferguson *et al.* (2016) pontuam que “*o exemplo da University of Technology in Sydney mostra que a introdução de Learning Analytics é um processo de longo prazo que implica mudanças na estratégia, política e estrutura, bem como mudanças na pedagogia e tecnologia*”. Mudanças de tal ordem exigem uma equipe

com convicções coesas, caso contrário, podem ocorrer problemas como os especificados por Chatti *et al.* (2012):

O uso de LA pelos funcionários da administração para encontrar exemplos de melhores práticas de ensino aprimorado pela tecnologia pode ofender os professores porque eles podem se sentir avaliados e controlados. O mesmo pode ser verdade para os alunos que podem temer que os dados pessoais não serão utilizados para a avaliação formativa, mas para avaliação e classificação.

Neste sentido, outro tópico de grande relevância e frequentemente discutido é a ética no uso dos dados educacionais. Um exemplo disso é o guia denominado “Políticas sobre uso ético de dados de alunos para *Learning Analytics*”, desenvolvido por The Open University in UK⁶, o qual ressalta a importância de se utilizar os dados apenas se houver expectativa de benefício para o aprendizado dos estudantes.

Dentre os fundamentos apresentados no documento, pode-se destacar o que expõe, por exemplo, os princípios 3 e 8, respectivamente: “*Os alunos não devem ser definidos apenas por seus dados visíveis ou nossa interpretação desses dados*”, o que enfatiza que a expectativa sobre as capacidades dos estudantes não pode se limitar aos resultados obtidos pelas análises de seus dados; e “*A adoção de LA dentro da Open University requer ampla aceitação dos valores e benefícios (cultura organizacional) e o desenvolvimento de habilidades apropriadas em toda a organização*”. Greller e Dachslar (2012) destacam ainda questões de privacidade como a necessidade de tornar anônimos os dados educacionais e obter o consentimento dos sujeitos, a fim de evitar exposição indevida dos mesmos.

Os trabalhos supracitados expõem uma breve relação dos desafios enfrentados nesse recente campo de pesquisa. No entanto, se faz necessário aprofundar os conhecimentos sobre o tema a fim de prover uma visão abrangente desses desafios com o propósito final de embasar a definição das áreas que devem compor o Modelo de Maturidade para Adoção de LA. Sendo assim, uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi conduzida, identificando de forma mais ampla os desafios apontados na literatura sob a ótica dos pesquisadores de LA. Os resultados da RSL estão dispostos na seção seguinte.

⁶ <http://www.open.ac.uk/students/charter/essential-documents/ethical-use-student-data-learning-analytics-policy>. Acesso: 20/07/2020.

2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) “*é um meio de avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma determinada questão de pesquisa, área temática ou fenômeno de interesse*” (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007). Dois artigos foram publicados com os resultados parciais dessa RSL (FREITAS *et al.*, 2019 e FREITAS *et al.*, 2019b), os quais contribuíram para o refinamento do entendimento da questão de pesquisa.

Esta seção, no entanto, tem como objetivo central a apresentação dos resultados ainda inéditos dessa RSL, os quais visam à identificação dos desafios já relatados na adoção de LA, sob o ponto de vista de pesquisadores que iniciaram a implementação de LA em projetos empíricos e reportaram esses resultados mediante a publicação de artigos científicos. A identificação desses desafios ajudará a compreender as áreas que necessitam de atenção quando da adoção de LA. Os demais resultados dessa RSL serão discutidos, em síntese, ainda nesta seção.

Para o desenvolvimento desta RSL, a seguinte pergunta de pesquisa foi formulada: “Como *Learning Analytics* tem sido aplicada para apoiar o ensino e aprendizagem?”. E para apoiar a análise de dados, foram definidas, ainda, as seguintes subperguntas:

- Quais técnicas/ferramentas têm sido utilizadas?
- De que modo o uso de LA melhorou o ensino e aprendizagem na instituição?
- Quais são os desafios na implementação de *Learning Analytics*?

Para alcançar um conjunto mais relevante de estudos, as seguintes decisões foram tomadas:

- Fontes de Informação - foram definidas como fontes de informação para essa pesquisa a *ACM Digital Library*⁷, visto que compreende os anais da *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, principal conferência de LA⁸; e *IEEE Xplore*⁹, a qual compreende os

⁷ <https://dl.acm.org/>. Acesso: 20/07/2020.

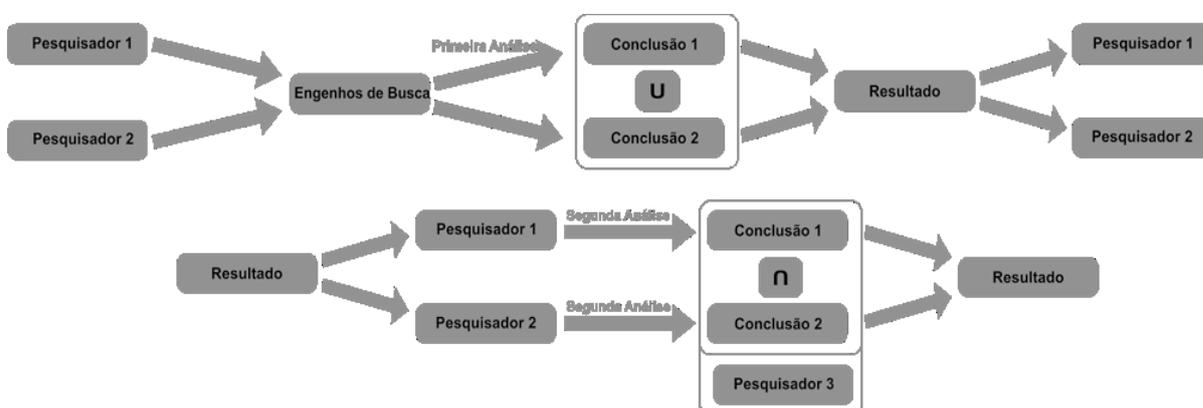
⁸ <https://www.solaresearch.org/events/lak/>. Acesso: 20/07/2020.

⁹ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>. Acesso: 20/07/2020.

anais da *International Conference on Advanced Learning Technologies* (ICALT) e da revista *IEEE Transactions on Learning Technologies*, as quais são consideradas de grande importância para a área de LA;

- Estratégia de Busca - Uma busca automática foi realizada nos dois engenhos de busca selecionados e apenas artigos científicos revisados por pares foram utilizados;
- Equipe de Busca - A equipe de busca foi composta por duas pessoas. Além disso, um terceiro membro ficou responsável por resolver questões de empate nas discussões. O seguinte procedimento foi utilizado para a realização da RSL: Cada pesquisador ficou responsável por realizar a busca nos dois engenhos definidos. Os pesquisadores realizaram a busca no engenho e selecionaram os estudos relevantes, com base na leitura de seus títulos. Nesta fase, quaisquer conflitos quanto à inclusão ou não de um artigo resultou na decisão de incluir o mesmo. Desse modo, o resultado dessa etapa refere-se à união dos conjuntos de artigos incluídos pelo pesquisador 1 e pelo pesquisador 2. Em seguida, o resultado da união foi avaliado pelos dois pesquisadores, que leram o conjunto de artigos e aplicaram os critérios de inclusão e exclusão, definidos a seguir. Neste momento, não foram permitidos conflitos, de modo que estes foram resolvidos pela decisão do terceiro membro. A equipe de busca e o procedimento para a realização da RSL estão retratadas na Figura 2.

Figura 2 — Equipe e Procedimento de Busca dos Estudos Primários



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

- *String* de busca: Com base nas perguntas de pesquisa, a seguinte *string* de busca foi definida: ((*"technique"* OR *"method"* OR *"performance"* OR *"approach"* OR *"practice"* OR *"manner"* OR *"procedure"*) AND (*"application"* OR *"tool"* OR *"implementation"*) AND (*"teaching"* OR *"learning"*) AND (*"learning analytics"*));
- Critérios de Inclusão e Exclusão: A inclusão de um artigo é definida pela sua relevância em responder à questão de pesquisa, a ser determinada pela análise do artigo completo. Os seguintes critérios de inclusão foram definidos: (a) Estudos cujo tema é *Learning Analytics*; (b) Estudos que apresentam execuções práticas de LA. Os critérios de exclusão definidos foram: (c) artigos que não estejam em língua inglesa ou portuguesa; (d) Artigos de *Gray Literature*¹⁰; (e) Estudos não disponíveis em formato digital; (f) *Short Papers* com menos de 6 páginas – em razão da dificuldade de se fazer uma exposição clara e detalhada dos métodos e resultados do artigo; e (g) Estudos disponíveis apenas em bibliotecas pagas, às quais a equipe não tem livre acesso. Se um artigo sob avaliação se enquadra simultaneamente nos dois critérios de inclusão (a) e (b), este será considerado incluído. Por outro lado, se o artigo se enquadra em pelo menos um critério de exclusão, este será classificado como excluído.

A busca foi realizada no IEEE Xplore em 9 de novembro de 2018 e resultou em 80 artigos, selecionando as seguintes opções de busca disponíveis nesse engenho: pesquisa apenas nos *metadados* dos artigos (já que os tópicos da pesquisa devem ser o foco central dos artigos) e sem filtragem adicional. Na ACM *Digital Library*, a consulta foi realizada em 13 de novembro de 2018, resultando em 328 artigos. A filtragem padrão disponível neste engenho de busca foi a selecionada, visto que não havia a opção de realização da pesquisa apenas nos *metadados*, conforme realizado anteriormente no IEEE Xplore. Após a leitura do título e do resumo, o número de artigos foi reduzido para 54 (IEEE Xplore) e 148 (ACM *Digital Library*). Além disso,

¹⁰ Literatura Cinzenta, do inglês *Gray Literature*, é um meio pelo qual as agências governamentais e os laboratórios de pesquisa em empresas privadas podem veicular qualquer pesquisa que considerem apropriada para sua missão e necessidades - sem precisar vender suas publicações, da maneira que um periódico tem para vender assinaturas ou uma editora faz para vender livros. Fonte: <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/gray-literature>. Acesso: 20/07/2020.

após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, restaram 20 artigos (IEEE Xplore) e 70 (ACM *Digital Library*). As referências de todos os 90 estudos primários incluídos estão disponíveis no Apêndice A desta tese. Os resultados da busca, por sua vez, estão sumarizados na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 — Quantidade de Artigos Retornados na Busca por Estudos Primários

Quantidade de artigos obtidos	IEEE Xplore	ACM <i>Digital Library</i>
Na busca realizada no engenho	80	328
Após a leitura do título e <i>abstract</i>	54	148
Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão	20	70

Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Os dois motivos mais recorrentes para a exclusão de um artigo foram os critérios f e b (65,1% e 29,4%, respectivamente). Em relação ao critério de inclusão b, os trabalhos frequentemente relatam apenas uma ferramenta e suas características, não tendo sido realizados testes, de modo que não seria possível responder às perguntas da pesquisa.

Com a realização desta RSL, as seguintes conclusões puderam ser obtidas:

- Qual técnica/ferramenta tem sido utilizada? A maioria dos estudos utiliza Mineração de Dados e técnicas estatísticas para alcançar seus resultados, como *K-Means*, *Multilayer Perceptron*, *Decision Tree*, *Random Forest*, *t-test* e outros. Outros desenvolveram ferramentas próprias - como SPARFA-Trace (LAN *et al.*, 2014) e EMODA (EZ-ZAOUIA *et al.*, 2017). Maiores detalhes estão disponíveis em Freitas *et al.* (2019);
- De que modo o uso de LA melhorou o ensino e aprendizagem na instituição? Constatou-se que com o uso das ferramentas de LA foram registradas melhorias na qualidade das atividades dos estudantes, no desempenho dos estudantes que receberam *feedbacks* sobre seu rendimento, no apoio aos estudantes na decisão sobre quais disciplinas cursar no semestre, entre outros. No que se refere ao ensino, as ferramentas de LA apoiaram o professor na avaliação das atividades e dos estudantes (individualmente ou em grupo), diminuindo o tempo e esforço dedicados para essa função e permitindo, conseqüentemente,

mais tempo para que os professores se dedicassem a outras questões relacionadas ao ensino. Alguns professores relataram que não seria possível realizar certas avaliações providas pelas ferramentas de LA caso fosse realizada uma verificação manual das ações de cada aluno. Foram identificadas também mudanças no comportamento de professores e estudantes, tendo em vista as informações disponíveis. É preciso ressaltar, adicionalmente, que os detalhes da análise dessa subpergunta estão disponíveis em Freitas *et al.* (2019b) e os resultados foram obtidos após a busca no engenho *Scopus*¹¹ (seguindo o mesmo protocolo aqui descrito); e

- Quais são os Desafios na Implementação de *Learning Analytics*? Para responder a essa subquestão, os 90 estudos primários resultantes da RSL foram então analisados por meio de Síntese Temática (CRUZES e DYBA, 2011).

As seções seguintes (2.2.1 a 2.2.6), portanto, apresentam a análise dos estudos primários para essa última subquestão de pesquisa e as conclusões obtidas.

2.2.1 Extração dos Dados

Durante o processo da Revisão Sistemática da Literatura todos os artigos incluídos, isto é, os 90 estudos primários selecionados, foram lidos integralmente, atendendo à recomendação de imersão sobre os mesmos. Na primeira etapa da Síntese Temática, a de extração, os dados bibliográficos (como título, autores, ano, instituição), de contexto (tema, objetivos, tecnologias de análise de dados empregadas) e resultados (trechos que apoiam a resposta da subquestão de pesquisa desta RSL, qual seja, “Quais são os Desafios na Implementação de *Learning Analytics*?”) dos artigos foram extraídos. Esse processo foi realizado manualmente, transferindo tais informações relevantes para uma planilha.

Cabe ressaltar que 43% dos artigos analisados não identificaram desafios enfrentados na implementação de LA. Observou-se que, com frequência, os artigos analisados ressaltavam as aplicações de LA desenvolvidas e seus benefícios, no

¹¹ <https://www.scopus.com/home.uri>. Acesso: 20/07/2020.

entanto, sem discutir as limitações do estudo. Por outro lado, outros estudos permitiram a identificação de mais de um desafio relacionado à implementação de LA.

2.2.2 Codificação dos Dados

Nesta etapa, os segmentos dos textos que apoiavam a resolução da subquestão de pesquisa desta RSL foram identificados e devidamente codificados de modo a identificar conceitos-chave. A codificação é o processo de rotular segmentos de textos com o objetivo de organizar os dados que compartilham características comuns em categorias (CRUZES e DYBA, 2011). Por exemplo, o trecho “*no geral, essa complexidade e diversidade adicionam um desafio significativo à interpretação dos dados de log das trajetórias de aprendizado*”, de Fratamico *et al.* (2017) e o trecho “*o fator de subjetividade inerente aos indivíduos também deve ser levado em consideração (...)*” de Menchaca *et al.* (2016) foram codificados sob o mesmo rótulo: “complexidade da interpretação dos dados”. É necessário ressaltar que foram consideradas as questões de contexto de cada descoberta. A codificação foi realizada por meio da Abordagem Integrada, recomendada para revisões sistemáticas, a qual combina a estratégia indutiva com a utilização de uma estrutura de organização dedutiva para tipos de código (CRUZES e DYBA, 2011). Nessa abordagem integrada, ainda segundo Cruzes e Dyba (2011), “*o revisor aborda os dados com questões específicas em mente de acordo com as quais deseja codificar. Por outro lado, o revisor também deve se relacionar com os conceitos em torno dos quais os autores dos estudos primários organizaram suas descobertas*”. Nesse caso, a codificação foi guiada pela pergunta que se deseja responder. Esta etapa identificou 39 códigos.

2.2.3 Tradução dos Códigos em Temas

Um tema é o resultado da codificação, que permite agrupar os códigos em um número menor de conjuntos (CRUZES e DYBA, 2011). Esta etapa identificou 13 temas. A Figura 3 expõe os temas e respectivos códigos.

Figura 3 — Temas Identificados a Partir dos Respetivos Códigos



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

2.2.4 Criação de um Modelo de Temas de Ordem Superior

Esta etapa visa criar um modelo que consiste nos temas de ordem superior e seus relacionamentos (CRUZES e DYBA, 2011). Ainda segundo os autores, o resultado desta etapa pode ser uma descrição dos temas de ordem superior, uma taxonomia, um modelo ou uma teoria. Neste caso, o resultado é um modelo preliminar que descreve os desafios da utilização de LA. O modelo desenvolvido para a subquestão “Quais são os desafios na implementação de LA?” está disposto no Quadro 1, o qual descreve os temas de ordem superior, seus temas e o contexto nos estudos primários. Entende-se que a relação entre os temas de ordem superior e seus temas é de inclusão. Por exemplo, o tema “Integração de Dados” está contido em “Gestão de Dados”.

Quadro 1 — Descrição dos Temas de Ordem Superior e seus Respective Temas e Contexto dos mesmos para a Pergunta: “Quais são os Desafios na Implementação de LA?”

Temas de Ordem Superior	Temas	Contexto
Gestão de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisição de Dados – Qualidade de Dados – Infraestrutura de TI – Limitações da Arquitetura das Aplicações – Integração de Dados 	<p>Os estudos primários identificam dificuldades relacionadas à aquisição de dados, como a complexidade envolvida na tarefa de obtenção dos dados (JAYAKODY e PERERA, 2016).</p> <p>Relacionadas aos impactos que a falta de qualidade e de padrões podem trazer sobre acurácia das análises (BOS e BRAND-GRUWEL, 2016; MANSO-VÁZQUEZ <i>et al.</i>, 2018);</p> <p>Dificuldades de gestão dos LMS e da infraestrutura de TI (BALDERAS <i>et al.</i>, 2014, FONSECA e REDONDO, 2013) e a necessidade de escalar as aplicações a outros cursos e ambientes para ratificar sua eficácia e aplicabilidade (NESPHEREIRA <i>et al.</i>, 2015).</p> <p>As dificuldades geradas por problemas de planejamento da arquitetura das aplicações (GOTTIPATI <i>et al.</i>, 2017).</p> <p>E o desafio de expandir as análises por meio da integração de fontes de dados internas e externas à instituição a fim de melhorar sua precisão (MERCADO-VARELA <i>et al.</i>, 2016).</p>

Temas de Ordem Superior	Temas	Contexto
Administração e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> – Questões Financeiras – Despreparo/ Dificuldades de Uso 	<p>Destaca a necessidade de avaliar os custos da utilização de ferramentas de LA (BROOKS <i>et al.</i>, 2015).</p> <p>Também as dificuldades geradas pela falta de preparo dos <i>stakeholders</i> para uso de ferramentas para LA, o que pode levar à baixa adoção, por exemplo (HUI e FARVOLDEN, 2017).</p>
Questões Pedagógicas	<ul style="list-style-type: none"> – Complexidade na Interpretação dos Resultados – Necessidade de Envolvimento de Outros Profissionais – Aspectos Pedagógicos 	<p>Dada a natureza complexa dos dados educacionais, estudos primários consideram que é necessário envolver outros profissionais da educação, especialmente pedagogos, em uma equipe multidisciplinar que apoie a interpretação dos dados (FRATAMICO <i>et al.</i>, 2017; RAYÓN <i>et al.</i>, 2014) e também a concepção de soluções (MEJIA <i>et al.</i>, 2017).</p> <p>Outras dificuldades precisam ser consideradas, por exemplo, quais decisões pedagógicas podem colaborar para o interesse dos estudantes na utilização das ferramentas de LA (SOLTANPOOR <i>et al.</i>, 2018).</p>
Avaliação das Soluções	<ul style="list-style-type: none"> – Avaliação das Soluções 	<p>Diversos desafios circundam a necessária avaliação das soluções de LA, visto que foram identificadas soluções implementadas com baixa acurácia (ARIAEINEJAD <i>et al.</i>, 2017), bem como soluções implementadas que apresentaram a necessidade de avaliação complementar, em uma amostra maior ou em outros cursos, a fim de confirmar os resultados apresentados (CHOI <i>et al.</i>, 2017). Outros trabalhos destacam ainda a necessidade de avaliação qualitativa complementar às ferramentas a fim de compreender certos aspectos do processo de ensino e aprendizagem cuja avaliação puramente quantitativa não pode proporcionar (MERCADO-VARELA <i>et al.</i>, 2016).</p>
Legislação, Privacidade e Ética	<ul style="list-style-type: none"> – Ética e Privacidade – Desafios Legais 	<p>É necessário garantir que os aspectos legais, de privacidade e éticos são considerados na concepção e uso das ferramentas de LA (MÖDRITSCHER <i>et al.</i>, 2013; OVIATT <i>et al.</i>, 2018).</p>

2.2.5 Avaliar a Fidedignidade da Síntese

A última etapa da Síntese Temática visa à avaliação de qualidade do processo de síntese e identificação das ações que contribuíram para o aumento de sua confiabilidade (PRATES, 2015). Neste estudo, os seguintes pontos são discutidos:

- **Credibilidade** - Para assegurar a credibilidade do processo, a seleção dos estudos primários foi realizada seguindo uma metodologia amplamente utilizada e recomendada para identificação de um conjunto de estudos relevantes, a qual é a Revisão Sistemática da Literatura (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007). Além disso, a extração dos dados foi realizada por dois pesquisadores de modo independente em cada um dos estudos primários obtidos. Os segmentos de textos foram considerados em seu contexto e, em caso de dúvidas durante o processo de codificação, o pesquisador retornou ao artigo original para solucioná-las;
- **Confirmação dos Resultados** - A codificação, definição de temas e temas de ordem superior, apesar de terem sido realizadas por um único pesquisador, passou por revisão de um segundo pesquisador a fim de discutir e confirmar os resultados;
- **Confiabilidade** - A rastreabilidade dos dados foi reforçada pela utilização da ferramenta Atlas.ti¹², a qual permite vincular os trechos dos estudos primários aos respectivos códigos e temas, facilitando a verificação de todo o processo por outro pesquisador; e
- **Transmissibilidade** - Os autores entendem que os resultados obtidos por meio dessa RSL podem ser transferidos para outros contextos. Isto é, outras instituições que adotam LA podem enfrentar os mesmos desafios ora identificados. Para auxiliar os leitores na verificação da transmissibilidade, o contexto de cada um dos temas foi devidamente apresentado e referenciado.

2.2.6 Conclusões sobre a RSL e a Aplicação de seus Resultados

A execução da Revisão Sistemática da Literatura e posterior Síntese Temática identificou, portanto, 5 (cinco) grandes áreas que apresentam desafios relatados pelos pesquisadores que executaram LA em projetos empíricos: Gestão de Dados,

¹² <https://atlasti.com/>. Acesso: 20/07/2020.

Administração e Capacitação, Questões Pedagógicas, Avaliação das Soluções e Legislação, Privacidade e Ética. Os resultados gerados pela pesquisa expõem a extensão e diversidade dos desafios, os quais se desdobram por diferentes áreas de conhecimento, expondo a necessidade e a utilidade de um guia abrangente para identificar as áreas que exigem atenção para a adoção de LA.

A utilidade do guia é ratificada, ainda, pela dificuldade mais básica enfrentada pelas instituições, a qual consiste na compreensão sobre quais ações são necessárias para dar início à utilização de *Learning Analytics*, o que inclui, além da identificação das áreas, as atividades necessárias, as pessoas envolvidas e suas responsabilidades. Esse problema é abordado por Gasevic *et al.* (2019), os quais explicam que uma dúvida comum entre educadores e gestores da educação superior no que se refere a LA é: “como começar?”. Além do que, tendo superado o desafio da adoção, a instituição precisa então planejar a evolução da utilização de LA.

Desse modo, o Modelo de Maturidade pode ser considerado um instrumento adequado para apoiar as instituições no enfrentamento desses desafios, identificando as áreas que necessitam de atenção e guiando as instituições que o empregam à sistematização dos processos para alcançar maturidade na utilização de *Learning Analytics*. A seção seguinte detalha as características dos Modelos de Maturidade e suas aplicações.

2.3 MODELOS DE MATURIDADE

Segundo o Dicionário Aurélio, maturidade (ou madureza) é o “*estado do que está plenamente desenvolvido*”. Xu (2015), por sua vez, explica que a maturidade descreve o estado de algo durante o desenvolvimento e, intuitivamente, significa que algo está pronto. No ambiente institucional, uma organização considerada madura está apta a desenvolver com competência suas atividades em uma referida área.

Os Modelos de Maturidade (MM) visam auxiliar as organizações a atingir a maturidade em um domínio. Segundo Klimko (2001), esses modelos “*descrevem o desenvolvimento de uma entidade ao longo do tempo. Esta entidade pode ser qualquer coisa de interesse: um ser humano, uma função organizacional, etc*”. Por sua vez, Fraser *et al.* (2002) explicam que a ideia principal do modelo de maturidade

é descrever de forma sintética o comportamento típico de uma empresa em vários níveis de maturidade, para cada um dos aspectos da área em estudo.

Assim, um MM descreve o caminho necessário à organização para que esta se desenvolva gradualmente, alcançando níveis mais altos de maturidade na medida em que institucionaliza as atividades descritas para aquele nível. Isso implica no progresso de um estado inicial a um estado mais avançado (SEN *et al.*, 2012). Conforme explicam Hanaei e Rashid (2014), os MM não definem processos específicos, mas são um guia para as organizações definirem seus próprios processos e então melhorá-los ao longo do tempo.

Um dos primeiros Modelos de Maturidade desenvolvidos foi o CMM (*Capability Maturity Model*), o qual era focado no desenvolvimento de *software* e foi produzido pelo SEI - *Software Engineering Institute*¹³. Desde então, MM para diferentes áreas foram elaborados tendo por base esse modelo (HÜNER *et al.*, 2009; KISHORE *et al.*, 2012). Crowston e Qin (2010) discorrem sobre o CMM:

O CMM original apresentou uma estrutura para o gerenciamento de processos de desenvolvimento de *software*, incluindo um conjunto de áreas de processo necessárias para o desenvolvimento de *software* agrupadas em cinco níveis de maturidade organizacional. Na medida em que uma organização aumenta a maturidade, seus processos se tornam mais refinados, institucionalizados e padronizados, estabelecendo uma base para a gestão de processos, avaliação e melhoria.

O CMMI¹⁴ (*Capability Maturity Model Integration*) é a evolução do CMM e está em sua versão 2.0, sendo mantido pelo CMMI Institute. Além desse, outro MM desenvolvido pelo mesmo instituto é o DMM¹⁵ (*Data Management Maturity Model*, em português Modelo de Maturidade para Gerenciamento de Dados), cujo foco é a melhoria das práticas de gerenciamento de dados.

Diante do exposto, esta seção discute os Modelos de Maturidade e suas especificidades, permitindo uma compreensão mais aprofundada sobre o tema que fundamenta esta tese.

¹³ <http://www.sei.cmu.edu/>. Acesso: 20/07/2020.

¹⁴ <https://cmmiinstitute.com/cmmi>. Acesso: 20/07/2020.

¹⁵ <https://cmmiinstitute.com/dmm>. Acesso: 20/07/2020.

2.3.1 Estrutura dos Modelos de Maturidade

Para Lees (2016), o conceito de modelo de maturidade baseia-se na premissa de que, para o domínio específico em questão, há um conjunto comum de estágios (níveis de maturidade) que convergem para o que é considerado como "melhor prática" ou estado maduro.

Para ajudar a organização a atingir cada nível, os MM devem definir um conjunto de áreas-chave, agrupadas em dimensões. No DMM, essas dimensões são chamadas de categorias, e as áreas-chave, de áreas de processos. Uma área de processo comunica os objetivos e define as práticas recomendadas para aquela área a fim de que a organização alcance maturidade na referida área (DMM, 2014). Para facilitar o entendimento dos termos, nesta tese é utilizada a nomenclatura de categorias e áreas de processos, conforme o DMM.

Diferentes arranjos são possíveis na estruturação de um modelo de maturidade. Por exemplo, é possível predefinir quais áreas de processos devem ser implementadas em cada nível de maturidade, como faz a representação denominada por estágios, utilizada no Modelo RiSE para Adoção de Reuso de *Software* (GARCIA, 2010). Desse modo, existe um conjunto pré-determinado de áreas de processos em cada um dos níveis de maturidade. Por exemplo, no modelo RISE, para atingir segundo nível de maturidade, devem ser implementadas as áreas de processos de Ferramentas e Técnicas de Reuso Básicas, Implementação de Artefatos Reusáveis, Reuso de Soluções de Código Aberto e Reuso de Interfaces Gráficas.

Outra possibilidade de arranjo é a chamada representação contínua, na qual as práticas são definidas nível a nível, em todas as áreas de processos do modelo. Essa representação é mais flexível e permite que os diferentes componentes em cada nível possam amadurecer em proporções diferentes (COSIC *et al.*, 2012). A versão 2.0 do CMMI adota uma representação baseada na contínua, bem como o DMM. Segundo seus autores, o DMM "*é estruturado de forma que uma organização possa implementar qualquer combinação de áreas de processo ou categorias (...)*" (DMM, 2014).

Além das categorias e áreas de processos, os Modelos de Maturidade podem definir ainda os produtos de trabalho, isto é, artefatos que podem ser produzidos

quando a implementação estiver conforme as práticas associadas ao nível (DMM, 2014). Esses artefatos podem incluir, por exemplo, arquivos, documentos, códigos e processos. Outro importante componente dos Modelos de Maturidade são os níveis, descritos na seção seguinte.

2.3.2 Níveis de Maturidade

Cada nível de maturidade aprimora o progresso da organização rumo à excelência. Klimko (2001) enumera as seguintes propriedades sobre os MM:

- O desenvolvimento de uma entidade única é simplificado e descrito com um número limitado de níveis de maturidade;
- Os níveis são caracterizados por certos requisitos que uma entidade deve atingir neste nível;
- Os níveis são ordenados sequencialmente, de um nível inicial a um final; e
- Durante o seu desenvolvimento, a entidade progride de um nível a outro. Os níveis não podem ser omitidos.

O CMMI 2.0 descreve 6 níveis de maturidade que vão desde o processo “Incompleto” ao processo “Em Otimização”. No entanto, o número de níveis em um Modelo de Maturidade tipicamente varia de 3 a 6 (SEN *et al.*, 2012). Tendo por base o CMMI 2.0 (2018), os níveis de maturidade podem ser descritos do seguinte modo:

- **Nível 0** – O trabalho pode ou não ser finalizado;
- **Nível 1** – O trabalho é finalizado mas está frequentemente atrasado e acima do orçamento;
- **Nível 2** – Os projetos são planejados, executados, medidos e controlados;
- **Nível 3** – Padrões definidos para toda a organização proveem orientação entre os projetos, programas e portfólios;
- **Nível 4** – A organização é orientada por dados com objetivos para a melhoria quantitativa de sua performance. Os objetivos são previsíveis e alinhados às necessidades de *stakeholders* internos e externos; e
- **Nível 5** – A organização é focada na melhoria contínua e construída para responder às oportunidades e mudanças. A estabilidade da organização provê uma plataforma para agilidade e inovação.

É importante ressaltar que cada MM, apesar de seguir as diretrizes gerais dos níveis descritos acima, especificam também detalhes referentes ao seu domínio. Por exemplo, Velsen *et al.* (2016), ao proporem um MM para interoperabilidade em eHealth, definiram os seguintes níveis de maturidade específicos, nos quais a organização tem infraestrutura para realizar com eficiência a interoperabilidade entre os seguintes sistemas: (0) sem interoperabilidade; (1) sistemas *peer-to-peer*; (2) sistemas distribuídos; (3) sistemas integrados; e (4) interoperabilidade universal.

Além disso, Holland e Light (2001) explicam que é importante indicar quais as implicações em potencial ao atingir cada nível de maturidade descrito. Ou seja, faz-se necessária uma especificação adequada de quais benefícios e dificuldades a organização terá ao evoluir de um nível a outro.

Por fim, Kishore *et al.* (2012) resumem afirmando que a maturidade de uma organização é uma função do número e extensão de áreas de processo que a organização conseguiu definir e institucionalizar.

2.3.3 Benefícios

Diversos benefícios podem ser alcançados pelas organizações ao adotarem um MM, os quais vão desde a compreensão sobre o domínio até a efetiva melhoria de processos. Wendler (2012) explica que, em primeiro lugar, a utilização dos MM gera uma maior consciência sobre o tópico analisado: seu estado, importância, potenciais, requisitos, complexidade, entre outros. Além disso, complementa o autor, eles permitem às organizações implementar uma abordagem sistemática e bem dirigida para melhorias, permitindo garantir certa qualidade, evitar erros e avaliar suas próprias capacidades numa base comparável.

De modo semelhante, Soria *et al.* (2009) explicam que os Modelos de Maturidade podem ajudar as organizações a estabelecer objetivos para a melhoria de processo e identificar oportunidades de otimização. Em outras palavras, o MM guia a organização rumo à excelência nos processos.

Por sua vez, Hanaei e Rashid (2014) destacam benefícios que podem ser obtidos quando há melhoria de processo, que é um dos objetivos dos MM: (1) previsibilidade, à medida em que a organização avança a níveis mais altos de maturidade, a diferença entre resultados esperados e resultados reais diminui; (2)

controle, as organizações tendem a ser mais eficazes no controle de desempenho devido à experiência obtida com o processo; e (3) eficácia do processo, os resultados visados melhoram à medida em que a maturidade da organização aumenta. Quando a organização amadurece, os custos diminuem, o tempo de desenvolvimento torna-se mais curto e a produtividade e a qualidade aumentam.

Corroborando com esse entendimento, Goldenson e Gibson (2003) relatam os benefícios obtidos pelas organizações após a adoção do CMMI. O estudo conduzido com empresas como Accenture¹⁶, General Motors Corporation¹⁷ e Bosch¹⁸ revelou que foram obtidos benefícios relacionados a custo, cronograma, qualidade, satisfação do cliente e Retorno sobre Investimento (ROI). Dentre eles, podem ser citados: redução na identificação de defeitos e nos custos fixos; maior previsibilidade do cronograma de entrega; e maior foco na qualidade pelos desenvolvedores; entre outros. Apesar de estarem diretamente relacionados ao uso do CMMI, os resultados são fruto da melhoria do processo promovida pelo referido modelo.

Por fim, Caralli *et al.* (2012) listam ainda os seguintes benefícios no uso de Modelos de Maturidade:

- Usando uma abordagem de medição padrão baseada no conteúdo do modelo, as organizações podem determinar onde estão em sua jornada de melhoria e definir metas para investimentos futuros na melhoria do desempenho;
- As organizações podem usar o modelo como base para a melhoria contínua do desempenho. E, como o modelo reflete as melhores práticas do domínio ou disciplina, pode ser usado como base para o desenvolvimento de planos de ação para fechar lacunas de desempenho e melhorar a maturidade; e
- Modelos de maturidade muitas vezes criam uma maneira consistente de pensar e comunicar sobre um domínio que é incorporado na linguagem do modelo ou taxonomia. A linguagem e a comunicação consistentes ajudam os domínios do conhecimento a evoluir para disciplinas nas quais uma

¹⁶ <https://www.accenture.com/>. Acesso: 20/07/2020.

¹⁷ <https://www.gm.com/>. Acesso: 20/07/2020.

¹⁸ <https://www.bosch.com/>. Acesso: 20/07/2020.

linguagem comum pode se traduzir em desempenho repetitivo, consistente e previsível ao longo do tempo.

Embora os benefícios do uso de Modelos de Maturidade sejam amplamente aceitos, Sommerville e Ransom (2005) destacam que, na prática, a implementação de melhoria real de processos é uma tarefa difícil. Ao introduzir novas práticas ou melhorar as existentes, é necessário considerar as habilidades, receptividade e experiência do pessoal envolvido e o tempo e recursos disponíveis. De modo que, os MM por si só não representam a solução definitiva, sendo também necessário um correto planejamento para sua implantação.

2.3.4 Modelos de Maturidade em Domínios Diversos

Pode-se afirmar que os Modelos de Maturidade têm sido aceitos como um processo internacional de avaliação do estado da prática de *software* (HELGESSON *et al.* 2012). No entanto, esses modelos também têm sido utilizados para muitas funções dentro de diferentes indústrias, não estando restritos a domínios relacionados ao *software* (BROOKS *et al.*, 2013; WENDLER, 2012).

Helgesson *et al.* (2012) explicam que o uso dos modelos de maturidade na melhoria de processos também é útil em outros domínios, de modo que sua implementação pode trazer benefícios a áreas distintas. Podem ser citados como exemplos o modelo de três níveis para Engenharia de Requisitos proposto por Sommerville e Ransom (2005); ou o trabalho proposto por Yulianto *et al.* (2016), que apresentam um MM com quatro níveis para Segurança da Informação.

Becker *et al.* (2009) explicam que mais de uma centena de modelos de maturidade foram desenvolvidos nos últimos anos. Ademais, um estudo conduzido por Monteiro e Maciel (2020) identificou mais de 600 artigos científicos publicados sobre o tema MM, o que mostra a popularidade desse tipo de artefato, especialmente nas duas últimas décadas.

Sendo assim, é plausível considerar que um Modelo de Maturidade específico pode estender os benefícios da utilização desses modelos à área de *Learning Analytics*. Por fim, após a exposição dos principais temas tratados nesta tese, a seção seguinte discute os trabalhos a este relacionados.

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Em múltiplos estudos de caso conduzidos por Herbsleb *et al.* (1997), identificou-se que a melhoria de processos resultante da adoção do (à época) CMM trouxe melhorias em parâmetros de desempenho organizacionais importantes como produtividade, redução de retrabalho e melhorias no tempo de ciclo de produção. Dado o sucesso desse Modelo de Maturidade, diversas outras áreas elaboraram seus próprios modelos. Dentre essas, as áreas de conhecimento de Gerenciamento de Dados e Análise de Dados, as quais se relacionam diretamente à de *Learning Analytics*.

Nesta seção, destacam-se os MM de áreas relacionadas à deste trabalho (isto é, Gerenciamento de Dados e *Data Analytics*), visto que não foram encontrados na literatura pesquisada MM para LA. Além disso, discute-se outra alternativa para adoção de *Learning Analytics*, o projeto SHEILA. Ademais, uma análise comparativa quanto às áreas e atividades empregadas pelos trabalhos estudados será apresentada na Seção 4.2, visto que essa se trata de uma das etapas da metodologia proposta por Becker *et al.* (2009) para o desenvolvimento de Modelos de Maturidade, adotada neste trabalho (ver Capítulo 3).

2.4.1 Data Management Maturity Model (DMM)

O *Data Management Maturity Model* (DMM, em português Modelo de Maturidade para Gerenciamento de Dados) é um modelo de maturidade para gestão de dados e atividades relacionadas (DMM, 2014).

O DMM possui 20 áreas de processos ligadas à gestão de dados, além de cinco áreas de processo de suporte, as quais são baseadas nas áreas de processos do CMMI e que visam apoiar a melhoria de processos na instituição, podendo ser aplicadas a todas as áreas de processos do DMM. As 6 (seis) categorias do modelo são: Estratégia de Gestão de Dados, Governança de Dados, Qualidade de Dados, Operações de Dados, Plataforma e Arquitetura, além da categoria de Processos de Suporte. A Figura 4 mostra cada uma dessas categorias e suas áreas de processos.

Figura 4 — Categorias do DMM e suas Áreas de Processos

ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE DADOS	Estratégia de Gestão de Dados
	Comunicações
	Função de Gestão de Dados
	Caso de Negócio
	Financiamento do Programa
GOVERNANÇA DE DADOS	Gestão de Governança
	Glossário de Negócios
	Gestão de Metadados
QUALIDADE DE DADOS	Estratégia de Qualidade de Dados
	Perfil de Dados
	Avaliação da Qualidade dos Dados
	Limpeza de Dados
OPERAÇÕES DE DADOS	Definição dos Requisitos dos Dados
	Gestão de ciclo de vida dos dados
	Gestão de Provedor
PLATAFORMA E ARQUITETURA	Abordagem Arquitetural
	Padrões Arquiteturais
	Plataforma de Gestão de Dados
	Integração de Dados
	Dados Históricos, Arquivamento e Retenção
PROCESSOS DE SUPORTE	Medição e Análise
	Gerência de Processos
	Garantia da Qualidade de Processo
	Gestão de Risco
	Gestão de Configuração

Fonte: DMM (2014)

Além das categorias e áreas de processos, o DMM descreve práticas funcionais, as quais são a “*descrição das capacidades que necessitam estar presentes para atingir com sucesso os resultados esperados*” (DMM, 2014).

O DMM, bem como os demais MM, não é prescritivo, uma vez que ele apenas explicita o que deve ser feito, mas necessita que as instituições que o utilizarem definam como executar cada uma das práticas funcionais nele definidas a partir de suas próprias decisões e experiências. O modelo está disponível também em português, no entanto, não há versão gratuita do documento.

2.4.2 DAMA Guide to the Data Management Body of Knowledge (DMBoK)

Como seu nome explicita, o DMBoK é um corpo de conhecimento sobre as tarefas de Gerenciamento de Dados. O guia descreve conceitos e objetivos para a gestão de dados, funções e atividades, principais entregas, papéis, princípios, tecnologias e questões organizacionais e culturais (DAMA INTERNATIONAL, 2009). O DMBoK foi

desenvolvido pela DAMA (*Data Management Association*) em colaboração com dezenas de revisores de diferentes países.

O guia permite, entre outras questões, identificar os princípios para uma gestão de dados eficaz. Sendo assim, apesar de não ser um Modelo de Maturidade, o DMBok é um guia abrangente para conhecer e investigar a área de Gerenciamento de Dados. Por essa razão, esse corpo de conhecimento também foi considerado relacionado ao presente trabalho.

2.4.3 Modelos de Maturidade para *Data Analytics*

Além do Modelo de Maturidade para Gerenciamento de Dados, estão disponíveis na literatura também modelos de maturidade para *Data Analytics*. De acordo com Halper e Stodder (2014), *analytics* refere-se à “*habilidade de coletar, gerenciar, analisar e agir com quantidades cada vez maiores de dados diferentes, à velocidade certa e dentro do prazo certo*”. Neste sentido, dois modelos serão analisados a seguir.

O primeiro deles é o *Data & Analytics Maturity Model*¹⁹ (Modelo de Maturidade para Dados e *Analytics*), desenvolvido pela consultoria Keystone Strategy por meio de entrevistas e questionários com gerentes seniores. Esse modelo visa auxiliar as empresas no planejamento de sua estratégia, informando como estas podem avançar suas capacidades de dados e análises. Existem 6 áreas relacionadas a tecnologias, que são: Bancos de Dados Operacionais, *Enterprise Data Warehousing*, *Enterprise Data Lake*, *Business Intelligence*, *Analytics Avançada* e *Infraestrutura de Cloud Computing*; e quatro níveis de maturidade: reativo, informativo, preditivo e transformativo. Seu foco específico é a maturidade da organização quanto à infraestrutura disponível nas empresas estudadas e que dão suporte às tarefas de *Analytics*. Apesar de estarem descritos cada um dos níveis de maturidade, o modelo não explicita um conjunto de atividades que permita às organizações evoluírem de um nível a outro.

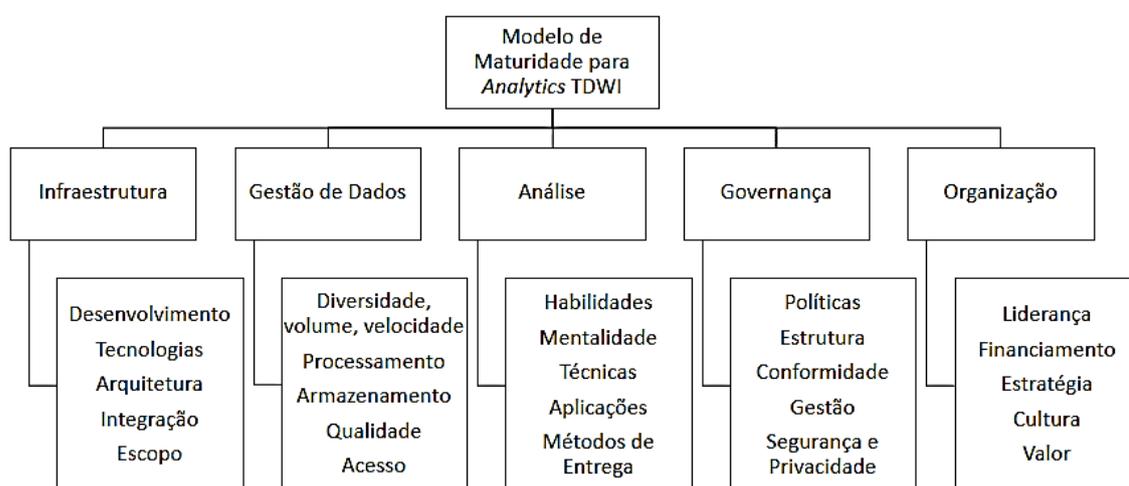
Outro modelo de maturidade disponível para *analytics* é o TDWI *Analytics Maturity Model*²⁰ (Modelo de Maturidade para *Analytics* TDWI). Esse modelo foi

¹⁹ Disponível em: <https://whitepapers.theregister.co.uk/paper/view/5168/data-and-analytics-maturity-model-and-business-impact>. Acesso: 20/07/2020.

²⁰ Disponível em: <https://tdwi.org/pages/maturity-model/analytics-maturity-model-assessment-tool.aspx>. Acesso: 20/07/2020.

desenvolvido pela TDWI (Transformando Dados com Inteligência, do inglês, *Transforming Data with Intelligence*) e permite às organizações entender em que estágio estão com relação à análise de dados e que caminho devem seguir a fim de alcançar maior maturidade na área. Além disso, o modelo também ajuda a entender as melhores práticas usadas por empresas mais maduras (HALPER e STODDER, 2014). O modelo TDWI é composto por 5 dimensões: Infraestrutura, Gerenciamento de Dados, Análise, Governança e Organização. A Figura 5 mostra essas dimensões e os componentes relacionados a cada uma das dimensões, os quais devem desenvolver-se de acordo com o nível de maturidade da organização.

Figura 5 — Dimensões do Modelo de Maturidade para *Analytics* do TDWI



Fonte: Adaptada de Halper e Stodder (2014).

O modelo é dividido em 5 níveis de maturidade: incipiente, pré-adoção, adoção inicial, adoção corporativa e madura/visionária. Em cada um dos níveis, o modelo identifica, ainda, áreas e atribuições que são importantes para a análise de dados, apesar de não descrever quais processos devem ser seguidos para a evolução de um nível a outro. A Figura 6 mostra os níveis de maturidade do modelo TDWI.

Figura 6 — Níveis de Maturidade do Modelo TDWI



Fonte: Adaptada de Halper e Stodder (2014).

2.4.4 SHEILA Framework

A adoção de *Learning Analytics* tem sido um tema recorrente na literatura (DAWSON *et al.*, 2018; ARNOLD *et al.* 2014; FERGUSON *et al.* 2015). E uma iniciativa importante para apoiar as instituições na adoção de LA é o *framework* SHEILA²¹ (*Supporting Higher Education to Integrate Learning Analytics*, em português, Apoiando o Ensino Superior para Integrar *Learning Analytics*).

O *framework* SHEILA foi desenvolvido em um estudo extensivo baseado em entrevistas de gerentes seniores de 51 instituições. Seu objetivo é apoiar as instituições de ensino na formulação de políticas e estratégias para adoção de LA (TSAI *et al.*, 2018). Ele é composto de 6 dimensões, a saber: mapear o contexto político, identificar *stakeholders*-chave, identificar mudanças de comportamento desejadas, desenvolver uma estratégia de engajamento, analisar capacidade interna para efetuar mudanças e, por fim, estabelecer estruturas de monitoramento e aprendizado. Para cada uma das dimensões, há um conjunto de direcionamentos estabelecidos com base nas experiências de adoção das instituições estudadas.

Visto que o *framework* SHEILA objetiva apoiar as instituições no desenvolvimento de políticas, este pode, inclusive, ser utilizado em conjunto ao Modelo de Maturidade proposto nesta tese. Isso porque, no modelo proposto, recomenda-se o desenvolvimento de políticas institucionais para adoção de LA, especialmente nos níveis mais altos de maturidade. Por fim, o modelo proposto nesta tese pode apoiar instituições com aptidão limitada para entender seu contexto, visto que define cada uma das áreas de processos e práticas que devem ser consideradas em cada nível de maturidade.

Pode-se dizer que esse é, certamente, um trabalho relacionado de grande importância para a construção do modelo de maturidade para adoção de *Learning Analytics* desenvolvido nesta tese, dada a extensão do estudo e seus resultados já publicados. Um exemplo disso são os questionários disponíveis para consulta e os artigos resultantes das pesquisas que envolvem o SHEILA Framework.

²¹ <https://sheilaproject.eu/sheila-framework/>. Acesso: 10/01/2020.

2.4.5 Resumo Comparativo sobre os Trabalhos Relacionados

Todos os trabalhos aqui listados permitiram a identificação de categorias e áreas de processos que devem compor o Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* desenvolvido nesta tese. Além disso, a arquitetura para o modelo proposto foi definida com base no DMM. Essas informações serão apresentadas em detalhes na Seção 4.2.

O Quadro 2 sintetiza as informações sobre os trabalhos analisados, relacionando-os com esta tese. Ressalta-se que na literatura consultada não foram identificadas alternativas que auxiliem na adoção da LA por meio de modelos de maturidade, como proposto no presente trabalho.

Quadro 2 — Comparativo entre os Trabalhos Relacionados

Nome/ Autores/ Ano	Ênfase	Descreve as atividades de um nível de maturidade a outro?	Gratui- to?	Relação com a proposta
DMM / CMMI Institute / 2014	Gerencia- mento de Dados	Sim	Não	Esse modelo descreve em detalhes as áreas de processo e atividades que permitem às instituições evoluir no Gerenciamento de Dados. Visto que essa tarefa é de fundamental importância para a utilização de LA, um MM com esta finalidade configura-se um importante trabalho relacionado.
DMBoK/ DAMA / 2009	Gerencia- mento de Dados	Não, visto que é um corpo de conhecimentos sobre a área.	Não	Também focado no Gerenciamento de Dados, esse trabalho expõe com detalhes as atividades necessárias para o bom funcionamento dessa tarefa. Sendo assim, é um guia importante para definir as áreas relevantes para o modelo proposto nesta tese.
Data & Analytics MM/ Keystone Strategy / 2016	<i>Analytics</i>	Não. Descreve apenas o cenário das organizações em cada nível de maturidade	Sim	A tarefa de análise de dados é uma das principais para LA. Entretanto, os modelos Keystone e TDWI apenas descrevem as áreas de conhecimento para este domínio e o perfil das organizações para cada nível de

Nome/ Autores/ Ano	Ênfase	Descreve as atividades de um nível de maturidade a outro?	Gratui- to?	Relação com a proposta
TDWI Maturity Model / Halper e Stodder (2014) / 2014	<i>Analytics</i>	Não. Descreve apenas o cenário das organizações em cada nível de maturidade	Não	maturidade. Apesar disso, podem servir de apoio para a definição das áreas de processos do modelo ora proposto no tocante à análise de dados.
SHEILA Framework / Tsai <i>et al.</i> , (2018) / 2018 (primeira versão)	Elaboração de políticas para adoção de LA	Não, visto que não é parte de seu propósito	Sim	Assim como o modelo proposto nesta tese, o <i>framework</i> SHEILA apoia as instituições na adoção de LA. No entanto, ambos têm ênfases diferentes. Enquanto o primeiro visa à construção de um caminho que auxilie as instituições na adoção de LA - do cenário mais simples até o mais maduro - o segundo visa o desenvolvimento de políticas, as quais são necessárias para as instituições, especialmente nos níveis mais altos de maturidade.

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou o referencial conceitual que fundamenta o presente trabalho. Foram abordados os temas de *Learning Analytics* - incluindo sua conceituação, propósitos e aplicações, os processos de LA e seus benefícios e desafios atuais; e Modelos de Maturidade, abordando, além de sua definição, sua estrutura e níveis de maturidade, os benefícios que podem ser obtidos pelo uso dos MM e também uma visão geral de outros domínios que tiveram seus MM implementados, mostrando que os benefícios de sua utilização podem ser estendidos a outras áreas de conhecimento. Ainda, foram apresentados em detalhes os resultados da Revisão Sistemática da Literatura sobre os desafios para a implementação de LA. E, por fim, foram analisados os trabalhos relacionados encontrados na literatura pesquisada.

O referencial conceitual também expôs como LA pode contribuir para o progresso do processo de ensino-aprendizagem, visto que com a utilização de diferentes técnicas, é possível a professores e alunos avaliar, refletir e melhorar esse processo. LA possibilita experiências de aprendizado personalizadas, a despeito da grande quantidade de alunos. Além disso, é possível realizar intervenções antecipadas sobre problemas recorrentes na educação, como é o caso da evasão. As alternativas que LA permite e os seus benefícios ratificam a relevância de adotá-la. No entanto, deve haver planejamento e sistematização do seu emprego nas Instituições de Ensino Superior.

Quanto aos Modelos de Maturidade, esses são uma alternativa amplamente aplicada e experimentada para o auxílio à melhoria de processos. Ao classificar os processos em níveis, os MM estabelecem um caminho que permite às instituições delinear seu crescimento quando da adoção de novos procedimentos ou novas tecnologias.

A Revisão Sistemática da Literatura, por sua vez, permitiu aprofundar os conhecimentos sobre os desafios na utilização de LA, a fim de fundamentar o Modelo de Maturidade ora proposto.

Finalmente, nos trabalhos relacionados, foram analisados em detalhes estudos que contribuem para a execução desta tese. Ademais, estes evidenciam a originalidade da pesquisa, visto que, na literatura consultada, não foram identificadas alternativas que auxiliem na adoção da LA por meio de Modelos de Maturidade, como proposto no presente trabalho.

O capítulo seguinte descreve em detalhes a metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

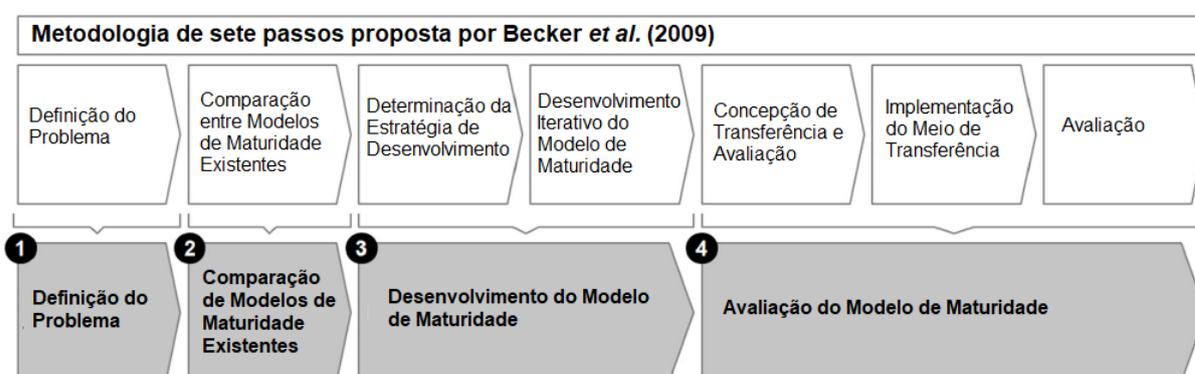
Segundo Kahlmeyer-Mertens *et al.* (2007), a metodologia científica “*se propõe a definir regras e procedimentos que darão segurança e validade ao exercício de conhecer, tendo a pesquisa presente nesse processo*”. Com este propósito, neste capítulo apresenta-se a metodologia que fundamentou a execução deste trabalho.

3.1 METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE MATURIDADE

A metodologia selecionada para o desenvolvimento do Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* foi a proposta por Becker *et al.* (2009). A escolha foi baseada na relevância dessa proposta, uma vez que está fundamentada nos conceitos de *Design Science*, além de apoiar-se no estudo e comparação de 51 MM para seu embasamento. De acordo com Hevner *et al.* (2004), o *Design Science* “*aborda a pesquisa por meio da construção e avaliação de artefatos projetados para atender às necessidades de negócios identificadas. (...) O objetivo da pesquisa em ciência do design é a utilidade*”.

O objetivo dos autores no desenvolvimento dessa metodologia é incentivar a exposição das motivações, dos métodos utilizados no desenvolvimento e dos resultados das avaliações de modelos de maturidade a fim de evitar o desenvolvimento arbitrário de novos modelos. A Figura 7 mostra um resumo da metodologia proposta por Becker *et al.* (2009).

Figura 7 — Desenho da Metodologia para Desenvolvimento de Modelos de Maturidade Proposta por Becker *et al.* (2009).



Fonte: Adaptada de Hausladen e Schosser (2020).

De forma sintética, as etapas da metodologia proposta por Becker *et al.* (2009) são descritas nas subseções 3.1.1 a 3.1.7, bem como as atividades realizadas nesta tese a fim de atender a cada uma dessas etapas.

3.1.1 Definição do Problema

Com o objetivo de deixar clara a relevância do problema a ser solucionado, deve-se defini-lo consistentemente, de modo que esteja clara a demanda real pelo modelo de maturidade (BECKER *et al.*, 2009).

Com o propósito de atender a esta etapa da metodologia, foi realizada uma revisão bibliográfica exploratória a fim de possibilitar uma compreensão inicial sobre o tema *Learning Analytics* e também para definir o problema de pesquisa bem como a proposta para solucionar o referido problema. Esta etapa resultou na escrita do Referencial Conceitual. A execução de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), de acordo com o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007), também ajudou a refinar o entendimento do problema de pesquisa e sua solução. O detalhamento da RSL, bem como seus resultados, estão apresentados na Seção 2.2 desta tese.

3.1.2 Comparação entre Modelos de Maturidade Existentes

Em seguida, deve ser realizada uma comparação entre os Modelos de Maturidade existentes na área. Esta tarefa é requerida a fim de fundamentar a necessidade de um novo MM, o qual deve prover melhorias sobre modelos anteriores, e é essencial para a realização da etapa seguinte (BECKER *et al.*, 2009). No entanto, como não foram identificados MM para LA, foi realizada uma busca abrangente por modelos de maturidade de áreas correlatas à de LA (a saber, Gerenciamento de Dados e Análise de Dados).

Para esta pesquisa, as buscas foram realizadas tanto em *sítes* de busca tradicionais, como o Google²², quanto nas bases de dados científicas ACM²³, IEEE²⁴ e Scopus²⁵, permitindo a seleção dos modelos analisados. O Quadro 3 expõe a

²² <https://www.google.com.br/>. Acesso: 20/07/2020.

²³ <https://dl.acm.org/>. Acesso: 20/07/2020.

²⁴ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>. Acesso: 20/07/2020.

²⁵ <https://www.scopus.com/>. Acesso: 20/07/2020.

quantidade de trabalhos retornados pela execução da busca nas bases de dados científicas supracitadas.

Quadro 3 — Resultado da Busca por Modelos de Maturidade Relacionados

Base de dados	String de Busca	Resultados
ACM	"MATURITY MODEL" AND "DATA MANAGEMENT"	4
ACM	"MATURITY MODEL" AND "ANALYTICS"	3
Scopus	"MATURITY MODEL" AND "DATA MANAGEMENT"	53
Scopus	"MATURITY MODEL" AND "ANALYTICS"	79
IEEE	"MATURITY MODEL" AND "DATA MANAGEMENT"	13
IEEE	"MATURITY MODEL" AND "ANALYTICS"	9

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Após criteriosa análise dos resultados, na qual se buscou identificar os MM completos e relevantes publicados nas áreas pesquisadas, aqueles considerados mais compatíveis com este trabalho foram selecionados, quais sejam: *Data Management Maturity Model* (DMM), *TDWI Analytics Maturity Model* e *Data & Analytics Maturity Model*, além do DMBok. A comparação entre os MM está disponível na Seção 4.2.

3.1.3 Determinação da Estratégia de Desenvolvimento

Nesta etapa, deve ser definida a estratégia de desenho do modelo para que seja efetivamente iniciado o seu desenvolvimento. Podem ser adotadas estratégias como: a combinação de muitos modelos em um, o desenvolvimento de um modelo completamente novo, transferência de conteúdo ou estrutura de um modelo existente para o novo, entre outras (BECKER *et al.*, 2009). A estratégia de desenvolvimento adotada neste trabalho está descrita na Seção 4.3.

3.1.4 Desenvolvimento Iterativo do Modelo de Maturidade

Esta etapa, para o desenvolvimento efetivo do modelo, é dividida em 4 subetapas, a saber (BECKER *et al.*, 2009):

- Selecionar o nível de desenho, que consiste na definição da estrutura fundamental do modelo (arquitetura);
- Selecionar a abordagem de desenvolvimento, isto é, os métodos de pesquisa adequados. Neste caso, além dos resultados da comparação dos MM, selecionou-se a Revisão Sistemática da Literatura e a Revisão Bibliográfica Exploratória como métodos para a identificação de categorias e áreas de processos para compor o modelo proposto. Essa escolha foi baseada em De Bruin *et al.* (2005) e Becker *et al.* (2009), os quais recomendam a utilização da revisão de literatura nessa etapa;
- Desenhar a seção do modelo, ou seja, realizar o efetivo desenvolvimento do modelo; e, por fim,
- Avaliar o modelo proposto, o que, neste caso, foi realizado por meio de questionário.

Essas etapas podem ser repetidas tantas vezes quantas forem necessárias. O processo de desenvolvimento do modelo aqui proposto está descrito em detalhes na Seção 4.4.

3.1.5 Concepção de Transferência e Avaliação

Consiste no planejamento da transferência dos resultados à academia e às comunidades de usuários, por meio da divulgação do modelo utilizando-se diferentes meios, tais como publicação científica, questionários, ferramentas *web*, entre outros. É necessário, ainda, que o modelo passe pelas mudanças requeridas por estes grupos. Isto é, que o modelo seja atualizado para atender às sugestões recebidas durante a avaliação (BECKER *et al.*, 2009). Esta etapa está descrita na Seção 4.5.

3.1.6 Implementação do Meio de Transferência

Após a definição, deve ser implementada a estratégia de transferência conforme anteriormente planejado, alcançando os grupos de potenciais usuários do modelo (BECKER *et al.*, 2009). A implementação desta etapa está descrita na Seção 4.5.

3.1.7 Avaliação

A etapa final é uma nova avaliação do modelo proposto a fim de entender se este provê os benefícios projetados e se é uma solução aperfeiçoada para o problema

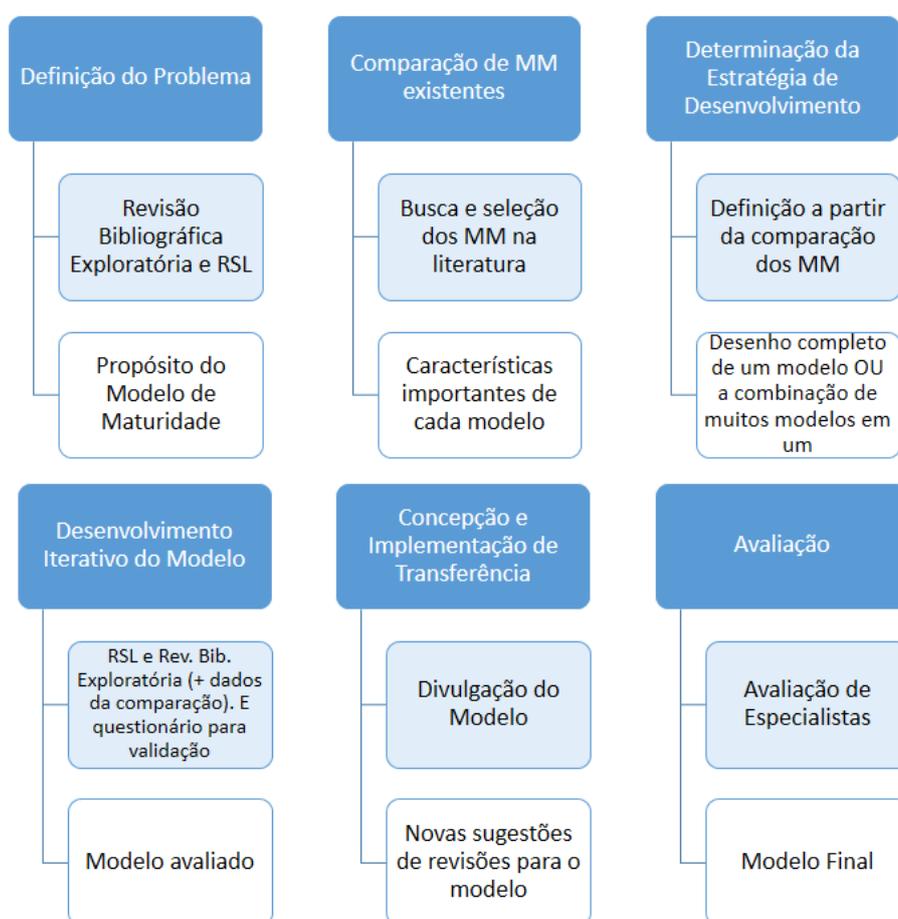
definido. Após essa etapa, o modelo ainda poderá passar por alterações, caso a avaliação evidencie tal necessidade (BECKER *et al.*, 2009). A avaliação final do modelo proposto está descrita no Capítulo 5 desta tese.

3.1.8 Esquematização da Pesquisa

Conforme explica Gil (2002), a apresentação do fluxo da pesquisa sob a forma de diagrama facilita o acompanhamento das ações correspondentes a cada uma dessas etapas.

Com essa finalidade, a Figura 8 mostra o esquema planejado para esta pesquisa, baseado no trabalho de Becker *et al.* (2009). Nessa figura, o quadro azul escuro ressalta a etapa da metodologia, o quadro azul claro informa a respectiva ação e/ou método executado para concretizar a etapa e o quadro branco, o produto resultante da etapa.

Figura 8 — Esquematização da Pesquisa



Tendo por base essas informações, na seção seguinte apresenta-se a classificação da pesquisa.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Existem diferentes aspectos que direcionam a classificação de uma pesquisa científica. Nesta seção, serão apresentados cada um desses aspectos no contexto deste trabalho, de acordo com o que foi descrito em Lakatos e Marconi (2003) e Gil (2002).

3.2.1 Quanto ao Objetivo

A presente pesquisa pode ser classificada como exploratória. Segundo Pinheiro (2010), a pesquisa exploratória “*visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses*”. Por sua vez, Gil (2002) explica que a pesquisa exploratória tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, valendo-se, muitas vezes, de levantamento bibliográfico, entrevistas e análises de exemplos que estimulem a compreensão.

3.2.2 Quanto ao Procedimento Técnico

Diferentes procedimentos foram selecionados para a concretização dos objetivos desta pesquisa, a saber: para definição do problema de pesquisa e respectiva solução e, posteriormente, para apoiar a constituição do Modelo de Maturidade, foi utilizada a revisão bibliográfica exploratória e a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Para a RSL foi utilizado um protocolo com base em Kitchenham e Charters (2007). Para a análise dos estudos primários resultantes dos processos da RSL, foi utilizada a abordagem de Síntese Temática, conforme guia descrito em Cruzes e Dyba (2011).

Já para a avaliação do modelo foram utilizados dois métodos científicos diferentes, a fim de atender à metodologia proposta por Becker *et al.* (2009), a saber: questionário e opinião de especialistas.

O questionário (disponível no Apêndice B desta tese) foi o instrumento utilizado para avaliar a completude do modelo preliminar, isto é, a fim de certificar-se de que nenhum conceito importante para a adoção de LA havia sido omitido; bem como para avaliar o nível de importância de cada elemento proposto ao modelo. Outros métodos

de pesquisa, tais como entrevista ou grupo focal, foram descartados, tendo o questionário sido considerado o instrumento de avaliação mais adequado com base nas seguintes motivações:

1. A natureza das questões elaboradas tendia a gerar respostas curtas, de modo que estas puderam ser dispostas facilmente em escala Likert (LIKERT, 1932). Desse modo, as questões não favoreciam a interação entre os participantes da avaliação (como é presumível que ocorra nos grupos focais);
2. A maior parte das questões elaboradas para avaliação do modelo preliminar não exigia um aprofundamento nas respostas - mas apenas que os participantes indicassem as áreas que os mesmos consideravam faltantes; e
3. A utilização de questionário permitiria a participação de um maior número de avaliadores, possibilitando ainda a realização de análises quantitativas e qualitativas.

Por sua vez, a opinião de especialistas é uma técnica usada em diferentes áreas da pesquisa científica que permite obter uma resposta concisa para problemas relevantes com a ajuda de especialistas (LUZ *et al.*, 2018). Nesta pesquisa, foi utilizada para avaliação do Modelo de Maturidade em sua versão final. Esse método foi selecionado devido à necessidade de obter a avaliação crítica do modelo por meio de especialistas do domínio de LA. Ademais, o referido método tem sido aplicado com sucesso para a avaliação de modelos de maturidade, como em Garcia (2010), Silva (2015) e Farias Júnior (2014), por exemplo. Para a avaliação por meio de opinião de especialistas foram utilizadas as orientações contidas em Li e Smidts (2003).

3.2.3 Quanto à Natureza das Variáveis

Quanto à natureza das variáveis, esta pesquisa é essencialmente qualitativa, isto é, analisa dados que lidam com significado, em oposição aos dados quantitativos, que lidam com números (DEY, 2005). Gil (2002) explica que a análise qualitativa é “*uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório*”. Porém, apesar da ênfase em variáveis qualitativas, também foram analisadas variáveis quantitativas resultantes da aplicação dos questionários de avaliação do modelo.

3.2.4 Quanto ao Método de Abordagem

Pode-se dizer que esta pesquisa utilizou o método indutivo. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a *“indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas”*. Nesta tese, deseja-se constatar o conjunto de práticas necessárias à adoção de *Learning Analytics* a partir da análise da literatura e de modelos de maturidade de áreas correlatas.

3.2.5 Quanto ao Método de Procedimento

Por fim, quanto ao método de procedimento, a pesquisa é comparativa e estruturalista. Ainda segundo Lakatos e Marconi (2003), o método comparativo *“realiza comparações, com a finalidade de verificar similitudes e explicar divergências”*. Isto é corroborado pela análise comparativa entre os modelos de maturidade existentes no contexto pesquisado.

Já a pesquisa estruturalista, segundo os mesmos autores, cria um modelo para analisar a realidade concreta dos diversos fenômenos. Assim, *“por intermédio da simplificação (representação simplificada), o modelo atinge o nível inconsciente e invariante: resume o fenômeno e propicia sua inteligibilidade”*. O modelo de maturidade ora proposto objetiva, entre outras coisas, representar uma visão simplificada dos processos necessários à adoção de *Learning Analytics*.

Por fim, o Quadro 4 apresenta a classificação da pesquisa de modo sintetizado, ressaltando o objetivo, os procedimentos técnicos adotados, a natureza das variáveis, e os métodos de abordagem e de procedimento.

Quadro 4 — Classificação da Pesquisa

Classificação da pesquisa	
Quanto ao objetivo	Exploratória
Quanto aos procedimentos técnicos	Revisão bibliográfica exploratória, Revisão Sistemática da Literatura, questionário e opinião de especialistas
Quanto à natureza das variáveis	Qualitativa e Quantitativa
Quanto ao método de abordagem	Indutivo
Quanto ao método de procedimento	Comparativa e estruturalista

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou em detalhes a metodologia para o desenvolvimento desta tese, abordando suas fases, a classificação da pesquisa e os métodos empregados. Tendo em vista os objetivos que se deseja alcançar, fez-se necessária a aplicação de uma metodologia rigorosa que assegurasse o correto desenvolvimento da pesquisa. Para isso, a metodologia adotada para este trabalho foi baseada na proposta por Becker *et al.* (2009). Ainda, a disposição da esquematização da pesquisa facilita a visualização de cada uma das etapas do trabalho e seus respectivos resultados.

O capítulo seguinte apresenta as etapas realizadas utilizada no desenvolvimento e avaliação da versão inicial do MMALA, Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*.

4 MMALA: MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE *LEARNING ANALYTICS* EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR – DA CONCEPÇÃO À PRIMEIRA AVALIAÇÃO

Este capítulo apresenta o MMALA, Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* (LA), proposto nesta tese. Nele, serão detalhadas as etapas para a construção e avaliação de sua primeira versão, seguindo a metodologia de Becker *et al.* (2009), descrita no Capítulo 3, a começar pela definição do problema. Ressalta-se, ainda, que os resultados das etapas de 1 a 4 estão descritos em síntese em Freitas *et al.* (2020), exceto a avaliação, a qual não foi contemplada no referido artigo.

4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A utilização de LA envolve diferentes áreas e pessoas da instituição e pode levar a mudanças importantes tanto no que se refere ao ensino e aprendizagem quanto à cultura e à infraestrutura de tecnologia da referida instituição. Desse modo, um Modelo de Maturidade pode apoiar as instituições a fim de instruí-las quanto aos processos mais adequados para sua adoção. Visto que a primeira etapa para o desenvolvimento do modelo refere-se à definição do problema a ser por ele solucionado, recomenda-se consultar a motivação do trabalho e sua justificativa, nas informações disponíveis no Capítulo 1 desta tese, bem como o Referencial Conceitual, disponível no Capítulo 2.

4.2 COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE MATURIDADE EXISTENTES

A segunda etapa da pesquisa consiste na comparação de Modelos de Maturidade existentes. Visto que não foram encontrados MM para LA na literatura pesquisada, foi necessário analisar modelos de áreas correlatas, a saber: Gerenciamento de Dados e Análise de Dados. Desse modo, os Modelos de Maturidade descritos nos trabalhos relacionados foram selecionados para uma análise mais aprofundada, disposta nesta seção, a começar pelo DMM.

Conforme citado anteriormente, o foco principal do DMM é o gerenciamento de dados e, para isso, são especificadas áreas de processos focadas nessa atividade e outras consideradas de suporte. Por outro lado, a análise dos dados, importante área para LA, no entanto, está concentrada apenas em uma área de processo de apoio, a

de Medição e Análise. Seu propósito é “*desenvolver e manter capacidade de medição e técnicas analíticas para apoiar o gerenciamento e a melhoria das atividades de gestão de dados*” (DMM, 2014). Isto é, seu foco continua sendo o gerenciamento de dados - sendo a análise de dados um instrumento utilizado para garantir que essa atividade está se desenvolvendo adequadamente. Diante do exposto, conclui-se que esse modelo pode apoiar atividades que estão relacionadas a *Learning Analytics*, mas não se mostra adequado para ser utilizado como guia específico no cenário das IES que desejam aplicar as técnicas de *Learning Analytics* - visto que esta última se apoia intensivamente nas tarefas de análise de dados e o DMM não contempla essa área.

Quanto aos MM para Análise de Dados, embora o *Data & Analytics Maturity Model* e o *TDWI Analytics Maturity Model* não descrevam os processos necessários à evolução das empresas de um nível a outro de maturidade, ambos descrevem as dimensões que devem ser consideradas para a realização dessa tarefa bem como o cenário nas instituições que se utilizam de *analytics*. O primeiro modelo descreve, ainda, as tecnologias compatíveis com cada nível de maturidade. Já o TDWI dispõe, em seu *site*, de um questionário que calcula o índice de maturidade das instituições e, a partir disso, descreve as melhores práticas a fim de alcançar um nível mais alto de maturidade. No entanto, apenas membros associados podem respondê-lo, após a aquisição de um dos pacotes disponíveis.

Em síntese, os modelos de maturidade analisados apresentam tópicos importantes para a adoção de LA, no entanto, possuem lacunas que dificultam sua utilização por instituições interessadas nesse novo campo de pesquisa. Seja por questões como a carência no tratamento das tarefas de análise de dados, como no caso do DMM, ou pela ausência de processos que informem um caminho necessário para evolução dos níveis de maturidade, como no *Data & Analytics Maturity Model* e no *TDWI Analytics Maturity Model*. Além disso, o modelo proposto, ao focar no campo de pesquisa de *Learning Analytics*, deve assimilar as particularidades dessa área, como os *stakeholders* (que inclui estudantes, professores e gestores), o objetivo (focado na promoção de melhores experiências de ensino e aprendizagem) e o ambiente (que é essencialmente acadêmico).

Adicionalmente, o modelo proposto contempla desafios particulares de LA, como as questões culturais e as questões relacionadas à ética e à privacidade, entre outros discutidos nas seções 2.1.6. e 2.2 desta tese.

4.2.1 Resumo Comparativo sobre as Áreas e Atividades Contempladas nos Trabalhos Relacionados

Após o estudo de cada um dos Modelos de Maturidade relacionados, um quadro-resumo foi constituído, o qual lista as áreas e/ou atividades contidas nesses modelos. Além dos Modelos de Maturidade, optou-se por incluir no quadro comparativo, ainda, o DMBok, dada sua abrangência e relevância. Assim sendo, os MM analisados foram: *Data Management Maturity Model (DMM)*, *TDWI Analytics Maturity Model* e *Data & Analytics Maturity Model*. O Quadro 5 expõe as atividades e áreas que cada um dos modelos abrange, iniciando por aquelas citadas em todos os modelos analisados.

Quadro 5 — Análise Comparativa dos Modelos de Maturidade Relacionados a este Trabalho

Área / Atividade	DMBoK	DMM	TDWI	D&A MM
Arquitetura	X	X	X	X
Gestão de Réplicas (Distribuição)	X	X	X	X
Integração de Dados	X	X	X	X
<i>Data Warehouse</i>	X	X	X	X
Análises (Habilidades, Técnicas, Aplicações)	X	X	X	X
Governança de Dados	X	X	X	
Metadados	X	X	X	
Gerenciamento dos Dados (Modelagem e Manutenção do BD)	X	X	X	
Fatores Organizacionais (Liderança, Financiamento, Cultura, Valor, Comunicação)	X	X	X	
Segurança dos Dados	X	X	X	
Qualidade de Dados	X	X	X	
Administração do SGBD	X	X		X
<i>Business Intelligence</i>	X		X	X
Gestão de Documentos	X			
Processos de Suporte		X		
<i>Big Data</i>				X

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Após essa etapa, o prosseguimento da pesquisa se deu com a definição da estratégia de desenvolvimento.

4.3 DETERMINAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO

Após a análise comparativa, concluiu-se que nenhum dos modelos foi considerado adequado para atender completamente aos desafios de LA. No entanto, os modelos analisados abrangem áreas importantes para LA. Desse modo, a estratégia de desenvolvimento selecionada consistiu em incluir no modelo proposto as categorias e áreas de processos existentes nos modelos analisados e consideradas essenciais para tratar os desafios de *Learning Analytics*. Além disso, foram propostas novas áreas de processos, não contempladas em nenhum dos modelos analisados, as quais dão suporte aos desafios específicos de LA.

Portanto, o modelo proposto não se resume a uma simples convergência dos MM analisados, unindo as atividades das áreas de Gerenciamento de Dados e Análise de Dados neles contempladas. O MMALA visa atender às necessidades das instituições na adoção de *Learning Analytics* e, assim sendo, precisa confrontar cada uma das áreas e atividades investigadas nesses modelos com os desafios enfrentados pelos profissionais de LA, concentrando no modelo proposto apenas as informações relevantes para LA. Essa definição foi feita com base na literatura pesquisada por meio da Revisão Sistemática da Literatura (Seção 2.2) e da Revisão Bibliográfica Exploratória. O objetivo foi, portanto, que o modelo seja simples quanto à facilidade de aplicação, porém abrangente com relação às atividades de LA.

4.4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Esta fase foi subdividida em outras 4 etapas que podem ocorrer iterativamente. Desse modo, os detalhes de cada etapa em cada iteração são expostos nas subseções seguintes.

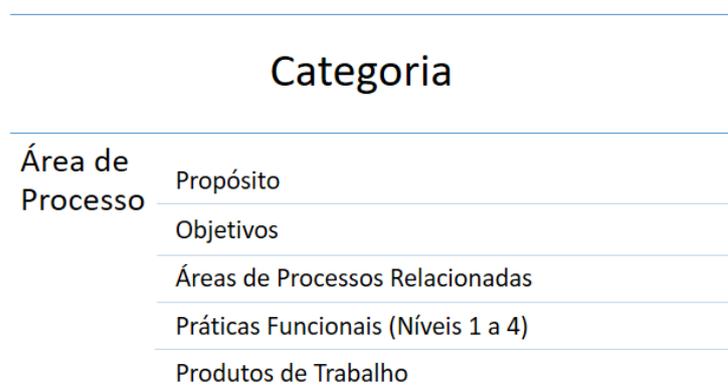
4.4.1 Seleção do Nível de Desenho

Nesta etapa, definiu-se a estrutura fundamental do modelo. Optou-se, nesse caso, por seguir uma estrutura inspirada no *Data Management Maturity Model* (DMM), uma vez que é um modelo flexível e que pode ser usado para atender às necessidades específicas de uma organização, podendo esta optar por implementar qualquer combinação de áreas de processos ou categorias (DMM, 2014).

Isso significa dizer que a instituição que deseja adotar LA pode optar por direcionar seus esforços em um conjunto de categorias ou áreas de processos que considera mais importante ou que está mais preparada para se dedicar inicialmente e só então continuar a adoção considerando as demais categorias ou áreas de processos; ou mesmo considerar todas as categorias simultaneamente a fim de atingir o mesmo nível de maturidade em todas elas. A decisão deve ser realizada pela instituição após reflexão sobre o seu estado atual. Além disso, o DMM é o modelo considerado mais completo entre os pesquisados e, conforme dito anteriormente, tem informações relevantes que podem ser úteis para a adoção de LA.

A Figura 9 representa a estrutura do MMALA, o qual é constituído de Áreas de Processos organizadas em Categorias. Cada uma dessas áreas de processos é composta pela descrição do seu propósito e objetivos, pelas áreas de processos relacionadas, por suas práticas funcionais (descritas em termos de níveis de 1 a 4) e, por fim, por exemplos de produtos de trabalho.

Figura 9 — Estrutura do MMALA



Fonte: Adaptado de DMM (2014)

4.4.2 Seleção da Abordagem

Conforme descrito na metodologia adotada neste trabalho (Capítulo 3), o método de pesquisa selecionado para o desenvolvimento da primeira versão do MMALA foi uma extensa Revisão Bibliográfica (o que incluiu a Revisão Bibliográfica Exploratória e a Revisão Sistemática da Literatura), conforme recomendado por Becker *et al.* (2009) e De Bruin *et al.* (2005).

Ressalta-se que também foram importantes referências para a concretização dessa etapa os resultados das pesquisas desenvolvidas pelo Projeto SHEILA²⁶, já anteriormente mencionado nos trabalhos relacionados (Seção 2.4). Esse trabalho permitiu a inclusão de novas áreas de processos ao modelo proposto, baseando-se em informações científicas obtidas por meio de entrevistas com diferentes *stakeholders*, como os gestores, contemplando perspectivas que vão além daquelas obtidas por meio da RSL anteriormente executada.

4.4.3 Desenho do Modelo

Para desenvolvimento do modelo, foram utilizadas 3 fontes de informações: (a) a Revisão Sistemática da Literatura que indicou os desafios da implementação de LA (Seção 2.2); (b) a comparação entre Modelos de Maturidade de áreas correlatas (Seção 4.2); e (c) Revisão Bibliográfica exploratória. Os resultados são discutidos nesta seção.

Tendo sido reunidas as informações necessárias, a primeira versão do modelo foi desenvolvida. Na primeira iteração, foram definidas suas categorias, áreas de processos e a descrição dos níveis de maturidade e benefícios de alcançar cada um desses níveis. As categorias foram definidas com base nos Temas de Ordem Superior levantados na RSL, tendo havido as seguintes adaptações:

- “Questões Pedagógicas” foi renomeada para “Apoio Pedagógico” a fim de refletir a necessidade de suporte pedagógico nas atividades de LA; e
- “Avaliação de Soluções” foi renomeada para “Análise de Dados”, com o intuito de ampliar a categoria, abrangendo nela todos os processos necessários à análise de dados, incluindo a avaliação das soluções.

As áreas de processos, por sua vez, foram definidas inicialmente por meio dos Temas, também obtidos na RSL. Algumas adaptações também ocorreram, por exemplo, os temas “Infraestrutura de TI”, “Limitações da Arquitetura das Aplicações” e “Integração de Dados” foram reunidos em uma única área de processo, “Infraestrutura (Arquitetura / Integração de Dados)”, a fim de trazer ao modelo maior simplicidade.

²⁶ <https://sheilaproject.eu/about-sheila/>. Acesso: 20/07/2020.

As áreas destacadas pela comparação dos MM também foram incluídas nessa primeira versão, como é o caso das áreas de processos “Financiamento” e “Comunicação”. Além disso, ratifica a importância de questões como “Infraestrutura” e “Qualidade de Dados”, entre outras, já anteriormente levantadas na RSL. A inclusão de categorias e áreas de processos oriundas dos MM analisados se deu apenas quando tais áreas também haviam sido destacadas como necessárias na literatura sobre LA. Outras áreas de processos, por sua vez, foram incluídas após a Revisão Bibliográfica exploratória, tendo como ponto de partida os artigos publicados como resultado do projeto SHEILA. Tais áreas são exemplos: “Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*”, “Propriedade dos Dados” e “Aquisição de Soluções Prontas”.

O Quadro 6 elenca alguns dos trabalhos científicos utilizados como referências que fundamentaram a definição de cada uma das categorias do MMALA e também de suas áreas de processos. A lista de referências não é exaustiva, no entanto, reflete a recorrência dos temas discutidos na literatura sobre os desafios e necessidades das instituições para a adoção de *Learning Analytics*. Ressalta-se que alguns trabalhos se enquadram em mais de uma categoria, pois discutem questões diversas nesse contexto.

Quadro 6 — Trabalhos que Fundamentam a Escolha das Categorias do MMALA

Categorias	Trabalhos que Fundamentam a Inclusão da Categoria
Gestão dos Dados	DMM (2014), DAMA International (2009), Halper e Stodder (2014), Keystone Strategy (2016), Arroway <i>et al.</i> (2016), Guerrero-Higueras <i>et al.</i> (2014), Ferguson (2012), Macfadyen <i>et al.</i> (2014), Siemens <i>et al.</i> (2013), Crick (2017), Dawson <i>et al.</i> (2019), Staalduinen <i>et al.</i> (2015), Yanosky (2009), Tsai <i>et al.</i> (2018), Flanagan e Ogata (2018), Harmelen e Workman (2012), Ferguson <i>et al.</i> (2015), Ferguson (2012), Martin <i>et al.</i> (2018), Tsai e Gasevic (2017).
Administração e Capacitação	DAMA International (2009), DMM (2014), Halper e Stodder (2014), Dawson <i>et al.</i> (2018), Siemens <i>et al.</i> (2013), Fisher <i>et al.</i> (2014), Gasevic <i>et al.</i> (2019), Tsai <i>et al.</i> (2018), Tsai e Gasevic (2017), Harmelen e Workman (2012), Arroway <i>et al.</i> (2016), Ferguson <i>et al.</i> (2015), Greller e Drachsler (2012).
Apoio Pedagógico	Siemens <i>et al.</i> (2013), Crick (2017), Fisher <i>et al.</i> (2014), Gasevic <i>et al.</i> (2019), Tsai <i>et al.</i> (2018), Tsai e Gasevic (2017), Ali <i>et al.</i> (2013), Harmelen e Workman (2012), Ferguson (2012), Greller e Drachsler (2012), Knight <i>et al.</i> (2013), Tan e Koh (2017), Lockyer <i>et al.</i> (2013), Pardo <i>et al.</i> (2015).

Categorias	Trabalhos que Fundamentam a Inclusão da Categoria
Análise de Dados	DAMA International (2009), DMM (2014), Halper e Stodder (2014), Keystone Strategy (2016), Dawson <i>et al.</i> (2019), Gasevic <i>et al.</i> (2019), Tsai e Gasevic (2017), Harmelen e Workman (2012), Arroway <i>et al.</i> (2016), Ferguson <i>et al.</i> (2015), Greller e Drachsler (2012).
Legislação, Privacidade e Ética	Siemens <i>et al.</i> (2013), Dawson <i>et al.</i> (2019), Staalduinen <i>et al.</i> (2015), Gasevic <i>et al.</i> (2019), Tsai <i>et al.</i> (2018), Tsai e Gasevic (2017), Ferguson (2012), Ferguson <i>et al.</i> (2016b), Swenson (2014), Greller e Drachsler (2012), Sclater (2016).

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

4.4.3.1 Apresentação do Modelo

O Quadro 7 expõe a primeira versão do MMALA, com suas categorias e áreas de processos, seguido de uma descrição detalhada dessas categorias. O quadro contempla ainda as siglas que identificam cada área de processo.

Quadro 7 — Primeira Versão do MMALA, com suas Categorias e Áreas de Processos

Categorias	Áreas de Processos
Gestão dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisição de Dados (DA, do inglês <i>Data Acquisition</i>) – Qualidade de Dados (DQ, do inglês <i>Data Quality</i>) – Propriedade dos Dados (DO, do inglês <i>Data Ownership</i>) – Infraestrutura (Arquitetura / Integração de Dados) (INF, do inglês <i>Infrastructure</i>)
Administração e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> – Financiamento (FUN, do inglês <i>Funding</i>) – Liderança (LEA, do inglês <i>Leadership</i>) – Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i> (SII, do inglês <i>Stakeholders Identification and Involvement</i>) – Comunicação (COM, do inglês <i>Communication</i>) – Capacitação dos <i>Stakeholders</i> (STR, do inglês <i>Stakeholders' Training</i>)
Apoio Pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> – Planejamento Pedagógico das Soluções (PPS, do inglês <i>Pedagogical planning of solutions</i>) – Alinhamento das Necessidades da Instituição às Teorias e às Evidências Pedagógicas (ALI, do inglês <i>Alignment of the institution's needs to theories and pedagogical evidence</i>) – Apoio na Interpretação dos Resultados (SIR, do inglês <i>Support in Interpreting Results</i>)
Análise de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de Soluções Próprias (DOS, do inglês <i>Development of own solutions</i>) – Aquisição de Soluções Prontas (ACQ, do inglês <i>Acquisition of ready-made solutions</i>) – Avaliação da Eficácia das Soluções (EVA, do inglês <i>Evaluating the effectiveness of solutions</i>)

Categorias	Áreas de Processos
Legislação, Privacidade e Ética	<ul style="list-style-type: none"> – Política de Uso dos Dados (DUP, do inglês <i>Data Usage Policy</i>) – Permissões (informed consent/ opt-out) (PER, do inglês <i>Permissions</i>) – Adequação às Leis e a Normas Locais e Nacionais (LAW, do inglês <i>Compliance with local and national laws and regulations</i>)

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

O MMALA é composto por 5 categorias, a saber: Gestão dos Dados, Administração e Capacitação, Apoio Pedagógico, Análise de Dados e, por fim, Legislação, Privacidade e Ética. Os detalhes dessas categorias estão descritos a seguir.

A primeira categoria, de Gestão dos Dados, engloba as tarefas necessárias para garantir que haja dados de qualidade para a realização das análises de LA. Esta categoria envolve a aquisição de dados, a qual pode ocorrer a partir dos Sistemas de Gestão de Aprendizagem das instituições, como também de outras fontes. Também destaca a necessidade de estabelecer uma infraestrutura de Tecnologia da Informação adequada na instituição, a fim de que os dados dos estudantes sejam armazenados adequadamente e também que as aplicações possam escalar em quantidade de usuários. Adicionalmente, abrange questões relacionadas à qualidade dos dados, para permitir análises cada vez mais acuradas, e propriedade de dados, que diz respeito à definição dos responsáveis pelos dados. É importante ressaltar que apenas atividades consideradas essenciais para a gestão dos dados em projetos de LA foram incluídas nessa categoria e, caso a instituição deseje alcançar níveis de maturidade mais altos ou maior abrangência na área específica de Gerenciamento de Dados, recomenda-se a adoção também do DMM, o qual foi projetado exclusivamente para esse fim.

A segunda categoria, de Administração e Capacitação, abrange áreas de processos relacionadas à gestão da instituição e da equipe. Desse modo, ressalta a necessidade do estabelecimento de líderes e definição de suas responsabilidades, bem como a identificação e envolvimento de *stakeholders* estratégicos, tais como professores, estudantes e membros da alta gerência. Outra questão importante é o financiamento do programa de LA, a fim de viabilizar a continuidade e evolução dos projetos. O treinamento dos *stakeholders* também é uma preocupação, dada a

existência de poucas ferramentas fáceis de usar que possam ajudar a dar transparência à complexidade das técnicas de mineração de dados empregadas (FREITAS *et al.*, 2019). Por fim, destaca as tarefas de comunicação, a fim de divulgar os projetos de LA interna e externamente e informar a instituição sobre os resultados de sua utilização.

A categoria de Apoio Pedagógico, por sua vez, destaca a necessidade de envolver profissionais pedagogos nos projetos de LA, tanto na concepção e no planejamento quanto na interpretação dos resultados das análises. A utilização de LA deve estar alinhada às necessidades da instituição e também às evidências pedagógicas.

Na penúltima categoria estão as áreas de processos relacionadas à Análise de Dados. Nesse caso, as instituições podem optar por desenvolver soluções próprias, se houver equipe qualificada, ou buscar soluções prontas, gratuitas ou não, desde que estejam alinhadas aos objetivos da instituição. Outra questão importante é a avaliação da eficácia das soluções que estão em uso na instituição, verificando se os objetivos de sua utilização estão sendo atendidos, visto que poucas publicações foram encontradas na literatura que apresentassem resultados práticos consistentes do impacto da utilização de ferramentas ou técnicas de LA para o ensino e aprendizagem (FREITAS *et al.*, 2019b).

Por fim, a última categoria se refere aos processos ligados ao alinhamento das soluções de LA à legislação, e os cuidados com as questões de Privacidade e Ética no uso dos dados. Os desafios nesse âmbito vão desde resguardar os interesses e direitos dos indivíduos até a proteção e segurança dos dados dos estudantes e demais *stakeholders* (Ferguson *et al.*, 2016b). Sendo assim, nessa categoria expõe-se a preocupação com o uso consciente e ético dos dados gerados pelos estudantes, considerando a necessidade de obter formalmente a permissão do estudante para sua utilização, explicitando quais dados serão analisados e com que propósitos, a fim de que o estudante possa decidir participar ou não dos projetos. Finalmente, é necessário que haja adequação dos projetos de LA às leis e a normas locais e nacionais para o uso dos dados. Por sua vez, uma política de uso de dados deve ser gradativamente definida e deve prever responsabilidades, propósitos e consequências no uso desses dados.

4.4.3.2 Descrição dos Níveis de Maturidade do MMALA

Foram definidos 4 níveis de maturidade para o MMALA, um total considerado usual entre os MM (SEN *et al.*, 2012). Essa quantidade foi considerada adequada a fim de caracterizar um campo de pesquisa ainda imaturo, evitando, ainda, agregar maior complexidade ao modelo proposto.

E ainda nesta etapa, também foram determinados os cenários de adoção nesses quatro níveis de maturidade do MMALA. Adicionalmente, destacam-se os benefícios esperados para as instituições ao alcançar cada nível:

- **Nível 1 – Ad hoc** - É o nível mais incipiente de maturidade, no qual a instituição está iniciando a adoção de *Learning Analytics* e, desse modo, ainda não há processos formalmente estabelecidos para a execução dos projetos. Em geral, as análises dos dados dos estudantes ocorrem por iniciativa pessoal de professores e pesquisadores e envolvem uma amostra pequena de estudantes em projetos experimentais. A execução desses projetos é realizada sem prévio planejamento dos objetivos, tanto educacionais quanto institucionais, os quais se deseja atingir com o uso de LA, apenas utilizando-se das ferramentas disponíveis;
- **Nível 2 – Inicial** - Neste nível, os processos de adoção começam a ser melhor definidos na instituição. Os projetos de *Learning Analytics* passam a ser adotados também em outros departamentos, envolvendo outros *stakeholders* (como professores, estudantes e profissionais de Tecnologia da Informação, por exemplo) nesses processos. Por ora, os projetos são liderados apenas informalmente por um ou mais pesquisadores com maior conhecimento sobre as ferramentas utilizadas. Visto que nesse nível há ferramentas em uso contínuo, as mesmas podem ser avaliadas e aprimoradas por meio do *feedback* de seus usuários. Há maior conscientização sobre o uso de dados, de modo a respeitar questões relacionadas à Ética e à Privacidade. Pode-se citar como benefícios esperados para as instituições que atingem esse nível de maturidade: (a) maior abrangência dos projetos de LA, o que resulta em maior quantidade de usuários, sendo esses alunos e professores, e também de dados para análise, podendo gerar soluções mais maduras; (b) as ferramentas passam a ser avaliadas, permitindo ajustes e maior

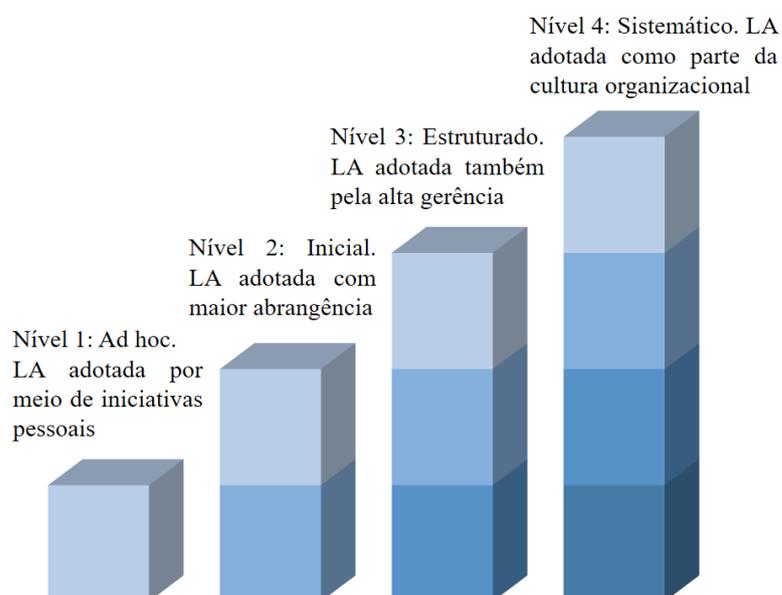
personalização das mesmas para atender a usuários de diferentes cursos; (c) maior engajamento e, conseqüentemente, maior compreensão sobre o papel de LA para o ensino e aprendizagem em diferentes departamentos da instituição; e (d) os projetos de LA atendem aos regulamentos definidos pela instituição no que se refere à ética e à privacidade;

- **Nível 3 – Estruturado** - Este nível é caracterizado especialmente pelo envolvimento da alta gerência nos processos de adoção de *Learning Analytics*, visto que os benefícios resultantes de seu uso se tornaram visíveis à instituição. Esse envolvimento traz consigo maior apoio aos projetos e mais credibilidade ao programa de LA. A intuição passa a definir objetivos que deseja alcançar pela utilização de LA e o desenvolvimento e uso das soluções passa a estar alinhado a esses objetivos. Há um aumento no nível de complexidade das ferramentas desenvolvidas e também na sua avaliação, com a utilização de múltiplos procedimentos avaliativos, o que exige infraestrutura de Tecnologia da Informação mais robusta para atender a esse progresso. Há uma liderança formalmente estabelecida para conduzir de maneira uniforme os projetos, assim como uma equipe de trabalho responsável pelo sucesso desses projetos. Os benefícios esperados nesse nível são: (a) o estabelecimento de uma liderança formal leva à execução coordenada de projetos, com processos melhor definidos, trazendo maior organização e aumentando a probabilidade de sucesso dos mesmos; (b) há uma maior atenção à infraestrutura para dar suporte às soluções de LA, com investimentos em sua evolução; e (c) o alinhamento das soluções ao objetivo da instituição ajuda a reforçar o compromisso da alta gerência com o patrocínio e com o sucesso dos projetos; e
- **Nível 4 – Sistemático** - Neste nível, *Learning Analytics* se torna institucionalizada na organização e os processos de adoção se tornam sistemáticos. Há financiamento para o desenvolvimento de projetos de LA, os quais agora envolvem profissionais de diferentes áreas de conhecimento contribuindo para o seu aprimoramento. As soluções são adotadas no nível institucional e se mostram cada vez mais eficazes para atingir os objetivos da instituição e até mesmo de outros *stakeholders* estratégicos. A liderança, agora formalizada, recebe o apoio de uma equipe de suporte e os resultados obtidos pela adoção de LA são divulgados a toda instituição. A divulgação

dos resultados dos projetos e o envolvimento da instituição como um todo ajudam a minimizar eventuais problemas de resistência a mudanças. Entre os benefícios de atingir esse nível de maturidade, destacam-se: (a) as soluções podem ser enriquecidas pelo conhecimento de profissionais de diferentes áreas de conhecimento, atendendo de forma cada vez mais eficaz os objetivos da instituição e de *stakeholders* estratégicos; (b) a instituição passa a adotar uma política institucional, válida para todos os projetos de LA, a fim de atender às questões éticas e legais sobre o uso de dados dos estudantes; (c) LA se torna parte da cultura da organização, havendo inclusive um Programa de Financiamento para LA, havendo recursos específicos para os projetos em execução e para novos projetos; e (d) a instituição tem processos, pessoas e objetivos definidos para a utilização de LA.

A Figura 10 sintetiza os níveis de maturidade do MMALA e o estágio de adoção de LA em cada um deles. Os níveis definidos para o modelo são: (1) *Ad hoc*, (2) inicial, (3) estruturado, e, no nível mais maduro, (4) sistemático.

Figura 10 — Níveis de Maturidade do MMALA



Fonte: Elaborada pela autora (2020)

A seção seguinte apresenta os resultados da primeira avaliação realizada sobre o MMALA.

4.4.4 Avaliação do Modelo

Conforme informado no Capítulo 3, a avaliação da primeira versão do modelo foi realizada por meio de questionário, cujos objetivos foram a avaliação da importância de cada categoria e cada área de processo do MMALA para a adoção de LA, bem como a avaliação da completude do modelo, a fim de identificar possíveis omissões e promover o ajuste do referido modelo.

O questionário foi elaborado e em seguida avaliado por quatro professores doutores. Todas as sugestões feitas pelos especialistas foram atendidas, o que resultou no documento disponível no Apêndice B. O questionário esteve aberto a respostas do dia 20/02/2020 até o dia 31/03/2020 e destinou-se a pesquisadores e profissionais de *Learning Analytics*, tendo sido produzido no Google Forms²⁷ e enviado diretamente a esse público por *e-mail* ou por meio de listas internacionais nas quais se discute o tema *Learning Analytics*. O questionário foi dividido em 3 seções:

1. Na primeira parte, foram dispostas as questões referentes à avaliação da importância de cada categoria e cada área de processo para a adoção de LA, além de uma questão na qual os respondentes puderam informar se identificaram alguma categoria importante para a adoção de LA e que não tinha sido considerada no modelo inicial. Para avaliação da importância utilizou-se a escala *Likert* (LIKERT, 1932) com 5 opções de resposta, entre “Não Importante” até “Muito Importante”. A utilização dessa escala permitiu comparar o grau de importância de cada elemento para a adoção de LA, sob o ponto de vista dos respondentes. Sendo possível, ainda, identificar categorias ou áreas de processos consideradas sem importância para a adoção de LA;
2. Na segunda parte, os respondentes puderam indicar se algum tema importante para a adoção de LA não havia sido considerado no modelo. A preocupação, nesse caso, estava relacionada à identificação de tópicos que, embora não listados nos nomes das categorias ou das áreas de processos, deveriam estar presentes em quaisquer outras partes do modelo, por exemplo, nos seus níveis. Além disso, os respondentes deveriam informar se consideravam o modelo completo; e

²⁷ <https://docs.google.com/forms>. Acesso: 22/06/2020.

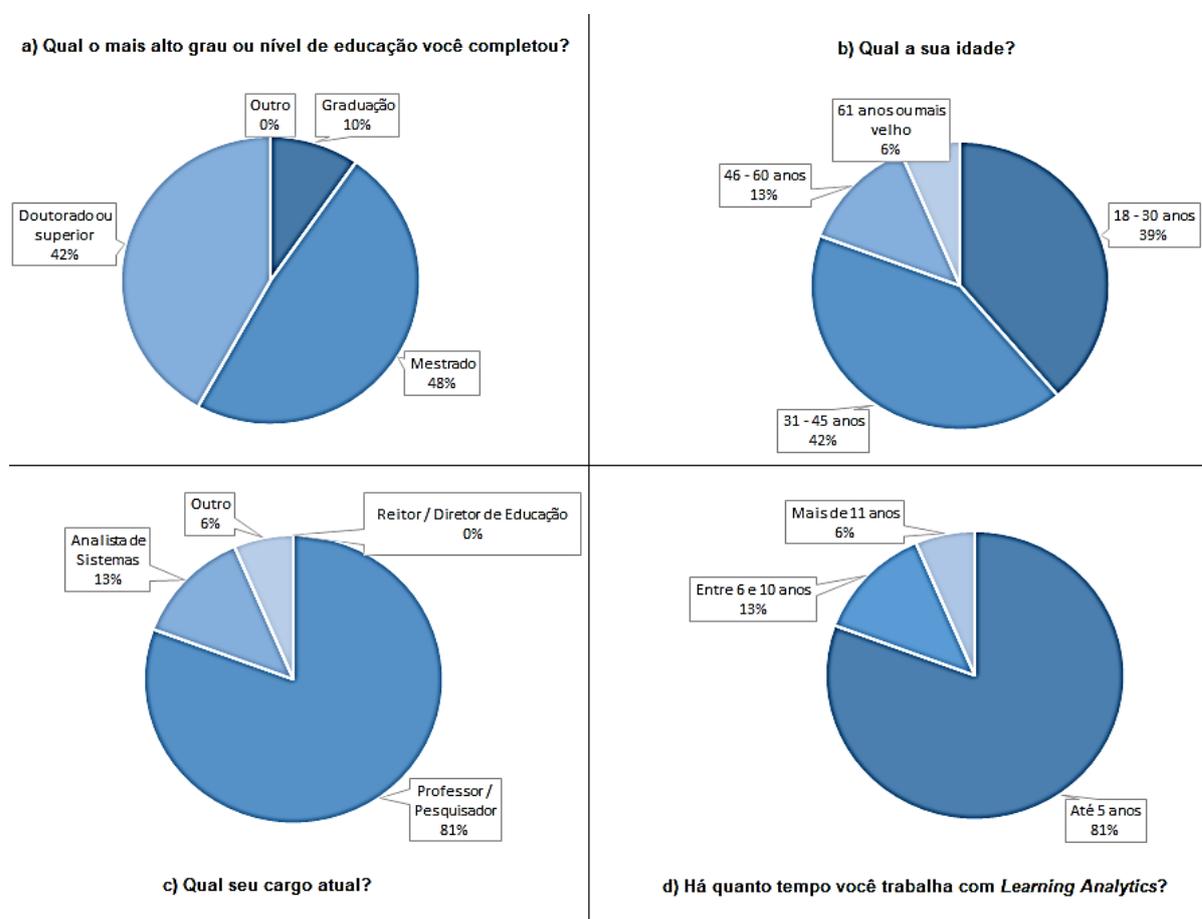
3. Na terceira parte do questionário, constavam as perguntas relacionadas ao perfil dos respondentes.

O questionário recebeu 34 respostas, das quais 3 foram excluídas por serem de respondentes que declararam que nunca trabalharam com LA. Os resultados da avaliação são discutidos a seguir.

4.4.4.1 Perfil dos Respondentes

O conjunto de respondentes do questionário se refere a pesquisadores e profissionais que trabalham com *Learning Analytics*. Em sua maior parte, estes são mestres e doutores (48% e 42%, respectivamente), na faixa etária entre 31 a 45 anos ou entre 18 a 30 anos (42% e 39%, respectivamente). A maior parte dos respondentes é professor ou pesquisador (81%) e trabalha com LA há até 5 anos, cabendo destaque à participação de pessoas que trabalham há mais de 11 anos com LA (6%). A Figura 11 sintetiza as informações apresentadas.

Figura 11 — Perfil dos Respondentes do Questionário para Avaliação do Modelo Inicial.



4.4.4.2 Avaliação Quantitativa

As questões para avaliação do grau de importância dos itens do modelo foram concebidas de modo a minimizar eventuais respostas enviesadas, como uma alta frequência de respostas sim que podem ocorrer com perguntas dicotômicas. Para isso, utilizou-se a escala Likert (LIKERT, 1932). A Tabela 2 mostra a frequência absoluta das respostas obtidas nas questões sobre a importância de cada área de processo.

Tabela 2 — Frequência Absoluta das Respostas sobre a Importância de cada Área de Processo

Área de Processo	Nada Importante	Pouco Importante	Razoavelmente Importante	Importante	Muito Importante
DA	0	0	2	8	21
DQ	0	0	1	7	23
DO	0	0	6	11	14
INF	0	2	6	9	14
FUN	0	2	7	11	11
LEA	0	1	10	8	12
SII	0	0	3	11	17
COM	0	0	4	12	15
STR	0	0	9	7	15
PPS	0	0	3	8	20
ALI	0	1	2	7	21
SIR	0	1	1	7	22
DOS	1	5	9	7	9
ACQ	1	3	10	9	8
EVA	0	0	1	7	23
DUP	0	0	2	9	20
PER	0	1	4	5	21
LAW	0	0	3	8	20

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Além de apresentar a distribuição de frequência, os dados obtidos também foram analisados estatisticamente. A análise se deu por categoria e os seus detalhes (utilizando-se as medidas descritivas, comparações entre os itens, grupos homogêneos, *Alpha* de Cronbach e seu intervalo a 95%) são apresentados a seguir, iniciando pela categoria de Gestão dos Dados, no Quadro 8. As demais categorias serão analisadas no Quadro 9.

Quadro 8 — Resultados da Análise para a Categoria Gestão dos Dados

Gestão dos Dados	Média	Mediana	Desvio Padrão	Valor-p (Friedman)	Grupos Homogêneos (Wilcoxon)	Alpha de Cronbach	Índice de Confiança
DA	4,61	5,00	0,62	<0,001	DA	0,732	0,535 a 0,858
DQ	4,71	5,00	0,53		DQ		
DO	4,26	4,00	0,77		DO		
INF	4,13	4,00	0,95		INF		
Gestão dos Dados	4,43	5,00	0,77	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

O Quadro 8 apresenta as seguintes medidas descritivas: média, mediana, desvio padrão, valor-p para o teste de Friedman, Grupos Homogêneos (verificados por meio do teste de Wilcoxon), *Alpha* de Cronbach e respectivo índice de confiança. Por meio das medidas descritivas é possível avaliar a média que cada área de processo recebeu na avaliação dos respondentes bem como a categoria como um todo. O teste de Friedman, por sua vez, permite identificar se existe diferença entre as áreas de processos da categoria. Para esse teste, as seguintes hipóteses foram construídas:

- H_0 : Não existe diferença entre as áreas de processos da categoria; e
- H_1 : Existe diferença entre as áreas de processos da categoria.

O valor-p é uma medida da evidência que se tem contra a hipótese nula. Quanto menor o valor-p, maior é a evidência que se tem contra H_0 . Deve-se combinar o valor-p com o nível de significância, o qual define a probabilidade de rejeição da hipótese nula quando ela é verdadeira, para tomar decisão sobre um dado teste de hipótese. Se o valor-p for menor ou igual ao nível de significância adotado (usualmente 5% ou 0,05), então rejeita-se a hipótese nula. Desse modo, os quatro itens da categoria Gestão dos Dados (DA, DQ, DO, INF) apresentaram diferenças significativas segundo o teste de Friedman (KLOKE e MCKEAN, 2015) (<0,001). Aplicando-se o teste de Wilcoxon (KLOKE e MCKEAN, 2015) é possível identificar quais itens se diferenciam entre si. Para a categoria de Gestão dos Dados, obteve-se que estes itens se dividem em dois grupos homogêneos ou seja: $G1 = \{DA, DQ\}$ e $G2 = \{DO, INF\}$. O grupo G1 são as variáveis de maior concordância (maior média) e G2 a de menor concordância (menor média). Ou seja, o G1 contém as áreas de processos com melhor avaliação, Aquisição de Dados e Qualidade de Dados.

A medida de fidedignidade *Alpha* de Cronbach, por sua vez, apresenta valor razoável (PEDHAZUR, 2013), dentro do intervalo de confiança, para a validação de construto desta categoria. Isto significa dizer que estas questões do instrumento foram formuladas de maneira adequada. Os resultados das análises das demais categorias são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 — Resultados da Análise para as Demais Categorias do MMALA

Administração e Capacitação	Mé- dia	Medi- -ana	Desvio Padrão	Valor- p (Fried- man)	Grupos Ho- mogêneos (Wilcoxon)	Alpha de Cronbach	Índice de Confiança
FUN	4,00	4,00	0,93	0,013	FUN	0,774	0,618 a 0,879
LEA	4,00	4,00	0,93		LEA		
SII	4,45	5,00	0,67		SII		
COM	4,35	4,00	0,71		COM		
STR	4,19	4,00	0,87		STR		
Adm. e Cap.	4,20	4,00	0,84	-	-	-	-
Apoio Pedagógico	Mé- dia	Medi- -ana	Desvio Padrão	Valor- p (Fried- man)	Grupos Ho- mogêneos (Wilcoxon)	Alpha de Cronbach	Índice de Confiança
PPS	4,55	5,00	0,67	0,839	PPS	0,742	0,531 a 0,867
ALI	4,55	5,00	0,77		ALI		
SIR	4,61	5,00	0,71		SIR		
Apoio Pedagógico	4,56	4,00	0,71	-	-	-	-
Análise de Dados	Mé- dia	Medi- -ana	Desvio Padrão	Valor- p (Fried- man)	Grupos Ho- mogêneos (Wilcoxon)	Alpha de Cronbach	Índice de Confiança
DOS	3,58	4,00	1,18	<0,001	DOS	0,637	0,342 a 0,813
ACQ	3,65	4,00	1,08		ACQ		
EVA	4,71	5,00	0,53		EVA		
Análise de Dados	3,97	4,00	1,09	-	-	-	-
Legislação, Privacidade e Ética	Mé- dia	Medi- -ana	Desvio Padrão	Valor- p (Fried- man)	Grupos Ho- mogêneos (Wilcoxon)	Alpha de Cronbach	Índice de Confiança
DUP	4,58	5,00	0,62	0,637	DUP	0,900	0,818 a 0,948
PER	4,48	5,00	0,85		PER		
LAW	4,55	5,00	0,67		LAW		
Leg., ética e priv.	4,53	5,00	0,71	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

As demais análises permitiram identificar que há diferenças no nível de concordância sobre a importância de cada área de processo também nas categorias de Administração e Capacitação e Análise de Dados. As áreas de processos mais importantes são aquelas que possuem maior média, agrupadas de acordo com o resultado do teste de Wilcoxon. Já as categorias de Apoio Pedagógico e Legislação, Privacidade e Ética não apresentam diferenças significativas quanto à importância das

áreas para a categoria. Para todas as categorias, os resultados do *Alpha* de Cronbach podem ser considerados aceitáveis, comprovando assim que o formulário de avaliação foi elaborado corretamente.

Quanto a essas medidas, apresenta-se ainda uma síntese comparativa sobre as categorias, cujos resultados foram obtidos com base na análise das 18 áreas de processos, conforme Quadro 10.

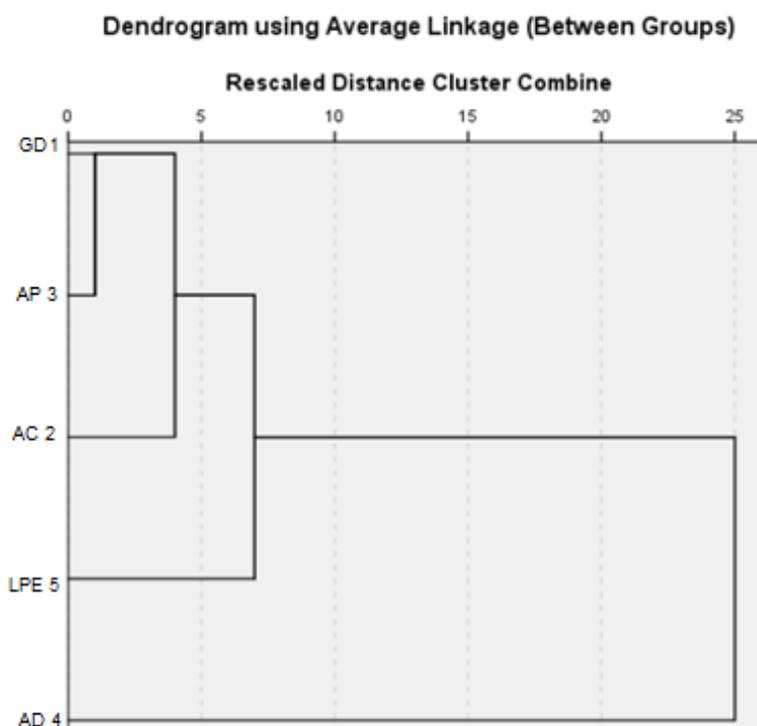
Quadro 10 — Síntese Comparativa das Categorias do MMALA

Categorias	Mé- dia	Medi- -ana	Desvio Padrão	Fried- man	Grupos Homogêneos (Wilcoxon)		Alpha de Cronbach	Índice de Con- fiança
Gestão dos Dados (GD)	4,43	4,50	0,54	<0,001	GD		0,846	0,754 a 0,915
Adm. e Capacitação (AC)	4,20	4,20	0,60			AC		
Apoio Pedagógico (AP)	4,56	5,00	0,58		AP			
Análise de Dados (AD)	3,97	4,00	0,74			AD		
Leg., Priv. e Ética (LPE)	4,53	5,00	0,65		LPE			

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

No Quadro 10 pode-se perceber uma diferença significativa entre as categorias, segundo o teste de Friedman. De acordo com os dez possíveis testes de Wilcoxon, obteve-se as categorias que se distinguem das demais, sendo a categoria Análise dos Dados a que se mostrou com menor grau de concordância em relação às demais. Essa questão será analisada em detalhes mais adiante. A categoria Administração e Capacitação é uma possível categoria que merece atenção, pois sua média apresentou-se baixa no estudo. Para entender com mais exatidão essa questão, foi realizada uma Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) para as categorias. Os resultados estão expostos na Figura 12.

Figura 12 — Análise de Agrupamento para as Categorias do MMALA



Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Na Figura 12 apresenta-se o dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquica com medida de distância binária com o método da Ligação Média (HAIR *et al.*, 2009; JOHNSON e WICHERN, 2008) para as categorias GD, AC, AP, AD e LPE. Para produzi-lo, as respostas recebidas em cada categoria foram dicotomizadas: isto é, para valores superiores a 3 (as respostas “muito importante” e “importante”), ou seja, os valores mais concordantes, a resposta passou a ser igual a 1; e para valores abaixo ou igual a 3 (isto é, as respostas “nada importante”, “pouco importante” e “razoavelmente importante”), passou a ser igual 0. Dessa forma, as opiniões passaram a ser classificadas em concordantes=1 e discordantes=0 e as dimensões passaram a ser chamadas de GDB, ACB, APB, ADB, LPEB. A letra B (de binário) após as siglas identifica que as categorias foram dicotomizadas conforme o método descrito anteriormente. E para estas novas categorias, com características binárias, realizou-se a análise de agrupamento e obteve-se o dendrograma (Figura 12).

No dendrograma, pode-se perceber que a categoria ADB (Análise de Dados) se diferencia das demais categorias e estas outras categorias formam um único grupo, $G1 = \{GDB, ACB, APB, LPEB\}$. Resultado este análogo ao obtido pela aplicação dos testes de Wilcoxon (Quadro 10). Portanto, dentre as cinco categorias, a que apresenta

menor grau de concordância é a Análise de Dados (AD). Assim, esta análise explica que apenas a categoria AD aparece em destaque diferente, pois é a categoria de menor concordância.

Para a análise dos dados também foi utilizada a Análise Fatorial Exploratória e Confirmatória, segundo o critério Kaiser (HAIR *et al.*, 2009). Nesse caso, deseja-se entender se o número de categorias propostas na aplicação desta pesquisa pode ser considerado apropriado, considerando-se esta amostra (n=31).

Tabela 3 — Análise Fatorial Exploratória para o Instrumento com 18 Áreas de Processos

Categorias	Autovalor	% Variância	% Acumulado
1	5,728	31,820	31,820
2	2,679	14,885	46,705
3	2,072	11,513	58,219
4	1,662	9,233	67,451
5	1,204	6,690	74,141
KMO	-	0,603	-
Bartlett	-	<0,001	-

Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

A Tabela 3 mostra que o instrumento aplicado apresentou 5 (cinco) Categorias. Segundo o critério Kaiser (HAIR *et al.*, 2009), confirmando a literatura acerca do instrumento utilizado, isso mostra que o instrumento cumpriu apropriadamente o seu papel de avaliação para a sua composição do número de categorias. Além disso, pode-se dizer que as 5 categorias estão bem elaboradas e estruturadas e estas constituem 74,14% de representatividade para o modelo proposto.

Para responder à questão da composição entre os itens e as categorias com base nos 31 respondentes, isto é, para que se tenha veracidade de que as áreas de processos estão adequadas para cada categoria pode-se fazer uma Análise Fatorial Confirmatória. Sua aplicação levou às seguintes medidas avaliativas da composição do instrumento das áreas de processos por categorias, conforme Tabela 4.

Tabela 4 — Índice de Ajuste para Análise Fatorial Confirmatória (AFC)

Índices	Valor	Valor Ideal
Qui-Quadrado (χ^2/gf)	1,723	< 3
Ajuste Comparativo (CFI)	0,751	0,95
Erro Quadrático Médio (RMSEA)	0,103	< 0,08

Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Os índices de bondade de ajuste (medidas estatísticas dispostas na Tabela 4) não foram razoáveis, com exceção do Qui-Quadrado. Este fato deve-se à utilização da análise fatorial confirmatória em tamanhos de amostras pequenos. Segundo Hair *et al.* (2009), em geral, o tamanho de amostra mínimo deveria ser aproximadamente de 5 a 10 vezes o número de variáveis utilizado. Isso significa que o tamanho da amostra para aplicar a Análise Fatorial Confirmatória deveria estar compreendido entre n=90 a n=180 respondentes. Então, pode-se considerar que os índices obtidos para o tamanho da amostra (31 respondentes) são aceitáveis. Conclui-se, pois, que a composição das áreas de processos por categoria é razoável.

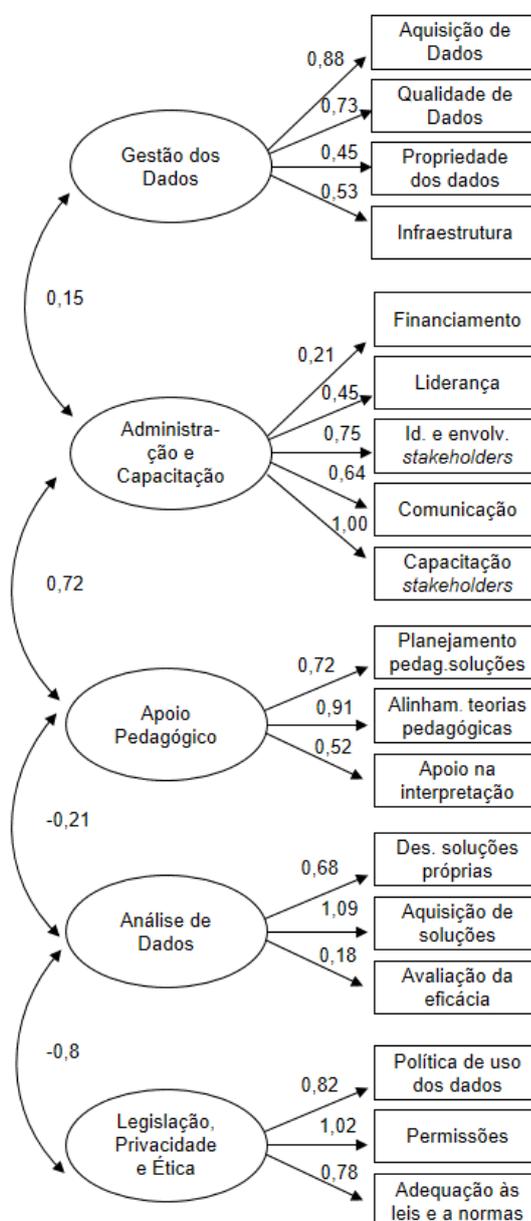
Cabe aqui ressaltar a dificuldade de ampliar a quantidade de respondentes para o questionário, dado que este é um campo de pesquisa recente e ainda em crescimento no Brasil, exigindo a divulgação do mesmo fora do país para que houvesse a participação de pesquisadores que de fato conhecessem LA.

Por fim, aplicou-se o Modelo de Equações Estruturais (MEE) no modelo MMALA. O método utilizado foi o da verossimilhança e as estimativas dos parâmetros foram padronizadas. A Figura 13 mostra os resultados dessa aplicação.

Cada valor representa o peso da importância de cada área de processo na sua categoria. E entre as categorias o valor representa a correlação existente entre estas. Observe que entre Administração e Capacitação e Suporte Pedagógico tem-se a maior correlação, significando que se na categoria Administração e Capacitação se observam valores elevados também se observarão valores elevados na categoria Suporte Pedagógico e vice-versa.

As variáveis que causam mais influência na Gestão dos Dados são Aquisição de Dados e Qualidade de Dados; na categoria Administração e Capacitação as variáveis mais influentes são Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*, Comunicação e Capacitação dos *Stakeholders*. De forma análoga, a menor influência na categoria Apoio Pedagógico é a de Apoio na Interpretação dos Resultados; a maior influência em Análise de Dados ocorre com Aquisição de Soluções Prontas; enquanto Permissões causa a maior influência em Legislação, Privacidade e Ética.

Figura 13 — Modelo de Equações Estruturais para o MMALA com 5 Categorias e 18 Itens (n = 31)



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Como conclusões da análise quantitativa, pode-se afirmar que o instrumento utilizado pode ser considerado adequado para avaliar o Modelo de Maturidade ora proposto. Além disso, as 5 categorias foram consideradas suficientes para a composição do modelo e as áreas de processos estão adequadas às suas respectivas categorias. Por fim, as áreas de processos de 4 categorias foram consideradas importantes pelos respondentes, havendo divergência apenas quanto à importância das áreas de processos da categoria Análise de Dados.

Nesse caso específico, a análise quantitativa permitiu inferir a necessidade de enfatizar o uso de ferramentas gratuitas na adoção de LA. Isso se deve ao fato de que, das 3 (três) áreas de processos da categoria de Análise de Dados, 2 (duas) delas (Desenvolvimento de Soluções Próprias e Aquisição de Ferramentas Prontas) foram analisadas com um grau de importância inferior. Desse modo, verifica-se que as áreas de processos propostas nesta categoria do modelo foram insuficientes. De modo que, se a análise de dados não será realizada por meio de desenvolvimento de soluções na própria instituição nem por meio de aquisição (compra), esta deve ser realizada por meio da adoção de soluções disponíveis pública e gratuitamente. Sendo assim, a área de processo de Aquisição de Ferramentas Prontas deve abranger os processos necessários para aquisição de ferramentas gratuitas ou pagas.

4.4.4.3 Avaliação Qualitativa

As questões abertas, como um todo, objetivavam à identificação de tópicos importantes para a adoção de LA que não foram listados no modelo inicialmente proposto, mas que poderiam enriquecê-lo.

O Quadro 11 apresenta os resultados obtidos por meio dessas questões. As respostas foram concedidas tanto em língua portuguesa quanto inglesa, sendo estas traduzidas para o português neste texto. As respostas foram resumidas para adequar-se ao Quadro 11, no entanto, todas as sugestões recebidas foram mantidas nesse quadro. Ressalta-se também que foram incluídas no quadro todas as respostas nas quais havia quaisquer indicações de tópicos faltantes no modelo. As questões listadas a seguir compõem o Quadro 11.

- Questão 1. “Você identifica categorias necessárias para a adoção de LA que estão fora do modelo preliminar? Se sim, por favor informe abaixo”;
- Questão 2. “Você identifica algum tópico importante para a adoção de LA que está faltando no modelo proposto? Se sim, por favor informe abaixo”; e
- Questão 3. “Você considera que o modelo proposto está completo? Justifique”. Apenas essa questão foi estabelecida como obrigatória, constando no quadro a seguir as respostas nas quais os pesquisadores indicaram quaisquer melhorias para o modelo inicial.

Além das questões, a primeira coluna do quadro identifica o número do respondente, e a última fornece uma resposta para cada sugestão dada pelos respondentes, informando se esta deverá ou não ser adicionada ao modelo final. Quando necessário, o trabalho utilizado como referência para definição de um termo ou conceito apresentado como sugestão para o modelo foi incluído na última coluna. Por fim, a sigla SR (sem resposta) indica que não foram dadas sugestões na referida questão.

Quadro 11 — Quadro-resumo das Questões Abertas e Respectiva Resposta Quanto à sua Inclusão ou não no MMALA

Nº	Sugestões dos respondentes na Questão 1 / Questão 2 / Questão 3	Resposta
2	(...) Segurança de dados, cobrindo pontos como proteção de dados, perda, violação, <i>backup</i> , etc. (...) Gerenciamento de Continuidade de Negócios (BCM, do inglês <i>Business Continuity Management</i>) poderia tornar o modelo mais confiável, para garantir a continuidade dos processos de LA, em caso de incidentes (...). / SR / SR	Segurança dos Dados será adicionada como uma prática funcional de Infraestrutura. Já BCM não foi incorporada ao modelo, visto que entendeu-se como fora do escopo, uma vez que LA é um instrumento de apoio a professores e estudantes e, até o momento, não se relata na literatura sua utilização como direcionadora dos negócios, de modo a impedir sua continuidade em caso de falha. Referência sobre BCM: HILES (2010).
5	SR / SR / (...) desenvolvimento de soluções gerais, uma solução em um lugar pode ser a mesma em outro.	Entende-se que o tipo de solução desenvolvida é uma decisão institucional, não sendo necessário considerar essa recomendação no modelo, o qual deve apoiar o desenvolvimento de quaisquer tipos de soluções.
10	Economia baseada em dados, avaliação em sala de aula, análise de comportamento. / Evasão dos cursos / SR	Economia baseada em dados refere-se à utilização intensiva de dados pelas instituições a fim de, entre outras coisas, aumentar a competitividade. Desse modo, o tema não foi incluído devido à divergência com a finalidade do modelo e de LA, que é a resolução de um problema pedagógico, isto é, a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Quanto à avaliação em sala de aula, análise de comportamento e evasão, entende-se que são objetivos da utilização de LA. O modelo abrange a utilização de ferramentas de LA com quaisquer objetivos, ficando a cargo da instituição defini-los. Referência sobre Economia Baseada em Dados: União Europeia (2014).

Nº	Sugestões dos respondentes na Questão 1 / Questão 2 / Questão 3	Resposta
14	Engenharia de Dados / SR / engenharia de dados	Com base na definição, entende-se que o processo de Engenharia de Dados será invariavelmente implementado na área de processo de Desenvolvimento de Soluções Próprias. Referência Engenharia de Dados: Gallego e Corchuelo (2020).
19	SR / SR / (...) esquecimento digital (exclusão) de dados (...) na categoria de permissão.	A questão sobre a remoção ou não dos dados será incluída no modelo na categoria de Legislação, Privacidade e Ética.
21	Cultura institucional do uso de dados para informar decisões / SR / SR	O tema é transversal ao MMALA como um todo. Espera-se que a adoção do modelo leve a instituição, gradualmente, à cultura de tomada de decisões educacionais baseada em dados.
23	SR / Suporte técnico para o desenvolvimento e evolução de métricas e novos índices. / (...) faltando apenas a evolução (que sempre é necessária) do modelo de LA.	Entende-se que a definição de métricas e índices deve ser estabelecida pela instituição de acordo com suas necessidades. O modelo orienta a definição dos objetivos para o uso de LA e a instituição deve definir quais métricas e índices são adequados para atingir os objetivos. Referência sobre métricas em LA: Putra <i>et al.</i> (2018). A evolução do modelo deverá ocorrer na medida em que a instituição alcança níveis mais altos de maturidade.
24	Uma área transversal de gerenciamento das categorias. / Gerência de Projetos / Não. Falta gerência de projetos.	O gerenciamento será tratado na área de processo de Liderança.
26	Não há menção aos nossos objetivos ao usar a ferramenta, eles funcionam como um guia em todas as categorias mencionadas (por exemplo, como treinar a equipe, como escolher a ferramenta); Além disso, não há menção a outros aspectos da avaliação da ferramenta, como facilidade de uso. / Qual é o objetivo de usar ou desenvolver a ferramenta? Ela é fácil de usar? Ajuda realmente as outras partes interessadas? / Não	Os objetivos pedagógicos para utilização de LA serão tratados na área de processo de Planejamento Pedagógico das Soluções, que está relacionada a outras como Apoio na Interpretação dos Resultados, Desenvolvimento de Soluções Próprias e Avaliação da Eficácia das Soluções. Os aspectos da avaliação da ferramenta serão tratados na área de processo de Avaliação da Eficácia das Soluções, sendo os critérios de avaliação definidos pela instituição. A facilidade de uso será incluída entre os critérios a serem considerados.

Nº	Sugestões dos respondentes na Questão 1 / Questão 2 / Questão 3	Resposta
27	O engajamento das partes interessadas (além do envolvimento) e a política institucional podem assumir um lugar mais explícito / Mais ênfase no engajamento das partes interessadas e na política institucional / Parece estar completo, mas poderia dar mais ênfase ao engajamento das partes interessadas e à política institucional.	O comprometimento dos <i>stakeholders</i> será tratado na área de processo de Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i> . As políticas institucionais, apesar de não definidas como categoria ou área de processo, serão amplamente discutidas e recomendadas ao longo de todo o modelo.
28	Padronização / Padronização dos dados / SR	A padronização, da arquitetura e armazenamento de dados, será tratada na área de processo de Infraestrutura.
29	Planejamento Estratégico / SR / SR	As práticas funcionais para que a utilização de LA seja planejada e aderente aos objetivos estratégicos da instituição serão tratadas nas áreas de processos de Aquisição de Dados, Financiamento, Liderança e Desenvolvimento de Soluções Próprias.
31	Projeto Efetivo, Suporte Técnico / Design Centrado no Ser Humano, Suporte Técnico, Suporte <i>para sense-making</i> / SR	Questões relacionadas ao projeto efetivo das soluções de LA devem ser definidas pela instituição, desde que observados os critérios de cada nível do modelo de maturidade. O suporte técnico será adicionado à área de processo de Infraestrutura. <i>Sense-making</i> , por sua vez, são processos que levam à compreensão por meio de raciocínio explícito e verbal. Desse modo, entende-se que a instituição pode definir quaisquer métodos para tal - ressaltando que a área de processo de Apoio na Interpretação de Resultados prevê o apoio pedagógico, independente do processo adotado. Referência sobre <i>sense-making</i> : Rau <i>et al.</i> (2014).

Nº	Sugestões dos respondentes na Questão 1 / Questão 2 / Questão 3	Resposta
32	SR / Como subdimensão da ética, sugiro acrescentar "intenção de LA e intervenção com base nos resultados de LA"; isso significa que deve ficar claro para qual finalidade LA é conduzida e que tipo de intervenções são apropriadas e permitidas com base nos resultados obtidos. / As categorias gerais parecem cobrir todas as fases / aspectos relevantes de um processo de LA, talvez além do ponto final quando os resultados de LA são usados para uma possível intervenção, por exemplo alertando os alunos sobre os problemas detectados	A sugestão sobre ética será incluída no modelo na categoria Legislação, Privacidade e Ética. Já a intervenção baseada nos resultados será incluída no modelo em uma nova área de processo, denominada Intervenção Baseada nos Resultados.
34	Projeto e desenvolvimento de soluções de LA / Projeto e desenvolvimento de soluções de LA / Não	O projeto de desenvolvimento de soluções de LA será tratado na área de processo Desenvolvimento de Soluções Próprias.

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

As respostas concedidas nos questionários trouxeram interessantes sugestões para o modelo. A maior parte delas foi incluída no modelo final nas categorias e áreas de processos anteriormente propostas. Além disso, foi possível identificar ainda a necessidade de inclusão de uma nova área de processo na categoria de Apoio Pedagógico, denominada de Intervenção Baseada nos Resultados, a qual orienta as intervenções pedagógicas dos professores sobre os estudantes com base nos resultados das análises.

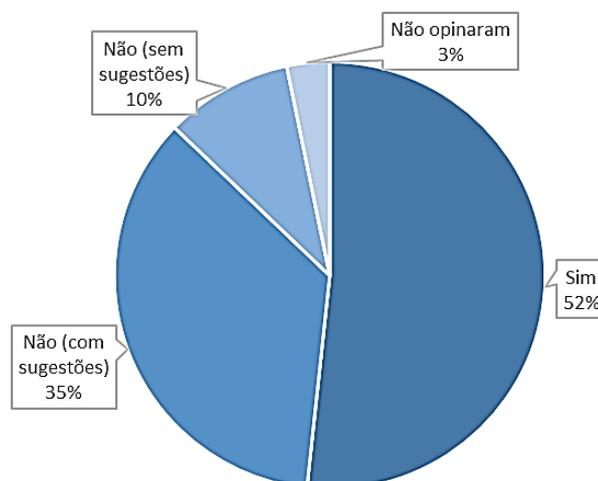
Vale ressaltar ainda, com maior ênfase, os resultados da Questão 3 (“Você considera que o modelo proposto está completo? Justifique”). Na análise anterior, foram identificados tópicos que os respondentes consideravam como faltantes ao modelo proposto, visto que alguns utilizaram esse espaço para tal indicação. No

entanto, também requer destaque a opinião de todos os respondentes quanto à completude do modelo, conforme descrito a seguir.

Visto que a referida questão foi apresentada em formato aberto, houve uma grande diversidade de respostas. Para classificá-las, foram definidas 4 categorias: (1) Sim, o respondente considera o modelo completo; (2) Não (com sugestões), o respondente não considera o modelo completo e informou o(s) tópico(s) que considerava faltante(s) em alguma das respostas do questionário; (3) Não (sem sugestões), o respondente não considera o modelo completo, no entanto, não informou quais tópicos estavam faltando, mesmo considerando sua resposta a todas as questões do formulário; e, (4), o respondente não opinou.

Ressalta-se, por fim, que dos 15 respondentes que trouxeram sugestões ao modelo, 14 foram atendidos em pelo menos uma das sugestões para a composição do modelo final. A Figura 14, portanto, resume de forma quantitativa as respostas à referida questão.

Figura 14 — Síntese das Respostas à Pergunta " Você considera que o modelo proposto está completo?"



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

A seção seguinte, por sua vez, apresenta o planejamento para tornar o modelo acessível, isto é, para permitir sua ampla divulgação.

4.5 CONCEPÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MEIO DE TRANSFERÊNCIA

A fim de atender a esta etapa da metodologia e divulgar o modelo à comunidade de LA, duas estratégias foram elaboradas:

- A primeira delas foi a própria concepção do questionário e sua ampla divulgação. Ao contrário dos grupos focais, cuja quantidade de pessoas alcançadas é limitada, o questionário pôde ser amplamente divulgado entre a comunidade de LA. Considerando que o campo de pesquisa de LA teve sua primeira definição publicada em 2010 (FERGUSON, 2012), a amplitude da divulgação é ratificada pela participação na pesquisa de 2 respondentes pioneiros nesse campo de pesquisa, os quais trabalham há mais de 11 anos com *Learning Analytics*, além de mais 4 respondentes com 6 a 10 anos de experiência; e
- A segunda estratégia de transferência consistiu na divulgação científica do modelo, com finalidade de receber avaliação crítica do mesmo e, por conseguinte, das decisões metodológicas para sua concepção, por parte da comunidade científica. Neste caso, a estratégia foi implementada com a submissão e posterior aceitação e apresentação do artigo no evento ICALT 2020 (IEEE *International Conference on Advanced Learning Technologies*).

Conclui-se, portanto, que o modelo foi amplamente divulgado, tendo estado aberto às sugestões da comunidade de *Learning Analytics*, as quais foram acatadas em sua maior parte. Após essas avaliações, o MMALA pôde ser concluído, definindo-se seus demais elementos para cada área de processo, isto é: propósito, objetivos, áreas de processos relacionadas, práticas funcionais (do nível 1 ao 4) e, por fim, os produtos de trabalho.

4.6 AJUSTES FINAIS DO MODELO PRELIMINAR

O desenvolvimento do modelo final exigiu a realização de duas mudanças de projeto em sua composição básica - além daquelas já citadas anteriormente, resultantes da avaliação do modelo:

- A área de processo Alinhamento das Necessidades da Instituição às Teorias e Evidências Pedagógicas foi tratada como parte da área de processo

Planejamento Pedagógico das Soluções. Essa decisão foi tomada devido ao impedimento de se definir diferentes níveis de alinhamento às teorias pedagógicas – entende-se que uma solução pode ser considerada alinhada ou não alinhada a essas teorias e evidências; e

- Todas as áreas de processos da categoria Legislação, Privacidade e Ética foram reunidas em uma única área de processo, com o mesmo nome da categoria. Tal mudança se deu por motivo semelhante à anterior: a impossibilidade de se definir diferentes níveis de adequação às leis e às normas (isto é, a instituição está ou não adequada à legislação e às normas vigentes). Sendo assim, o seguinte raciocínio foi concebido: no nível mais básico de maturidade, é necessário que os projetos de LA estejam de acordo com as leis. Assim, é possível dar início à execução de projetos legalizados desde o nível mais incipiente de maturidade e mesmo que a instituição não tenha políticas específicas sobre o uso de LA. Nos demais níveis, estimula-se o desenvolvimento das políticas institucionais nos temas de Privacidade e Ética.

Desse modo, após todas as adequações necessárias, as categorias e áreas de processos do modelo passaram a ser aquelas retratadas no Quadro 12. As siglas das novas áreas são também apresentadas.

Quadro 12 — Composição Final das Categorias e Áreas de Processos do MMALA, Após Avaliação

Categorias	Áreas de Processos
Gestão dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisição de Dados (DA) – Qualidade de Dados (DQ) – Propriedade dos Dados (DO) – Infraestrutura (INF)
Administração e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> – Financiamento (FUN) – Liderança (LEA) – Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i> (SII) – Comunicação (COM) – Capacitação dos <i>Stakeholders</i> (STR)
Apoio Pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> – Planejamento Pedagógico das Soluções (PPS) – Apoio na Interpretação dos Resultados (SIR) – Intervenção Baseada nos Resultados (RBI, do inglês <i>Result-based Intervention</i>)
Análise de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de Soluções Próprias (DOS) – Aquisição de Soluções Prontas (ACQ) – Avaliação da Eficácia das Soluções (EVA)
Legislação, Privacidade e Ética	<ul style="list-style-type: none"> – Legislação, Privacidade e Ética (LPE, do inglês <i>Legislation, Privacy, and Ethics</i>)

No que se refere à organização do modelo, para facilitar a compreensão do nível no qual cada prática funcional está descrita, optou-se por um esquema de numeração composto pela sigla da Área de Processo seguida por dois números separados por um ponto, os quais funcionam da seguinte forma: o primeiro número se refere ao nível de maturidade e o segundo se refere ao número da prática funcional. Por exemplo, DQ1.3 se refere à terceira prática funcional do Nível de Maturidade 1 na Área de Processo de Qualidade de Dados. Além disso, só é possível avançar para o próximo nível de maturidade depois de executar todas as práticas funcionais definidas no nível anterior.

Por fim, o Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* foi concebido para permitir sua utilização de forma flexível e adaptável. Isto é, a instituição pode optar por concentrar-se em qualquer combinação de categorias ou áreas de processos, sendo as áreas de processos relacionadas um indicativo seguro daquelas áreas em que se recomenda a adoção conjunta. Por exemplo, a instituição pode priorizar inicialmente a categoria de Legislação, Privacidade e Ética, Gestão de Dados e Análise de Dados em sua adoção de LA, ou as áreas de processos de Legislação, Privacidade e Ética, Aquisição de Dados, Financiamento e Aquisição de Soluções Prontas, por exemplo. Porém, apesar da flexibilidade, o modelo permite também que a instituição siga um percurso previamente definido e analisado, caso opte por progredir nível a nível em cada uma das áreas de processos definidas no modelo.

É essencial registrar, porém, a importância de se considerar as questões de Legislação, Privacidade e Ética na adoção de LA, visto que, quaisquer iniciativas que desconsiderem essa área podem implicar em problemas legais, e estes podem levar ao impedimento da continuidade dos projetos.

4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou as etapas necessárias à concepção e avaliação da primeira versão do MMALA, Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*. Cada uma das etapas para o desenvolvimento de um Modelo de Maturidade, definidas por Becker *et al.* (2009), foram rigorosamente seguidas a fim de garantir a confiabilidade desta pesquisa.

Em primeiro lugar, o problema foi definido, tendo sido identificado o Modelo de Maturidade como um instrumento capaz de apoiar as instituições de Ensino Superior na adoção de LA. Em seguida, MM de áreas correlatas foram comparados com dois propósitos fundamentais: para identificar áreas que pudessem compor o MMALA e para definir sua estratégia de desenvolvimento. Neste caso, optou-se pela utilização das áreas identificadas nos modelos anteriormente analisados que atendessem às necessidades de adoção de LA, ratificados pela literatura, além da inclusão de novas áreas, específicas de LA. O modelo inicial, composto de categorias e áreas de processos foi, então, desenvolvido, tendo sua estrutura sido inspirada no DMM. Além disso, o MMALA foi divulgado à comunidade e avaliado por meio de questionário. Os resultados da avaliação foram considerados positivos e renderam melhorias ao modelo.

Após os devidos ajustes, o modelo final – composto de propósito, objetivos, áreas de processos relacionadas, práticas funcionais (do nível 1 ao 4) e os produtos de trabalho para cada uma das áreas de processos - pôde ser desenvolvido. A etapa final da metodologia consiste em nova avaliação do modelo completo. Para isso, foi utilizado o método de Opinião de Especialistas (ver Capítulo 3). Assim, o planejamento e a avaliação do MMALA em sua versão final são apresentados no capítulo seguinte.

5 AVALIAÇÃO FINAL DO MMALA POR MEIO DE OPINIÃO DE ESPECIALISTAS

Após acolher as mudanças sugeridas na primeira avaliação, o desenvolvimento do MMALA foi finalizado. Então, sua avaliação final foi realizada por meio de Opinião de Especialistas, seguindo as diretrizes contidas em Li e Smidts (2003). De acordo com Ayyub (2000), “*a obtenção de opiniões de especialistas é um processo formal de aquisição de informações ou respostas a perguntas específicas sobre certos problemas necessários para atingir determinados objetivos analíticos*”.

A consulta à opinião de especialistas tem sido aplicada na Engenharia de *Software* em diferentes cenários. Por exemplo, Dyba (2000) consultou 11 especialistas sobre os fatores críticos de sucesso em um processo de melhoria de *software*. Em Beecham *et al.* (2005), por sua vez, a opinião dos especialistas deu suporte à validação de um modelo de maturidade para melhoria de processos de requisitos. Adicionalmente, em Garcia (2010), 5 especialistas avaliaram o modelo de maturidade proposto para adoção de reuso de *software*. De modo análogo, nesta pesquisa, o objetivo de sua aplicação é a utilização dos conhecimentos de especialistas do domínio para a avaliação do MMALA.

Esta metodologia foi selecionada dada a necessidade de analisar criteriosamente o extenso modelo com base no entendimento de pesquisadores que conheçam o campo de pesquisa de *Learning Analytics* em profundidade, os quais sejam capazes de avaliar o modelo com relação a abrangência, consistência e adequação ao problema, como recomendado em Becker *et al.* (2009). Ademais, LA ainda é um campo de pesquisa incipiente e não há uma grande disponibilidade de pesquisadores com este perfil. Assim, o método de Opinião de Especialistas foi considerado ideal para a avaliação do MMALA.

As etapas dessa avaliação são descritas em detalhes a seguir, com o propósito de minimizar a subjetividade na aplicação do método, conferindo-lhe maior credibilidade, conforme recomendado por Li e Smidts (2003) e seguindo as melhores práticas por eles sugeridas.

5.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Li e Smidts (2003) especificam que “o contexto e o problema precisam ser claramente enunciados e definidos”. Neste caso, o contexto do MMALA é a adoção de LA e todos os desafios anteriormente discutidos. Quanto ao problema, consiste na avaliação do modelo no que se refere a:

- Abrangência - isto é, se o modelo ora proposto pode ser considerado abrangente para apoiar as instituições nos desafios relacionados à adoção de LA;
- Consistência – segundo o dicionário Michaelis²⁸, consistente significa “*que apresenta sustentação lógica, plausível, racional, coerente*”. Nesta avaliação, deseja-se verificar se a descrição dos elementos do modelo (propósito, objetivos e práticas funcionais) pode ser considerada coerente em cada área de processo; e
- Adequação ao problema – isto é, se modelo pode ser considerado adequado ao seu propósito de apoiar a adoção de LA.

5.2 SELEÇÃO DOS ESPECIALISTAS

Um número razoável de especialistas precisa ser identificado com base em um conjunto de critérios, que devem incluir credibilidade, conhecimento e confiabilidade dos especialistas (LI e SMIDTS, 2003). Ainda segundo os autores, *a priori*, se o especialista é perfeito (isto é, se tem conhecimento ilimitado no tópico de estudo e nunca erra), o número de especialistas necessários para a avaliação é 1. No entanto, dada a chance de que ele cometa erros, é seguro utilizar mais de um especialista. Além disso, os especialistas podem ser dependentes entre si, isto é, terem treinamento, formação ou experiências similares, por exemplo. De modo que, diferentemente de estudos probabilísticos, aumentar o número de especialistas, se estes forem dependentes, não melhora a precisão da avaliação (LI e SMIDTS, 2003).

Para a avaliação do MMALA, os seguintes critérios foram definidos para a seleção: (1) Especialistas que tenham conhecimento em *Learning Analytics*, demonstrado por meio de publicações científicas ou da execução de projetos em LA;

²⁸ <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso: 26/06/2020.

(2) Especialistas que tenham formações diversas; e (3) Os especialistas se mostraram dispostos a participar da avaliação. Para essa avaliação, foram convidados 30 especialistas, com base nos critérios previamente apresentados e na credibilidade e confiabilidade dos mesmos. Desse total, 13 especialistas responderam ao questionário de avaliação, sendo todos eles pesquisadores / professores. O nome, áreas de atuação e país de origem (ou país em que atuam atualmente) dos especialistas selecionados estão detalhados no Quadro 13. Ressalta-se que todos os pesquisadores atuam em LA, porém podem atuar também em outras áreas.

Quadro 13 — Especialistas que Participaram da Avaliação do MMALA, Áreas de Conhecimento e País de Origem.

Especialista	Áreas de Atuação	País
Valeria Henriquez	<i>Learning Analytics</i> , Melhoria de Processos de <i>Software</i>	Espanha
Pedro J. Muñoz-Merino	<i>Learning Analytics</i> , Mineração de Dados Educacionais, Gamificação, Tecnologias Educacionais	Espanha
Yi-Shan Tsai	<i>Learning Analytics</i> , Educação, Literatura Infantil	Reino Unido
Nora'ayu Ahmad Uzir	<i>Learning Analytics</i> , Visualização de Informação e Self-Regulated Learning	Malásia
Roberto Martinez-Maldonado	<i>Learning Analytics</i> , Interação Humano-Computador	Austrália
Taciana Pontual	<i>Learning Analytics</i> , Tecnologia para Educação, Interface Humano Máquina	Brasil
Boban Vesin	<i>Learning Analytics</i> , <i>e-learning</i> , sistemas de recomendação	Noruega
Rodrigo Lins Rodrigues	<i>Learning Analytics</i> , Mineração de Dados Educacionais	Brasil
Margarita Ortiz	<i>Learning Analytics</i> , Gamificação, Inovações Pedagógicas	Equador
Ranilson Paiva	<i>Learning Analytics</i> , Mineração de Dados Educacionais, Visualização de Dados	Brasil
Elaine Harada T. de Oliveira	<i>Learning Analytics</i> , Informática na Educação	Brasil
Miguel Angel Zúñiga Prieto	<i>Learning Analytics</i> , Computação em Nuvens, Arquitetura de <i>Software</i>	Equador
Wannisa Matcha	<i>Learning Analytics</i> , Aprendizagem Assistida por Tecnologias	Tailândia

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Como é possível observar no Quadro 13, os especialistas atuam em áreas diversas – desde educação até ciência de dados e processos de *software*; e em diferentes países. Além disso, parte dos especialistas que avaliaram o MMALA também trabalharam em projetos específicos para adoção de *Learning Analytics*, como o Projeto SHEILA e o Projeto LALA²⁹, que é uma extensão do SHEILA para a América Latina.

5.3 TREINAMENTO DOS ESPECIALISTAS (REGULAÇÃO DOS ESPECIALISTAS)

“O propósito desta etapa é garantir que há um entendimento comum da questão que está sendo abordada e que os participantes estão respondendo à mesma questão elicitada” (LI e SMIDTS, 2003). Em outras palavras, deseja-se minimizar os vieses dos especialistas. Li e Smidts (2003) explicam ainda que *“a avaliação e compensação desses vieses pelo analista é conhecida como regulação dos especialistas”*.

Nesta tese, a estratégia para minimizar o viés foi solicitar a inclusão de uma justificativa para cada uma das opiniões emitidas sobre o modelo. Além disso, os respondentes poderiam entrar em contato em caso de dúvidas e, analogamente, os autores da pesquisa poderiam consultar os respondentes em caso de necessidade de esclarecimento sobre quaisquer respostas, semelhante à opção estabelecida em Li e Smidts (2003).

5.4 ELICITAÇÃO DAS OPINIÕES

“Esta etapa visa apresentar a questão certa e garantir condições propícias para um exercício de elicitación” (LI e SMIDTS, 2003). Os questionários de elicitación da opinião de especialistas devem atender aos seguintes critérios, segundo Ayyub (2000): (1) Comunicar adequadamente o enunciado das questões de interesse aos especialistas; (2) Eliminar qualquer ambiguidade ou imprecisão no enunciado das perguntas e nas respostas antecipadas; (3) Eliminar qualquer ambiguidade ou imprecisão na maneira como as respostas devem ser expressas; e (4) Fornecer um *design* eficiente, completo, conciso, claro e fácil de seguir.

²⁹ <https://www.lalaproject.org/>. Acesso: 09/07/2020.

Para atender a esses requisitos, o questionário para elicitación das opiniões foi elaborado com base naquele usado em Garcia (2010), com as devidas adaptações, visto que o modelo de maturidade proposto por aquele autor possui estrutura diferente do MMALA. O questionário, adaptado, foi avaliado por 4 pesquisadores. Além disso, passou por uma aplicação piloto, com dois participantes, a fim de testar e aprimorar o instrumento.

5.4.1 Questionário para Elicitación da Opinião dos Especialistas

O questionário elaborado teve duração aproximada de 1 hora para ser respondido e foi enviado a todos os especialistas em língua inglesa. O mesmo esteve disponível aos especialistas no período de 25/05/2020 a 08/06/2020. A fim de viabilizar a ocorrência de todo o processo de avaliação em tempo razoável, optou-se por incluir apenas os seguintes itens do MMALA nessa avaliação: propósito, objetivos e práticas funcionais. O modelo foi enviado aos especialistas disposto em quadros (cada área de processo ocupava um quadro). A Figura 15, mostra um exemplo de área de processo conforme recebida pelos especialistas para avaliação.

Figura 15 — Área de Processo de Propriedade de Dados (*Data Ownership*), conforme recebida pelos especialistas para avaliação.

1.3. Process Area: Data Ownership			
Purpose: To specify the ownership of data used in LA projects.			
Goals:			
<ol style="list-style-type: none"> To define criteria in order to establish the owners of the data generated by students' and teachers' actions; To provide transparent information on which data about students' and teachers' academic actions are stored and how they are analyzed; and To allow access to data which the participants of the project have ownership over. 			
Functional Practices:			
<p>Level 1 DO1.1. There are no formally established criteria in LA projects that define ownership over the data. DO1.2. Students and teachers are informed of what data on their academic actions are stored and analyzed only upon explicit request.</p>	<p>Level 2 DO2.1 The Institution consults students and teachers whether they agree to authorize the use of their data for LA projects or not. DO2.2 Each project details the kind of data that will be analyzed, in order to obtain the participants' consent. DO2.3 Participants are aware of all the projects that use their data.</p>	<p>Level 3 DO3.1 The Institution defines uniform criteria to classify all the data used in LA projects regarding ownership. Students, the Institution, and other concerned parties, such as government agencies, can own data. DO3.2 Students and teachers are informed on which data about their actions the Institution stores and what are the purposes for storing and analyzing them. DO3.3 The way the Institution analyzes data is made clear (that is, how the algorithm used for analysis works). That brings greater transparency to the data analysis process. DO3.4 Owners are responsible for deciding on matters involving the use of their data. It includes the decision on use within the Institution, as well as on sharing it with third parties. The exception is the data considered essential for the students' basic academic management. All exceptions must be justified.</p>	<p>Level 4 DO4.1 Users can access the data they own. DO4.2 An approved and followed policy defines data ownership, and it is in line with the Institution objectives and it also observes legal and ethical issues. This policy defines the data ownership criteria, and also who has access to the relevant data. It defines the data life cycle (it includes the actions to be taken when the course is over), and rights and liabilities regarding data use.</p>

Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

O questionário continha 62 questões e tinha o objetivo de avaliar a consistência, abrangência e adequação ao problema do MMALA. Os especialistas deveriam avaliar cada um dos itens do modelo, em todas as áreas de processos, analisando se os mesmos foram descritos corretamente (para avaliação da consistência) e se haviam itens que deveriam ser incluídos (para avaliação da abrangência) ou excluídos. Além disso, os especialistas deveriam indicar o nível de concordância ou discordância às seguintes sentenças, por meio de escala Likert com 5 níveis (entre concordo fortemente e discordo fortemente):

- O MMALA pode apoiar instituições de ensino superior na adoção de LA e orientá-las para um uso mais maduro de LA;
- Uma instituição de ensino superior pode obter benefícios usando este Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*; e
- MMALA é um guia abrangente para apoiar a adoção de LA e seu progresso.

Essa parte do questionário foi elaborada com o objetivo de compreender a opinião dos especialistas quanto à sua adequação ao problema (1ª e 2ª sentenças) e no que se refere à abrangência do MMALA (3ª sentença).

Por fim, a última questão permitia aos especialistas fazer comentários livres sobre o MMALA. Esta questão não era obrigatória. Destaca-se que o questionário de avaliação completo está disponível no Apêndice C desta tese.

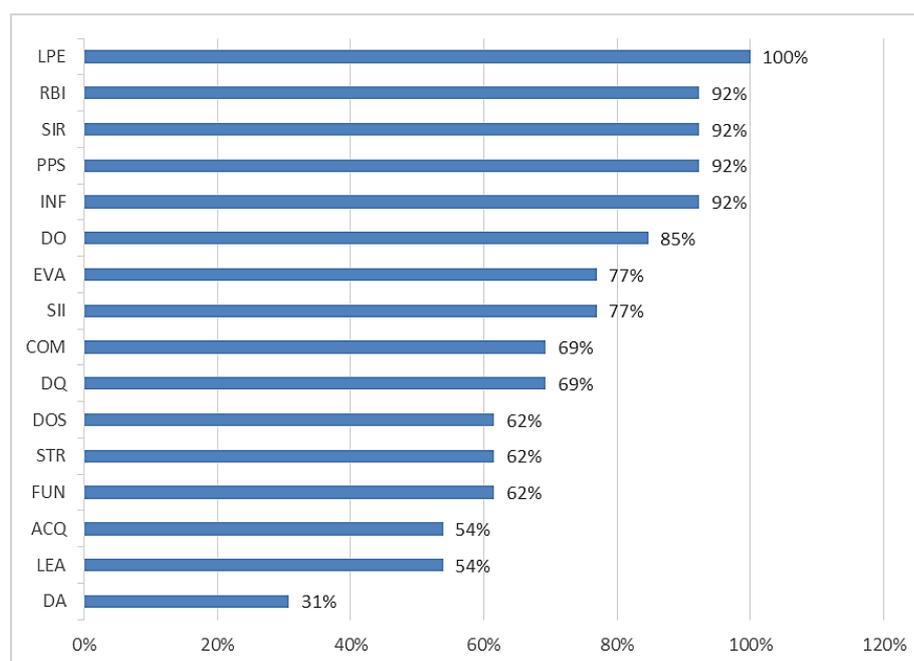
5.5 AGREGAÇÃO DAS OPINIÕES

O objetivo desta etapa é obter uma opinião agregada ou consenso, com base no qual pode ser tomada uma decisão, visto que, segundo Armstrong (1985) *apud* Li e Smitds (2003), as opiniões agregadas, mesmo que obtidas por média simples, são consistentemente melhores que a opinião individual de especialistas. Na avaliação do MMALA, todos os especialistas foram analisados com o mesmo peso, visto que todos foram considerados com a mesma importância e credibilidade para o estudo. Os resultados das avaliações são apresentados a seguir.

5.5.1 Consistência: Resultados da Avaliação sobre Correções ao Propósito, Objetivos e Práticas Funcionais

Para cada um dos itens do modelo (propósito, objetivos e práticas funcionais), analisou-se o percentual de respondentes que considerou o item como descrito corretamente. Com base no que fora exposto por Armstrong (1985) *apud* Li e Smitds (2003), considerou-se que os especialistas entraram em consenso quando o percentual de concordância foi superior a 50%, ou seja, quando a maioria dos especialistas concordou que o item foi descrito corretamente. Desse modo, a opinião da maioria foi preservada, evitando a realização de alterações em itens já considerados corretos por essa maioria. Os seguintes resultados foram obtidos para os propósitos, objetivos e práticas funcionais, conforme exposto nas figuras 16, 17 e 18, respectivamente:

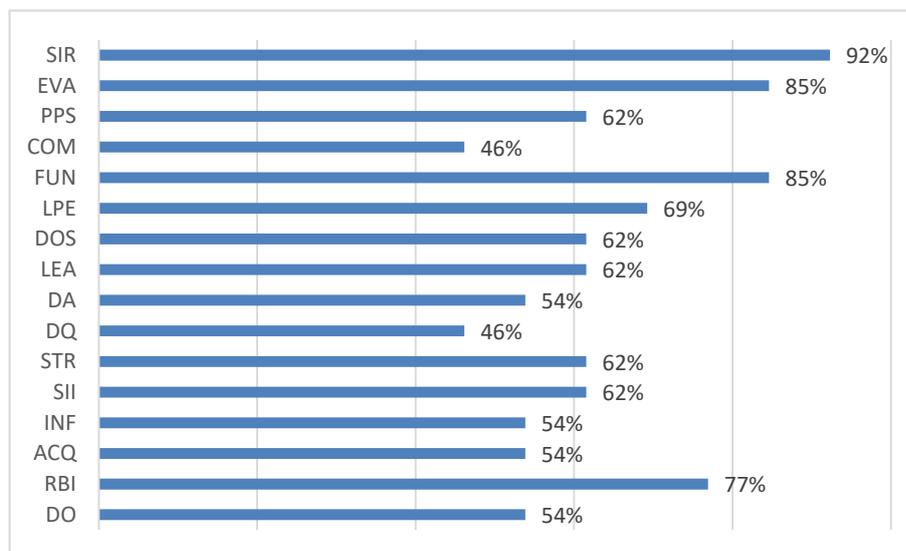
Figura 16 — Percentual de Especialistas que Considera o Propósito como Descrito Corretamente, Organizado por Área de Processo



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

A Figura 16 expõe a avaliação dos propósitos de cada área de processo, em que se destaca positivamente a área de Legislação, Privacidade e Ética, para a qual todos os especialistas a analisaram como tendo seu propósito descrito corretamente. Por outro lado, os especialistas entenderam como incorreto o objetivo da área de processo de Aquisição de Dados.

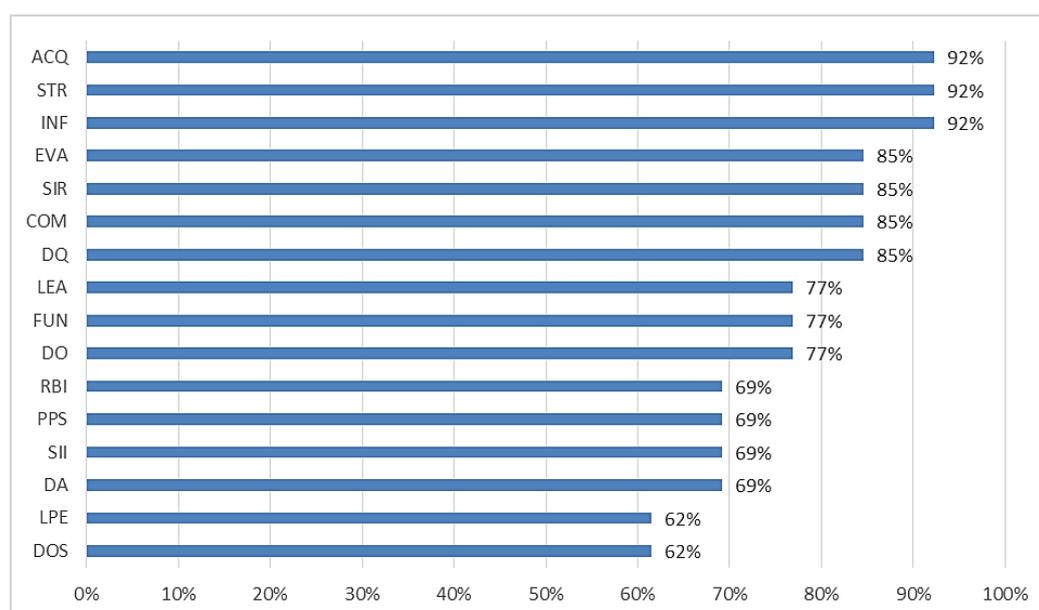
Figura 17 — Percentual de Especialistas que Considera o Objetivo como Descrito Corretamente, Organizado por Área de Processo



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Com relação aos objetivos (Figura 17), aqueles com o maior percentual de concordância quanto à sua corretude, 92%, foram os objetivos da área de processo de Apoio na Interpretação dos Resultados. Em contrapartida, os objetivos das áreas de Comunicação e Qualidade de Dados foram considerados como incorretos na avaliação dos especialistas.

Figura 18 — Percentual de Especialistas que Considera as Práticas Funcionais como Descritas Corretamente, Organizado por Área de Processo



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

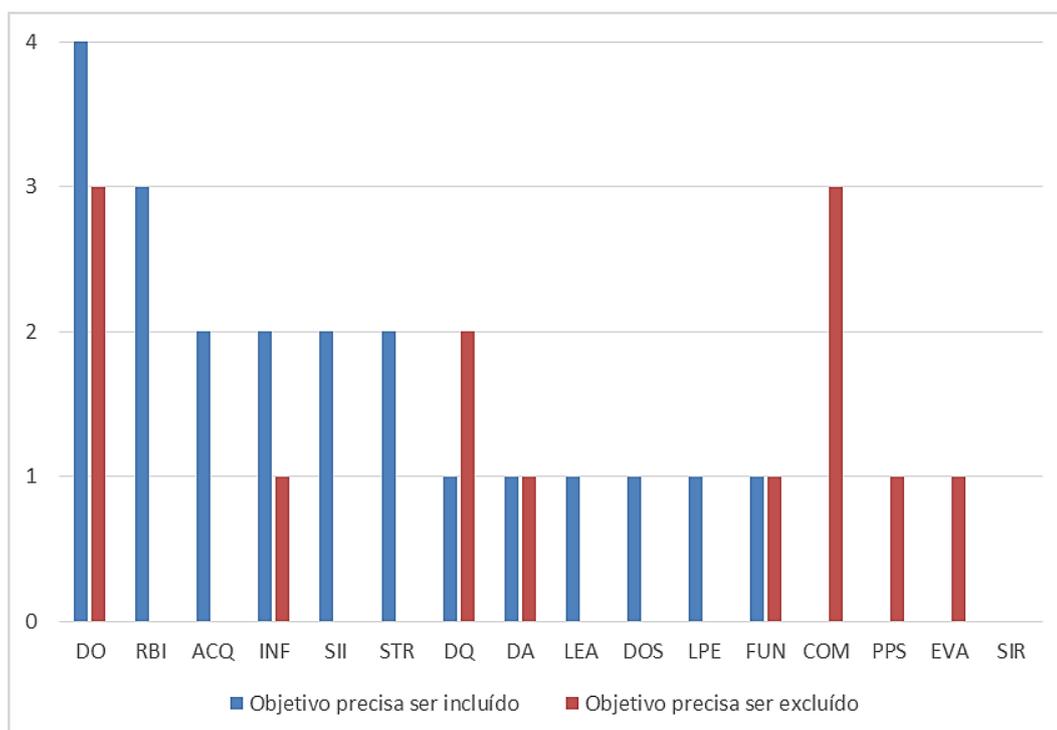
Por fim, com relação às práticas funcionais (Figura 18), todas as áreas de processos obtiveram consenso quanto a sua correteza para atingir os objetivos definidos, com percentuais acima de 60% em todos os casos.

Conforme pode ser observado, a maior parte dos itens do MMALA obteve consenso entre os especialistas, sendo exceção apenas 3 itens: o propósito da área de processo de Aquisição de Dados (DA), e os objetivos das áreas de processos de Comunicação (COM) e Qualidade de Dados (DQ). Para as práticas funcionais, houve consenso para todas as áreas de processos.

5.5.2 Abrangência: Resultados da Avaliação sobre a Inclusão e Exclusão de Objetivos e Práticas Funcionais

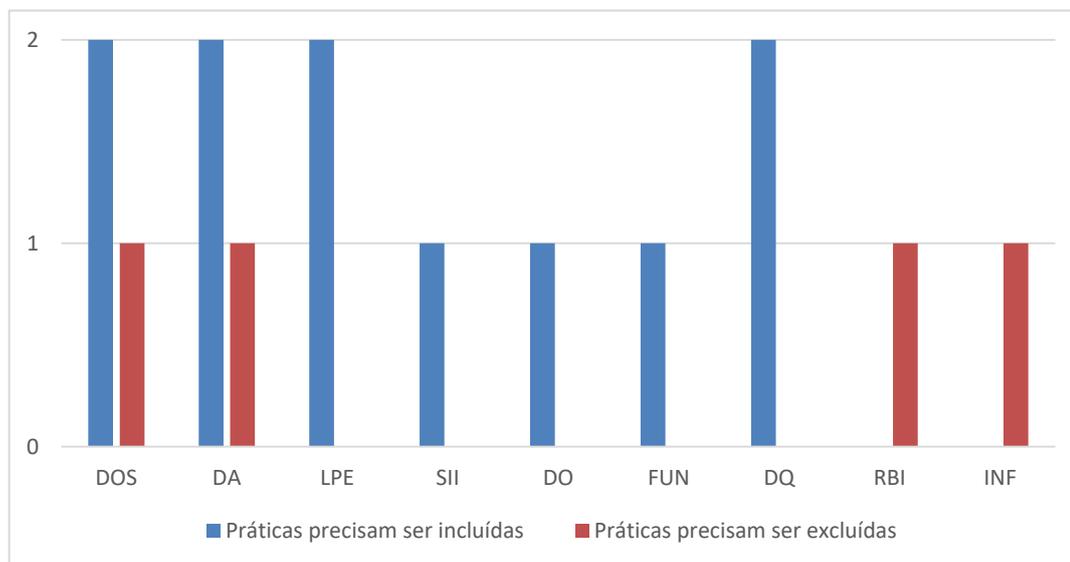
Com relação à inclusão ou exclusão de objetivos e práticas funcionais do modelo, houve 21 sugestões de inclusão de objetivos e 13 para exclusão. De modo semelhante, houve 11 sugestões para inclusão de novas práticas funcionais e 4 para exclusão. Os resultados estão resumidos e organizados por área de processo na Figura 19 (sobre os objetivos) e na Figura 20 (sobre as práticas funcionais):

Figura 19 — Total de Sugestões para a Inclusão de Novos Objetivos ou Exclusão de Objetivos Existentes, Organizado por Área de Processo



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Figura 20 — Total de Sugestões para a Inclusão de Novas Práticas Funcionais ou Exclusão de Práticas Existentes, Organizado por Área de Processo



Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Ainda conforme as figuras apresentadas, é possível verificar que os especialistas entraram em consenso também no que se refere à exclusão de objetivos ou práticas funcionais. Com relação aos objetivos, no máximo 3 especialistas (23%) avaliaram como necessária a exclusão de algum dos objetivos. Já no que se refere às práticas funcionais, no máximo 1 especialista (7,6%) compreendeu como necessária a exclusão de algumas das práticas funcionais. As sugestões de inclusão, por sua vez, serão analisadas individualmente na Seção 5.6.

5.5.3 Abrangência e Adequação ao Problema: Análise Quantitativa para Avaliação do Nível de Concordância às Sentenças

Conforme informado anteriormente, para avaliação da abrangência e da adequação ao problema, analisou-se o nível de concordância dos avaliadores sobre as seguintes sentenças:

- S1: O MMALA pode apoiar instituições de ensino superior na adoção de LA e orientá-las para um uso mais maduro de LA;
- S2: Uma instituição de ensino superior pode obter benefícios usando este Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*; e
- S3: MMALA é um guia abrangente para apoiar a adoção de LA e seu progresso.

Os resultados foram analisados estatisticamente. As opiniões de 13 respondentes sobre suas concordâncias nas três questões foram avaliadas em uma escala Likert de cinco pontos. A validade de construto desta avaliação foi realizada com a medida de fidedignidade *Alpha* de Cronbach que foi igual a 0,865, considerado bom (PEDHAZUR e SCHMELKIN, 1991), com intervalo a 75% de 0,656 a 0,955. Isto significa dizer que estas questões do instrumento foram formuladas de maneira adequada.

As proporções de concordância (isto é, as opiniões do tipo concorda + concorda fortemente) para cada variável S1, S2 e S3 foram respectivamente 92,3%, 76,9% e 92,3% e o teste de Cochran (KLOKE e MCKEAN, 2015) para a comparação destas proporções cujas respostas representam amostras dependentes (visto que um mesmo indivíduo responde às três questões) apresenta valor-p igual a 0,135, significando que não há diferença significativa nas proporções populacionais (isto é, há concordância para todos os itens analisados). Esses resultados são mostrados na Tabela 5, que apresenta a proporção de concordância, *Alpha* de Cronbach e seu intervalo a 75% e Teste de Cochran.

Tabela 5 — Resultados da Análise sobre a Concordância às Sentenças S1, S2 e S3

Sentenças	Proporção de concordância (concorda + concorda fortemente)	<i>Alpha</i> de Cronbach	Índice de Confiança (75%)	Teste de Cochran (valor-p)
S1	92,3%	0,865	0,656 a 0,955	0,135
S2	76,9%			
S3	92,3%			

Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

Em seguida, verificou-se em quais das questões há a rejeição da hipótese nula, sendo:

- H_0 : Os especialistas não concordam com as sentenças S1, S2 e S3; e
- H_1 : Os especialistas concordam com as sentenças S1, S2 e S3.

Para a análise de concordância de todas as sentenças utilizou-se o teste das proporções que apresentou valor amostral igual a 87,2%. A partir do valor-p (0,7488), pôde-se decidir pela rejeição da hipótese nula de que os especialistas não concordam com as sentenças. Considera-se, portanto, a hipótese alternativa de que os especialistas concordam com as sentenças. Portanto há evidência estatística de que

a concordância com estas questões associadas à opinião sobre o modelo MMALA para melhoria destes aspectos na aplicação de LA é de que a cada 10 especialistas, 9 concordam com tal opinião.

5.5.4 Outros Comentários dos Especialistas

Na última pergunta do questionário, os especialistas foram instados a opinar livremente sobre o MMALA. Nesta seção, os comentários de 7 especialistas, que optaram por responder a esta pergunta, são apresentados em síntese.

Os pesquisadores ressaltaram que o MMALA é um guia abrangente e útil: “este guia é ótimo e abrangente”, “O guia é abrangente, mas um pouco avassalador na primeira vez em que é visto. Após um treinamento prévio, seria perfeitamente compreendido pelas IES”, “Aprecio os detalhes das declarações no modelo de maturidade. Eles são cuidadosamente pensados e acho que podem ser indicadores / diretrizes muito úteis (...)”.

Além disso, os pesquisadores também criticaram diferentes aspectos do MMALA, como a dificuldade de compreensão do modelo: “não me parece muito fácil de usar em termos de dizer facilmente a diferença ou comparar aspectos compartilhados entre os níveis (...)”, “As descrições de cada afirmação nos 4 níveis parecem razoáveis. No entanto, devo admitir que achei difícil fazer comparações entre níveis, porque as declarações não são apresentadas por aspectos compartilhados e cada nível tem um número diferente de declarações”; a ausência de justificativa para alguns itens do modelo “foi bom ver algumas referências aqui e ali, mas outras decisões não se justificam”; e sobre o próprio modelo “receio que exista alguma imposição e suposições que podem ser um pouco arriscadas para serem implementadas”. É necessário ressaltar, no entanto, que o MMALA é um modelo flexível, de modo que cada instituição pode escolher quais áreas e mesmo quais atividades executar, de modo que as ações são propositivas e não impositivas.

Além disso, os especialistas manifestaram preocupação relacionada à natureza do próprio modelo de maturidade: “Minha única preocupação com os modelos de maturidade é que eles podem se tornar outra burocracia e não uma verdadeira motivação para melhorar permanentemente LA”.

Ainda, um dos especialistas fez uma recomendação ao MMALA: “Eu recomendo que você altere o nome da área de processo de Administração e Capacitação para Governança e Capacitação. A área de processo como Administração não parece correta para mim, porque a prática está muito mais relacionada à maneira como as equipes são estabelecidas, à liderança e ao financiamento e o objetivo da maioria deles é criar orientação geral, tudo se encaixa muito mais na governança ao invés de administração”. Esta recomendação foi acatada com base na norma ABNT ISO/IEC 38500:2019.

Por fim, na seção seguinte, são apresentadas as demais decisões tomadas a partir das avaliações dos especialistas para o MMALA.

5.6 TOMADA DE DECISÃO

“*Esta etapa toma a decisão com base na opinião agregada*” (LI e SMIDTS, 2003). Esta seção, portanto, apresenta as mudanças realizadas no MMALA com base na opinião dos especialistas. Todos os itens que não obtiveram consenso entre os especialistas foram reanalisados a fim de entender as causas e as sugestões de mudança apresentadas pelos especialistas. Tais análises, realizadas ainda considerando a necessidade de preservação da opinião da maioria, estão dispostas nas seções seguintes, iniciando pelas decisões baseadas nas avaliações dos propósitos do MMALA.

5.6.1 Tomada de Decisão sobre Alterações nos Propósitos

No que se refere aos propósitos, os especialistas foram questionados se estes estavam descritos corretamente em cada área de processo. O objetivo era avaliar se tais itens, como descritos, sintetizavam de forma correta o propósito que as instituições deveriam alcançar na referida área de processo, visando à adoção de LA.

Apenas o propósito da área de processo de Aquisição de Dados não foi considerado como descrito corretamente. Por meio da análise, foi possível entender que havia dois problemas principais nesse propósito: a segunda parte do propósito não estava descrita com clareza e não foi considerada útil pelos especialistas. Além disso, o propósito se referia à coleta de dados sobre as ações de professores e estudantes, no entanto, os dados utilizados em LA não se resumem às ações desses

stakeholders (mas envolve ainda opiniões, preferências, entre outros) – desse modo, a palavra “ações” limitava a compreensão sobre quais dados podem ser utilizados em LA. A síntese das sugestões apresentadas, o propósito originalmente avaliado pelos especialistas e o propósito ajustado após considerar as sugestões dos especialistas, estão descritos no Quadro 14.

Quadro 14 — Síntese das Sugestões para o Propósito da Área de Processo de Aquisição de Dados e Ajustes Realizados

Síntese das sugestões	Propósito avaliado pelos especialistas (a) / propósito ajustado (b)
<ul style="list-style-type: none"> – 4 especialistas informaram que a segunda parte do propósito não está clara ou que precisa ser removida; – 3 especialistas informaram que os dados coletados não se resumem às ações de professores e estudantes (inclui preferências, por exemplo); – 1 especialista ressaltou a necessidade de obter dados úteis; e – 1 especialista sugeriu mudar o propósito para “obter dados necessários para atender aos requisitos de informação definidos anteriormente”. 	<p>(a) Obter dados das ações dos estudantes e professores, apoiando a ampliação das fontes de dados disponíveis para análise.</p> <p>(b) Obter dados úteis sobre alunos e professores.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

5.6.2 Tomada de Decisão sobre Alterações nos Objetivos

No que se refere aos objetivos das áreas de processos, os especialistas foram questionados se os objetivos estavam descritos corretamente em cada uma dessas áreas. A finalidade da pergunta era avaliar se tais itens, como descritos, permitiriam às instituições alcançar os objetivos para a adoção de LA na referida área de processo.

Nesse caso, os especialistas consideraram incorretos os objetivos das áreas de Qualidade de Dados (DQ) e Comunicação (COM). Na primeira, o objetivo mais frequentemente avaliado como incorreto foi o 4º (executar ações para melhorar a qualidade dos dados armazenados a fim de minimizar os problemas de acurácia das análises). Nesse caso, o termo “problema de acurácia das análises” não estava claro.

Por outro lado, a qualidade dos dados deveria ser considerada desde a coleta dos dados e não apenas no armazenamento. Um dos especialistas comentou, ainda, sobre a necessidade de avaliar a qualidade dos dados gerados em tempo real pelas ferramentas – o que se considerou como análise da qualidade da ferramenta, atividade contemplada na área de processo de Avaliação da Eficácia das Soluções.

Além dessas, houve sugestão de mudança para o objetivo 1 (apoiar a definição dos critérios para a avaliação de qualidade dos dados) e o objetivo 2 (definir responsáveis pela qualidade dos dados), conforme consta no Quadro 15.

Em todas as áreas de processos, as mudanças sugeridas foram avaliadas individualmente e as alterações realizadas buscaram preservar a opinião da maioria dos especialistas, bem como os propósitos e escopo do modelo. O Quadro 15 resume a tomada de decisão para os objetivos da área de processo de Qualidade de Dados.

Quadro 15 — Síntese das Sugestões para o Objetivo da Área de Processo de Qualidade de Dados e Ajustes Realizados

Nº obj.	Síntese das sugestões	Comentários	Objetivo avaliado pelos especialistas (a) / objetivo ajustado (b)
1	<ul style="list-style-type: none"> – 1 especialista sugeriu a mudança para “Definir os critérios para avaliação de qualidade dos dados”. 	A sugestão não foi acatada, visto que o objetivo visa retratar o apoio à instituição na definição dos seus próprios critérios de qualidade de dados.	(a) Apoiar a definição dos critérios para avaliação de qualidade dos dados. Não foram realizadas mudanças.
2	<ul style="list-style-type: none"> – 1 especialista informou que o objetivo não estava claro; – 1 especialista sugeriu mudar para “identificar pessoas responsáveis pela avaliação da qualidade dos dados” 	Este objetivo foi atualizado para esclarecer que se refere aos responsáveis pelos processos de qualidade de dados	(a) Definir responsáveis pela qualidade dos dados (b) Definir responsáveis pelos processos de qualidade dos dados.
4	<ul style="list-style-type: none"> – 2 especialistas informaram que o termo “problema de acurácia das análises” não está claro; – 1 especialista afirmou que a qualidade deve ser verificada desde a coleta do dado e não apenas no armazenamento; e – 1 especialista informou a necessidade de considerar, além dos dados armazenados, aqueles gerados em tempo real pelas ferramentas de análise. 	O termo problemático foi revisto. O objetivo foi tornado mais geral, visto que as práticas se preocupam com a qualidade de todo o ciclo de vida dos dados. Quanto aos dados em tempo real, a qualidade de dados que resultam das análises deve fazer parte da avaliação da ferramenta, tratada na área de processo de EVA.	(a) Executar ações para melhorar a qualidade dos dados armazenados a fim de minimizar os problemas de acurácia das análises. (b) Executar ações para melhorar a qualidade dos dados a fim de minimizar os problemas de acurácia.

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quanto à área de processo de Comunicação, o objetivo com o maior número de sugestões foi o 2º (expor o programa institucional de LA, enfatizando seus objetivos e resultados). Diversas sugestões de melhoria foram concebidas pelos especialistas, tais como a necessidade de divulgar não apenas os objetivos e resultados, mas também o propósito de adoção, limitações e ações derivadas dos projetos. Além da necessidade de enfatizar a divulgação contínua desses projetos. Outras mudanças

foram sugeridas aos objetivos 1 e 3. O Quadro 16 resume a tomada de decisão para os objetivos da área de processo de Comunicação.

Quadro 16 — Síntese das Sugestões para o Objetivo da Área de Processo de Comunicação e Ajustes Realizados

Nº obj.	Síntese das sugestões	Comentários	Objetivo avaliado pelos especialistas (a) / objetivo ajustado (b)
1	<ul style="list-style-type: none"> – 1 avaliador informou que o objetivo não estava claro. 	<p>Não foram realizadas mudanças a fim de preservar a opinião da maioria dos especialistas</p>	<p>(a) Promover a divulgação de LA como campo de pesquisa. Não foram realizadas mudanças.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> – 1 especialista sugeriu mudar o objetivo para contemplar a disseminação contínua do programa de LA desde a concepção e durante sua execução; – 1 especialista informou que não está claro para quem o programa de LA será disseminado; – 1 especialista apontou um erro gramatical (no modelo em inglês); e – 2 especialistas sugeriram incluir outros pontos na divulgação, como o propósito de adoção, implicações e limitações; também as ações derivadas dos projetos de LA. 	<p>Uma vez que as práticas propostas visavam à comunicação contínua do programa de LA, o objetivo foi alterado para contemplar essa sugestão. Além disso, outros itens de divulgação foram adicionados ao objetivo. O público-alvo das ações de comunicação foi especificado e o erro gramatical, corrigido.</p>	<p>(a) Divulgar o programa institucional de LA, enfatizando seus objetivos e resultados; (b) Divulgar continuamente o programa institucional de LA aos <i>stakeholders</i>, enfatizando seus objetivos, implicações, limitações e resultados.</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> – 1 especialista informou que não está claro para quem será dado e de quem será recebido o <i>feedback</i>; e – 1 especialista questionou a necessidade de um objetivo apenas para tratar de ética e privacidade. 	<p>O objetivo foi atualizado para esclarecer o público-alvo das ações.</p>	<p>(a) Comunicar e receber <i>feedbacks</i> a fim de aperfeiçoar projetos e políticas ligadas à Ética e Privacidade. (b) Comunicar e receber <i>feedbacks</i> da instituição a fim de aperfeiçoar projetos e políticas ligadas à Ética e Privacidade.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

5.6.3 Tomada de Decisão sobre Alterações nas Práticas Funcionais

Quanto às práticas funcionais, os especialistas foram questionados se estas estavam descritas corretamente a fim de alcançar os objetivos definidos em cada área de processo. Visto que os especialistas entraram em consenso quanto à corretude das práticas funcionais do MMALA (com um índice de concordância sempre superior a 60%), optou-se por não realizar alterações nas práticas funcionais propostas para o MMALA.

5.6.4 Tomada de Decisão sobre a Inclusão de Novos Objetivos e Práticas Funcionais

Os especialistas também foram consultados sobre a necessidade de inclusão de novos objetivos ou práticas funcionais ao MMALA. Das 16 áreas de processos do modelo proposto, 12 receberam sugestões para a inclusão de objetivos. Ademais, 7 áreas de processos receberam sugestões para a inclusão de práticas funcionais. As propostas realizadas foram analisadas individualmente, conforme Quadro 17, com relação aos objetivos, e Quadro 18, sobre as práticas funcionais.

Quadro 17 — Síntese das Sugestões para Inclusão de Novos Objetivos ao MMALA e Ajustes Realizados

Área	Sugestões dos especialistas	Comentários	Decisão
DA	<ul style="list-style-type: none"> Incluir algum objetivo relacionado ao estabelecimento de um protocolo de interconexão entre sistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Apesar de haver atividades com esse propósito em Infraestrutura, haverá maior ênfase nos objetivos e nas práticas funcionais. 	O 2º objetivo da área de Infraestrutura engloba a conectividade entre sistemas para expansão dos repositórios. Sendo assim, a prática INF3.4 foi atualizada para enfatizar o estabelecimento de protocolo de interconexão entre sistemas.
DQ	<ul style="list-style-type: none"> A qualidade dos dados precisa se referir à definição e adoção da padronização de dados para interoperabilidade de conteúdo - por exemplo: Padrão IEEE para Tecnologias de Aprendizagem e xAPI. 	<ul style="list-style-type: none"> Já tratado na área de Infraestrutura. 	Não foram incluídos novos objetivos. No entanto, incluiu-se uma área de processo relacionada à Qualidade de Dados em Infraestrutura.
DO	<ul style="list-style-type: none"> É importante considerar situações em que vários grupos colaboram. Isso pode afetar a propriedade dos dados e a infraestrutura flexível. Outra preocupação é sobre o uso desses dados em projetos com questões éticas críticas ou se o projeto muda após a coleta dos dados. No caso da colaboração internacional, diferentes países têm abordagens diferentes de ética e privacidade e legislação diferente. 	<ul style="list-style-type: none"> Com relação à propriedade dos dados em projetos colaborativos, a instituição deve definir os critérios conforme relatado no primeiro objetivo da área. As questões éticas estão tratadas na área de Legislação, Ética e Privacidade. 	Não foram incluídos novos objetivos.

Área	Sugestões dos especialistas	Comentários	Decisão
	<ul style="list-style-type: none"> – E quanto à propriedade dos dados gerados usando as soluções de LA (por exemplo, registros de uso). Esses dados são úteis não apenas para analisar o uso, mas também para identificar as funcionalidades da ferramenta que precisam ser aprimoradas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Todos os tipos de dados utilizados para análises em LA devem seguir os critérios de propriedade definidos pela instituição. 	
	<ul style="list-style-type: none"> – Um item a adicionar seria em relação a segurança do dado armazenado. Garantir que o dado pessoal esteja armazenado de tal forma que permita uma forma de encriptação fornecendo o anonimato a nível de armazenamento no sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> – Já tratado na área de Infraestrutura. 	
	<ul style="list-style-type: none"> – Fiquei me perguntando por que o objetivo de identificar os mecanismos para os proprietários concederem acesso aos dados a outras pessoas não é um objetivo aqui. Talvez isso possa ser adicionado se não for considerado em outro lugar. 	<ul style="list-style-type: none"> – Os mecanismos de concessão de acesso devem ser definidos pela instituição. 	
INF	<ul style="list-style-type: none"> – Eu acho que mais aspectos da infraestrutura podem ser adicionados, como a interoperabilidade entre diferentes fontes. – Quando falamos de infraestrutura, outros processos devem ser considerados (não apenas para coleta e armazenamento) como agregação de dados de diferentes fontes, harmonização, transformação, processamento. 	<ul style="list-style-type: none"> – A interoperabilidade será enfatizada nos objetivos e práticas funcionais. – Não está no escopo do MMALA contemplar todas as atividades relacionadas à gestão dos dados. Recomenda-se para isso consultar o DMM. 	Conforme mencionado anteriormente, a interoperabilidade entre sistemas foi adicionada nesta área de processo (nos objetivos e na prática INF3.4).
FUN	<ul style="list-style-type: none"> – Talvez seja necessário adicionar um objetivo específico para lucro potencial tangível ou retorno do investimento. 	<ul style="list-style-type: none"> – O retorno do investimento está tratado no último objetivo dessa área (e respectivas práticas funcionais). 	Não foram incluídos novos objetivos.
LEA	<ul style="list-style-type: none"> – Os objetivos de liderança podem incluir planejamento estratégico. 	<ul style="list-style-type: none"> – O planejamento estratégico foi apenas citado no modelo. 	Foram adicionados objetivos e práticas para a inclusão de LA no planejamento estratégico (práticas LEA1.3 e LEA3.6).

Área	Sugestões dos especialistas	Comentários	Decisão
SII	<ul style="list-style-type: none"> – Sugere-se incluir também: definir o papel das partes interessadas; e – Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i> devem servir para atender às suas necessidades e preocupações. 	<ul style="list-style-type: none"> – Não está disponível no MMALA a definição de papéis. – O recebimento de sugestões dos <i>stakeholders</i> é tratado na área de processo de Comunicação. 	Foram adicionados objetivos e práticas para a definição dos papéis dos <i>stakeholders</i> (SII1.3, SII2.3 e SII3.2).
STR	<ul style="list-style-type: none"> – Treinamento da equipe de TI não apenas para gerenciar dados e infraestrutura, mas também para aprimorar suas habilidades na criação de ferramentas de LA (por exemplo, treinamento em técnicas de visualização); e – Atualização e desenvolvimento de novas ferramentas. 	<ul style="list-style-type: none"> – O treinamento da equipe é tratado no MMALA, mas não para o desenvolvimento de ferramentas. 	O terceiro objetivo foi atualizado a fim de incluir o treinamento para desenvolvimento e manutenção de ferramentas. As sugestões também foram incluídas nas práticas funcionais (STR1.1 e STR 3.1).
RBI	<ul style="list-style-type: none"> – As intervenções também devem ser avaliadas seguindo princípios pedagógicos em termos de resultados e impacto (positivo ou negativo); e – Adicionaria um item relacionado ao monitoramento das intervenções pedagógicas com o uso de LA. 	<ul style="list-style-type: none"> – Apesar de presente nas práticas funcionais do MMALA, o monitoramento das intervenções não está refletido no objetivo. 	O terceiro objetivo foi atualizado para incluir o monitoramento das intervenções pedagógicas.
	<ul style="list-style-type: none"> – Você não deveria ter aqui algumas orientações práticas para educadores sobre como interpretar? 	<ul style="list-style-type: none"> – Não está no escopo do modelo. As orientações devem ser definidas pela instituição para cada projeto 	
DOS	<ul style="list-style-type: none"> – Penso que a inclusão de exemplos específicos de ferramentas seria benéfica, como ferramentas de análise visual, ferramentas de previsão, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> – O exemplo de soluções que podem ser desenvolvidas não está no escopo do modelo. 	Não foram incluídos novos objetivos.
ACQ	<ul style="list-style-type: none"> – Eu acho que a inclusão de ferramentas específicas seria interessante com as ferramentas disponíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> – O exemplo de soluções que podem ser adquiridas não está no escopo do modelo. 	Não foram incluídos novos objetivos. Mas as práticas funcionais foram atualizadas para incluir também as adaptações pedagógicas no planejamento da aquisição de soluções de LA (ACQ2.2 e ACQ3.5).
	<ul style="list-style-type: none"> – Compreender adaptação de infraestrutura tecnológica e pedagógica para a adoção de ferramentas de terceiros. 	<ul style="list-style-type: none"> – A adaptação da infraestrutura está contemplada no MMALA, mas não a pedagógica. 	
LPE	<ul style="list-style-type: none"> – Você também deve considerar o Ministério da Educação, existe uma grande lacuna entre a instituição e o direito. 	<ul style="list-style-type: none"> – A área de processo se refere a legislação. Eventuais cooperações governamentais estão fora do escopo do modelo. 	Não foram incluídos novos objetivos.

De modo geral, observou-se que ocorreram sugestões de inclusão referentes a objetivos já disponíveis em áreas de processos relacionadas. É possível que a ausência dessa informação no modelo apresentado para avaliação seja responsável por essa questão. Dentre os objetivos sugeridos pelos especialistas, optou-se por incluir os seguintes, nas respectivas áreas de processos:

- Infraestrutura - Para o estabelecimento de protocolo de interconexão entre sistemas;
- Liderança - Para contemplar a elaboração do planejamento estratégico. Foi incluído também o respectivo produto de trabalho no nível 3; e
- Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders* - definição de papéis dos *stakeholders*.

Outras adaptações foram realizadas com base nas sugestões:

- Qualidade de Dados - inclusão de uma área de processo relacionada à infraestrutura;
- Capacitação dos *Stakeholders* - atualização de objetivos e práticas funcionais para a inclusão de treinamento para desenvolvimento e manutenção de ferramentas;
- Intervenção Baseada em Resultados - atualização do objetivo para o monitoramento das intervenções pedagógicas, prática já presente no MMALA e não descrita explicitamente nos objetivos; e
- Aquisição de Ferramentas Prontas - Inclusão de práticas para apoiar a identificação e execução das adaptações pedagógicas necessárias na aquisição de ferramentas.

Por fim, três razões principais causaram veto à inclusão de objetivos sugeridos: (1) relacionavam-se a itens já disponíveis no modelo; (2) consistiam de ações específicas que devem ser definidas pela instituição na execução da prática sugerida; e (3) referiam-se a temas fora do escopo do MMALA. Quanto à inclusão de práticas funcionais, as seguintes sugestões foram dadas, conforme o Quadro 18:

Quadro 18 — Síntese das Sugestões para Inclusão de Novas Práticas Funcionais ao MMALA e Ajustes Realizados

Área	Sugestões dos especialistas	Comentários	Decisão
DA	– No nível 4 acrescentaria disponibilidade de API para consumo de dados e monitoramento deste consumo	– Não está disponível no MMALA a disponibilização de API	Foi adicionada prática para recomendar a disponibilização de APIs para consumo de dados na área de processo de Infraestrutura (INF3.8)
	– Estou preocupado apenas com a coleta automática de dados. Entendo que a transparência e a privacidade são uma preocupação deste estudo, mas devem ser explícitas em todas as etapas	– Todos os tipos de dados utilizados para análises em LA devem seguir os critérios de propriedade e privacidade definidos pela instituição	
DQ	– Acrescentaria um item no nível 1 (a instituição não tem acesso aos resultados e divulgação dos projetos desenvolvidos)	– A divulgação de resultados é tratada na área de Comunicação	Não foram adicionadas novas práticas
	– No nível 4 adicionaria que a instituição utiliza ferramentas computacionais para o monitoramento da qualidade dos dados.	– A prática funcional DQ4.1 já contempla esta prática	
DO	– Adicionaria um novo item ao nível 4 relacionado a criptografia de dados que permita anonimato.	– Os recursos para garantia da segurança e privacidade dos estudantes está na área de Infraestrutura, relacionada a esta.	Não foram adicionadas novas práticas
FUN	– Eu acrescentaria no Nível 1 algo como: "LA não se baseia em projetos, mas em iniciativas de pesquisa individuais".	– A prática FUN1.1 já menciona as iniciativas de pesquisadores. Entende-se que podem ocorrer projetos de LA no nível 1.	Não foram adicionadas novas práticas
SII	– Penso que em níveis mais altos a definição de responsabilidades e autoridade dos <i>stakeholders</i> deve ser levada em consideração	– A definição de papéis foi citada pelos especialistas como necessária também nos objetivos.	Foram adicionados objetivos e práticas para definição de responsabilidades dos <i>stakeholders</i> (SII1.3, SII2.3 e SII3.2)
DOS	– As práticas devem incluir alguns aspectos das operações, como SLAs, manutenção e desativação das ferramentas de LA.	– Não está disponível no MMALA a manutenção e desativação de ferramentas	O objetivo 1 foi atualizado e foram atualizadas e adicionadas práticas para manutenção e desativação de ferramentas (DOS2.3, DOS3.1 e DOS4.1). Foram atualizados objetivos e práticas funcionais para o treinamento de pesquisadores e desenvolvedores (na área de Capacitação dos <i>Stakeholders</i> , STR1.1 e STR3.1)
	– Habilidades e treinamento da equipe de desenvolvimento. No nível 1, os pesquisadores poderiam fazer o trabalho, mas em níveis mais altos, é necessária uma equipe organizada, treinada e qualificada	– A capacitação dos pesquisadores e desenvolvedores foi citada pelos especialistas como necessária também nos objetivos.	

Área	Sugestões dos especialistas	Comentários	Decisão
LPE	– No nível 1 acrescentaria que as ferramentas possibilitam que o usuário visualize apenas dados relacionados a si mesmo, evitando que dados de terceiros possam ser visualizados, comparados e divulgados publicamente sem consentimentos.	– As questões de tecnologia para a garantia de segurança e privacidade são tratadas na área de infraestrutura.	A sugestão para que cada usuário acesse apenas seus próprios dados foi incluída na área de Infraestrutura (INF1.4).
	– Talvez você deva incluir práticas e objetivos relacionados à disseminação da política e responsabilizar as pessoas pela adesão à política da organização	– A disseminação de políticas é tratada na área de comunicação. Quanto à responsabilização, as práticas LEP4.1 e LEP4.3 dizem respeito à definição das consequências à não adesão à política e correção de desvios, se necessário.	

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

No que se refere às sugestões de novas práticas, as seguintes foram incluídas, organizadas por área de processo:

- Infraestrutura - inclusão de práticas para recomendar a disponibilização de API para consumo de dados e monitoramento deste consumo (bem como respectivo produto de trabalho no nível 3); No nível 1, foram incluídas práticas para orientar que cada usuário acesse seus próprios dados (e respectivo produto de trabalho);
- Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders* - foram adicionadas práticas para definição de responsabilidades dos *stakeholders* (conforme já recomendado pelos especialistas na avaliação dos objetivos). Também foram incluídos produtos de trabalho nos níveis 2 e 3;
- Capacitação dos *Stakeholders* - foram adicionadas práticas para orientar o treinamento de pesquisadores e da equipe de TI para o desenvolvimento de soluções; e
- Desenvolvimento de Soluções Próprias - foram adicionadas práticas para a manutenção e desativação de ferramentas. Também foram incluídos produtos de trabalho nos níveis 2 e 4.

De modo semelhante aos objetivos, práticas funcionais sugeridas não foram adicionadas ao modelo por duas razões: (1) relacionavam-se a itens já disponíveis no modelo; ou (2) consistiam em ações específicas, as quais devem ser definidas pela instituição na execução da prática sugerida.

5.6.5 Tomada de Decisão sobre a Exclusão de Objetivos e Práticas Funcionais

Os especialistas também foram questionados sobre a necessidade de exclusão de objetivos ou práticas funcionais do modelo. Conforme mencionado anteriormente, os especialistas entraram em consenso sobre a exclusão de objetivos e práticas funcionais. Nesse caso, em nenhum dos itens do MMALA houve maioria que indicasse a necessidade de exclusão. Portanto, optou-se por manter todos os objetivos e práticas funcionais originalmente listados no modelo.

A seção seguinte desta tese sintetiza e discute os resultados da avaliação do MMALA por meio da opinião dos especialistas.

5.7 SÍNTESE DOS RESULTADOS E AMEAÇAS À VALIDADE NA AVALIAÇÃO DO MMALA

A avaliação do MMALA contou com a participação de 13 especialistas em *Learning Analytics*, os quais atuam em diferentes áreas e países. Tal avaliação permitiu a identificação de erros e omissões no mesmo, além de obter a opinião dos especialistas sobre a abrangência e adequação do modelo para apoiar as Instituições de Ensino Superior na adoção de LA. Uma síntese dos resultados obtidos bem como uma análise sobre as possíveis ameaças à validade do processo de avaliação são apresentados a seguir.

5.7.1 Síntese dos Resultados e Conclusões

Os especialistas entraram em consenso quanto à correteza dos itens do modelo em quase todas as áreas de processos, com exceção do propósito da área de processo de Aquisição de Dados (DA), e dos objetivos das áreas de processos de Comunicação (COM) e Qualidade de Dados (DQ). Adequações foram realizadas no modelo, com base nas sugestões, de modo a atender aos especialistas e ainda preservar o objetivo e escopo do MMALA como um todo. No que se refere às práticas funcionais, houve consenso em todas as áreas de processos quanto à sua adequação para atingir aos

objetivos propostos no MMALA e, nesse caso, não foram realizadas mudanças no modelo.

Diante dos resultados obtidos por meio da avaliação dos especialistas, é possível concluir que o MMALA pode ser considerado **consistente**. Isto é, a descrição dos elementos do modelo (propósito, objetivos e práticas funcionais) pode ser considerada coerente em cada área de processo.

Ademais, houve sugestões para a inclusão de objetivos e práticas funcionais ao modelo a fim de abranger atividades para garantir a interoperabilidade entre sistemas, a inclusão de LA no planejamento estratégico da instituição e para a manutenção das ferramentas de LA, por exemplo. Nesse caso, observou-se que houve diversas sugestões de inclusão de itens que já constavam no modelo, porém em áreas de processos relacionadas. Tal dificuldade pode ter sido causada pela ausência da informação sobre as áreas de processos relacionadas no modelo recebido pelos especialistas para a avaliação. De modo que se considera necessária para a compreensão do modelo a presença da seção de “Áreas de Processos Relacionadas”. Por fim, quanto à exclusão de itens do modelo, os especialistas também entraram em consenso quanto a ser desnecessário remover quaisquer itens do modelo, reforçando a importância dos itens já definidos para o modelo.

Apesar de haver sugestões para a inclusão de itens ao modelo, apenas 8 objetivos e 5 práticas funcionais foram adicionados ou modificados para atender às sugestões dos especialistas. Desse modo, visto que o MMALA já havia sido avaliado anteriormente quanto à abrangência de suas categorias e áreas de processos e diante dos resultados obtidos por meio da avaliação dos especialistas pode-se concluir que o MMALA pode ser considerado **abrangente**. Isto é, o modelo ora proposto pode ser considerado abrangente para apoiar as instituições nos desafios relacionados à adoção de LA. Esta informação pôde ser ratificada, ainda, pela concordância dos especialistas à afirmação de que o MMALA é abrangente (92,3%).

No que se refere à adequação ao problema, o MMALA também foi avaliado de modo positivo pelos especialistas, de forma que 92,3% concordam que o MMALA pode apoiar instituições de ensino superior na adoção de LA e orientá-las para um uso mais maduro de LA e 76,9% concordam que uma instituição de ensino superior

pode obter benefícios usando este Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*. Desse modo, podemos concluir que o MMALA pode ser considerado **adequado** para atender ao problema da adoção de LA. Isto é, o modelo pode ser considerado adequado ao seu propósito de apoiar a adoção de LA. De forma geral, pode-se afirmar que a cada 10 especialistas, 9 concordam com a abrangência e adequação ao problema do MMALA.

Por fim, uma mudança significativa foi realizada no modelo para atender à sugestão de um dos especialistas, o qual recomendou a mudança do nome da categoria de “Administração e Capacitação” para “Governança e Capacitação”.

Além disso, identificou-se que alguns especialistas tiveram dificuldades de compreender a estrutura na qual estavam dispostas as práticas funcionais do modelo. Duas razões relatadas para isso foram: 1) a variação entre a quantidade de práticas disponíveis em cada nível, o que dificultava a compreensão da evolução das práticas de um nível a outro; e 2) a ausência de aspectos compartilhados entre as práticas funcionais propostas. Para solucionar esse problema, uma nova forma de apresentação foi proposta para o modelo, agrupando as práticas funcionais por objetivo.

Esse novo formato de apresentação pode ser visualizado na Figura 21, que expõe a área de processo de Propriedade de Dados (substituindo a visualização apresentada na Figura 15). Além disso, esta e as demais áreas de processos, organizadas nesse novo formato de visualização, estão disponíveis para leitura no Apêndice E desta tese.

Figura 21 — Área de Processo de Propriedade de Dados em Novo Formato de Apresentação, Destacando os Objetivos de Cada Prática Funcional bem como as Áreas de Processos Relacionadas.

1.3. Área de Processo: Propriedade dos Dados			
Propósito: Especificar a propriedade dos dados utilizados nos projetos de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Definir critérios a fim de estabelecer os proprietários dos dados gerados pelas ações dos estudantes e professores; 2. <input checked="" type="radio"/> Tornar transparentes quais dados sobre ações acadêmicas dos estudantes e professores são armazenados e como são analisados; e 3. <input checked="" type="radio"/> Tornar acessíveis aos participantes dos projetos os dados sobre os quais têm propriedade. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Legislação, Ética e Privacidade, Apoio na Interpretação dos Resultados, Infraestrutura. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 DO1.1. <input type="radio"/> Não há critérios formalmente estabelecidos nos projetos de LA que definam a propriedade sobre os dados. DO1.2. <input checked="" type="radio"/> Os estudantes e professores só conhecem quais dados sobre suas ações acadêmicas são armazenados e analisados após solicitação explícita.</p>	<p>Nível 2 DO2.1. <input checked="" type="radio"/> Os estudantes e professores são consultados sobre a utilização dos seus dados para os projetos de LA, podendo autorizá-la ou não. DO2.2. <input checked="" type="radio"/> Para cada projeto, estão detalhados quais dados serão analisados a fim de obter o consentimento dos participantes. DO2.3. <input checked="" type="radio"/> Os participantes conhecem todos os projetos que utilizam seus dados.</p>	<p>Nível 3 DO3.1. <input type="radio"/> São definidos os critérios que classificam os dados considerados de propriedade dos estudantes, da instituição e de outras partes interessadas, como agências governamentais, uniforme para todos os projetos de LA. DO3.2. <input checked="" type="radio"/> Os estudantes e professores conhecem quais dados sobre suas ações são armazenados e os propósitos de armazenamento e análise dos mesmos. DO3.3. <input checked="" type="radio"/> Estão claros como os dados são analisados (isto é, como funciona o algoritmo utilizado para análise), trazendo maior transparência ao processo de análise de dados. DO3.4. <input checked="" type="radio"/> Os proprietários são responsáveis por decidir questões sobre o uso de seus dados. Isso inclui a decisão sobre o uso dentro da instituição e o compartilhamento com terceiros. A exceção são aqueles dados considerados primordiais para o gerenciamento acadêmico básico do aluno. Todas as exceções devem ser justificadas.</p>	<p>Nível 4 DO4.1. <input checked="" type="radio"/> Os usuários podem acessar os dados sobre os quais têm propriedade. DO4.2. <input type="radio"/> Existe uma política aprovada e seguida que define a propriedade dos dados e está alinhada aos objetivos da instituição e às questões legais e éticas. Essa política define os critérios de propriedade, quem tem acesso aos dados em questão e o ciclo de vida dos dados, incluindo as ações a serem tomadas quando o curso acabar. Expõe-se, também, direitos e responsabilidades sobre seu uso.</p>

Fonte: Elaborada pela Autora (2020)

O MMALA, em sua versão final após os ajustes realizados, está disponível no Apêndice D desta tese. Conclui-se, portanto, que a avaliação cumpriu os objetivos previamente propostos. A participação de especialistas com perfis distintos e notadamente conceituados em *Learning Analytics* conferiu maior credibilidade ao processo de desenvolvimento e avaliação do MMALA. Os resultados dessa avaliação, por sua vez, mostraram que o modelo proposto foi considerado pelos especialistas como consistente, abrangente e adequado para apoiar as IES na adoção de *Learning Analytics*. Cabe ressaltar que este último item, relacionado à adequação ao problema, poderá ser avaliado com maior profundidade quando o modelo estiver de fato em uso.

5.7.2 Possíveis Ameaças à Validade

Faz-se necessário destacar, ainda, as limitações relacionadas à avaliação dos especialistas que podem resultar em ameaças à validade desse processo:

- Ausência das áreas de processos relacionadas e produtos de trabalho – conforme mencionado anteriormente, a fim de viabilizar a realização do processo de avaliação pelos especialistas em um intervalo de tempo viável (nesse caso, com duração aproximada de 1 hora), o modelo enviado aos

especialistas não dispunha das áreas de processos relacionadas nem dos produtos de trabalho. A ausência dessas informações pode ter dificultado a compreensão dos especialistas sobre o modelo, interferindo no resultado da avaliação;

- Duração da avaliação – apesar dos esforços para que o tempo de avaliação fosse abreviado, a duração do processo variou em torno de 1 hora. Desse modo, os participantes podem ter se sentido cansados ou entediados durante a avaliação. Para reduzir esse problema, foi disponibilizada a opção de “finalizar depois” no questionário, a qual permitia aos avaliadores concluir o procedimento no momento que considerassem mais oportuno; e
- Viés – Não foi possível avaliar o viés nas contribuições dos especialistas. Para minimizar esse problema, optou-se por seguir um protocolo rígido e especialmente designado para usufruir da opinião dos especialistas (LI e SMIDTS, 2003).

5.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A consulta a especialistas tem sido uma alternativa recorrente na literatura para a avaliação de Modelos de Maturidade. Neste capítulo, relatou-se o processo de avaliação do MMALA por meio da Opinião de Especialistas. Nesta etapa, o objetivo da avaliação consistia na análise do MMALA com relação à abrangência, consistência e adequação ao problema. Para isso, foi elaborado um questionário com 62 questões, com duração aproximada de 1 hora, o qual foi respondido por 13 especialistas em *Learning Analytics* com variadas áreas de atuação, que vão desde educação até melhoria de processos. Além disso, atuam em diferentes países como Brasil, Noruega, Equador, Reino Unido, entre outros.

De modo geral, os especialistas entraram em consenso quanto à corretude dos propósitos, objetivos e práticas funcionais do modelo (à exceção de apenas 3 desses itens). Este capítulo examinou as avaliações dos especialistas para cada um dos itens nos quais os houve desacordo, acatando as mudanças por eles sugeridas. Além disso, foram avaliadas, uma a uma, as sugestões para inclusão de novos objetivos ou práticas funcionais ao modelo. Tais sugestões foram acatadas desde que consideradas em acordo com o propósito e o escopo do MMALA.

Outras conclusões importantes resultaram dessa avaliação. A primeira delas foi a necessidade de reorganizar a apresentação do modelo, visto que os especialistas encontraram dificuldades para compreender sua estrutura. Desse modo, uma nova proposta de apresentação, visando esclarecer essa questão, foi concebida. Outra conclusão importante foi quanto à necessidade de mudança do nome da categoria de “Administração e Capacitação” para “Governança e Capacitação”, dada a natureza das práticas registradas no MMALA, as quais eram mais condizentes com as competências relacionadas à governança.

Além disso, este capítulo discutiu as possíveis ameaças à validade do processo de avaliação do MMALA por meio da opinião dos especialistas. Então, após acolher as mudanças sugeridas pelos especialistas nesta etapa, o Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*, em sua versão final, está disponível no Apêndice D desta tese.

Por fim, no capítulo seguinte, são apresentadas as conclusões desta tese, enfatizando suas principais contribuições e publicações, bem como suas limitações e os trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos a partir do que foi proposto neste trabalho.

6 CONCLUSÕES

Learning Analytics é um campo de pesquisa recente e sua utilização permite compreender e melhorar o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, a adoção de LA é um desafio que compreende diferentes áreas e pessoas da instituição de ensino, exigindo uma ação planejada e coordenada a fim de ampliar as chances de sucesso e os benefícios obtidos. Nesta tese, apresentou-se uma proposta para apoiar as Instituições de Ensino Superior nessa tarefa, o MMALA - Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*.

Este capítulo apresenta as principais contribuições desta tese e discute suas limitações, além de propor recomendações de trabalhos futuros decorrentes desta pesquisa e as conclusões sobre a tese ora apresentada.

6.1 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

O desenvolvimento desta tese permitiu a produção de resultados que podem colaborar com o desenvolvimento de pesquisas em *Learning Analytics* e ampliar a sua adoção em Instituições de Ensino Superior de todo o mundo. As principais contribuições desta tese estão listadas a seguir:

- Estudo sobre *Learning Analytics* e Modelos de Maturidade – Uma síntese sobre o tema Modelos de Maturidade, expondo seus conceitos, estrutura, benefícios e aplicações; Além de um estudo investigativo sobre *Learning Analytics* e os desafios de sua adoção, o qual expõe as dificuldades de diferentes *stakeholders*, abrangendo variadas áreas de conhecimentos. Tais estudos podem servir de ponto de partida para aqueles que desejam aprender sobre os referidos temas;
- Desenvolvimento do MMALA – a principal contribuição desta tese refere-se ao desenvolvimento do MMALA (Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*). O modelo foi desenvolvido seguindo uma metodologia rigorosa e permitiu responder à pergunta de pesquisa “quais práticas são necessárias à adoção de *Learning Analytics* e como estruturá-las para fornecer um roteiro alinhado à perspectiva “*top-down*”?”. O MMALA é composto por 16 áreas de processos, organizadas em 5 categorias. Cada área de processo do modelo possui propósito, objetivos, áreas de processos relacionadas, práticas

funcionais divididas em 4 níveis de maturidade e produtos de trabalho. Os níveis de maturidade do modelo permitem à instituição evoluir gradativamente na adoção de LA. De modo que, nos últimos níveis de maturidade, LA seja adotada em toda a instituição, como parte de sua cultura organizacional. De modo semelhante, também foi possível atingir os objetivos gerais e específicos previamente definidos na Seção 1.4, quais sejam, o desenvolvimento de um Modelo de Maturidade para a adoção de LA, identificando os desafios que o mesmo deveria abranger, bem como suas áreas e a estrutura adequada para sua composição e, por fim, a realização de sua avaliação. Ressalta-se, ainda, que o modelo proposto é gratuito e estará disponível a quaisquer instituições que desejarem utilizá-lo; e

- Avaliação do MMALA – outra importante contribuição desta tese refere-se à avaliação do modelo proposto. O MMALA passou por duas avaliações: a primeira delas, realizada com 31 pesquisadores e profissionais de LA, focando na avaliação da abrangência do modelo e a importância das categorias e áreas de processos propostas; e a segunda, realizada com 13 especialistas renomados, com foco em nova avaliação da abrangência e também da consistência e adequação ao problema. Assim como o desenvolvimento do modelo, as avaliações foram realizadas seguindo metodologias rígidas e as análises dos resultados seguiram procedimentos qualitativos e quantitativos. Os resultados dessas avaliações permitem concluir que o modelo proposto é consistente, abrangente e adequado para apoiar as Instituições de Ensino Superior na adoção de LA, comprovando as hipóteses anteriormente levantadas (ver Seção 1.5).

6.1.1 Publicações

Além das contribuições anteriormente citadas, as seguintes publicações foram produzidas em decorrência desta tese:

- *Learning Analytics: A Brief Overview about Applications and its Advantages*, pôster apresentado na *conferência International Conference on Advanced Learning Technologies and Technology-enhanced Learning (ICALT 2019 – Qualis A3)*;

- *Learning Analytics em Ação: Uma Revisão Sistemática de Literatura*, artigo completo publicado no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019, Qualis A3);
- *Towards a Maturity Model for Learning Analytics Adoption: An Overview of its Levels and Areas*, artigo completo publicado na conferência *International Conference on Advanced Learning Technologies and Technology-enhanced Learning* (ICALT 2020 – Qualis A3); e
- Avaliação de um Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* em Instituições de Ensino Superior, submetido à Revista Latino-Americana de Tecnologia Educativa (RELATEC, Qualis A2, sob avaliação).

Ainda, está sendo redigido o artigo intitulado “*MMALA: A Maturity Model for Adopting Learning Analytics*”, com vistas à submissão à revista *Australasian Journal of Educational Technology* (AJET, Qualis A1).

6.2 LIMITAÇÕES

Apesar das contribuições alcançadas com o desenvolvimento desta tese, é necessário ressaltar que o estudo possui limitações. Essas limitações, que não sobrepujam as contribuições apresentadas, são discutidas nesta seção.

- Revisão Sistemática da Literatura – A execução da RSL trouxe diversos benefícios para a execução desta pesquisa, desde o aprofundamento da compreensão do seu tema até a identificação das áreas críticas para a adoção de LA, que fundamentaram a composição inicial do MMALA. No entanto, os resultados dessa RSL podem ser considerados limitados, visto que foram utilizadas apenas duas fontes de informação (*ACM Digital Library* e *IEEEExplore*). A decisão de utilizar apenas duas fontes de informação se deu pela limitação de resultados encontrados, visto que os artigos incluídos discutiam a aplicação prática de LA e seus resultados, porém, as discussões dos desafios encontrados por esses pesquisadores na implementação de LA eram insuficientes ou inexistentes, na maior parte dos estudos primários incluídos. Sendo assim, entendeu-se que haveria maior efetividade na aquisição de informações sobre esses desafios realizando a busca manual de artigos sobre a adoção de LA, iniciando a partir daqueles produzidos pelos

projetos LALA e SHEILA (e não ampliando as fontes de informação para a busca automática dessa RSL). Essa mudança de estratégia se mostrou efetiva, visto que o modelo foi considerado abrangente após a realização de duas avaliações; e

- Aplicação do MMALA em ambiente real – Apesar de os objetivos desta tese estarem relacionados à concepção de um modelo para adoção de LA, a aplicação desse modelo em um ambiente real poderia trazer informações importantes para sua avaliação, especialmente no que diz respeito à adequação do MMALA ao problema. Desse modo, a ausência desse estudo pode ser considerada uma limitação deste trabalho. Para minimizar este problema, buscou-se avaliar o modelo em duas etapas, sendo a última com a participação de especialistas renomados em *Learning Analytics*.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

Outras oportunidades de pesquisa podem ser geradas como consequência da execução desta tese, as quais podem complementar os conhecimentos ora construídos. As recomendações para a continuidade desta pesquisa são discutidas a seguir.

Dentre os trabalhos futuros, pode-se considerar a análise dos resultados da avaliação dos especialistas, investigando também os itens sobre os quais estes entraram em consenso quanto à sua correteza. O objetivo é identificar possíveis contribuições para a melhoria do MMALA. No entanto, em caso de mudanças nos itens já considerados como corretos pela maioria dos especialistas, recomenda-se realizar nova avaliação a fim de evitar que tais alterações afetem a consistência do modelo, a qual já foi anteriormente comprovada. Pode-se, ainda, avaliar também a lista de áreas de processos relacionadas e os produtos de trabalho, os quais não foram considerados na avaliação realizada com a participação dos especialistas.

Outra recomendação é a aplicação do modelo de maturidade proposto em Instituições de Ensino Superior. Para isso, se faz necessário o desenvolvimento de um guia que dê suporte à implantação do modelo. Além disso, um processo diagnóstico pode ser usado para selecionar as áreas de processos mais adequadas à implantação do modelo em cada instituição. A aplicação do MMALA possibilitará

identificar possíveis omissões no modelo e dificuldades na sua utilização, além de permitir relatar os benefícios e progressos que as instituições observarem pela utilização do mesmo. Entende-se como necessária a aplicação do MMALA em diferentes instituições, com cenários variados, a fim de identificar os contextos nos quais o MMALA pode trazer maiores benefícios; e, como consequência de sua utilização, aprimorar o modelo a fim de torná-lo cada vez mais útil ao propósito de apoiar IES na adoção de LA.

Recomenda-se, ainda, a criação de um método de avaliação que apoie a identificação do nível de maturidade da instituição de ensino e ajude no monitoramento de sua evolução. Nesse sentido, recomenda-se, por fim, a ampliação do MMALA, incluindo no modelo as métricas que ajudem a instituição a quantificar se os objetivos para a execução de cada prática foram atingidos. A existência dos produtos de trabalho são um indicativo de que a instituição executou as práticas adequadamente, no entanto, a existência das métricas permite avaliar essa questão de maneira quantitativa e com maior precisão.

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas iniciativas que visam à análise e à compreensão dos dados educacionais têm sido apresentadas na literatura, sendo *Learning Analytics* umas das mais representativas. Apesar disso, a adoção de LA é um desafio complexo, que envolve questões como a ética e privacidade no acesso e no uso dos dados de professores e estudantes, o estabelecimento de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação adequada e o emprego de ferramentas que apoiem de maneira efetiva o progresso do processo de ensino e aprendizagem, entre outras.

Por sua vez, a utilização de modelos de maturidade para apoiar a sistematização dos processos tem sido um recurso utilizado com sucesso em diferentes áreas de conhecimento. Neste sentido, a principal contribuição desta tese é um Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* (MMALA), um guia gratuito que identifica as 16 áreas que devem ser consideradas quando da adoção de LA. O MMALA indica o propósito, os objetivos e as práticas a serem realizadas em cada uma dessas áreas, as quais estão organizadas em 4 níveis de maturidade –

além dos produtos de trabalho resultantes da execução das práticas indicadas e da identificação das áreas de processos que relacionam-se entre si.

O MMALA foi desenvolvido seguindo uma metodologia rigorosa e foi avaliado em duas ocasiões. Os resultados dessas avaliações indicaram que o modelo proposto pode ser considerado consistente, abrangente e adequado para apoiar a adoção de *Learning Analytics*.

É necessário ressaltar que o MMALA não é um modelo impositivo, cujas práticas devem ser aplicadas compulsoriamente em todas as IES. Ao contrário, este deve ser utilizado para orientação do processo de adoção de *Learning Analytics* – de modo que cada instituição pode decidir qual o nível de maturidade mais adequado para o seu contexto. Isso pode significar, por exemplo, que o 4º nível de maturidade venha a ser considerado muito complexo ou mesmo muito custoso para uma determinada instituição, a qual pode decidir por se estabelecer em um nível de maturidade inferior, mais adequado para o seu contexto e o seu ambiente institucional.

Desse modo, espera-se que o MMALA possa ser utilizado pelas instituições como um guia para ajudá-las na adoção e na conquista da maturidade na referida área. Por fim, espera-se que os resultados obtidos com a execução desta tese possam contribuir com a democratização do uso de *Learning Analytics*, cooperando, por conseguinte, para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Bryan; ASHFORD-ROWE, Kevin; BARAJAS-MURPHY, Noreen; DOBBIN, Gregory; KNOTT, Jessica; MCCORMACK, Mark; POMERANTZ, Jeffery; SEILHAMER, Ryan; WEBER, Nicole. **EDUCAUSE Horizon Report: 2019**. Higher Education Edition (Louisville, CO: EDUCAUSE, 2019).

ALI, L.; ASADI, M.; GAŠEVIĆ, D.; JOVANOVIĆ, J.; HATALA, M. **Factors Influencing Beliefs for Adoption of a Learning Analytics Tool: An Empirical Study**. *Computers & Education*, v. 62, Mar. 2013, p. 130-148.

ALMEIDA NETO, H. R.; MAGALHÃES, E. M. C.; MOURA, H. P.; *et al.* **Avaliação de um Modelo de Maturidade para Governança Ágil em Tecnologia da Informação e Comunicação**. In: *iSys – Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 44-79, 2015.

ARIAEINEJAD, Ali; SAMAVI, Reza; CHAN, Teresa M.; DOYLE, Thomas E. **A performance predictive model for emergency medicine residents**. In: *International Conference on Computer Science and Software Engineering (CASCON '17)*. IBM Corp., USA, 2017, p. 28–37.

ARNOLD, Kimberly E.; LYNCH, Grace; HUSTON, Daniel; WONG, Lorna; JORN, Linda; OLSEN, Christopher W. **Building institutional capacities and competencies for systemic learning analytics initiatives**. In: *International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '14)*. ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 257–260.

ARNOLD, Kimberly E.; PISTILLI, Matthew D. **Course signals at Purdue: using learning analytics to increase student success**. In: *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12)*, Simon Buckingham Shum, Dragan Gasevic, and Rebecca Ferguson (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 2012, p. 267-270.

ARROWAY, P.; MORGAN, G.; O'KEEFE, M.; YANOSKY, R. **Learning Analytics in Higher Education**. ECAR, 2016. Disponível em: <<https://library.educause.edu/~media/files/library/2016/2/ers15041a>>. Acesso: 20/10/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 38500:2009. **Governança Corporativa de Tecnologia da Informação**. Rio de Janeiro, 2009.

AYYUB, B. M. **Methods for expert-opinion elicitation of probabilities and consequences for corps facilities**, 2000. Disponível em: <<https://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/iwrreports/00-R-101.pdf>>. Acesso: 25/06/2020.

BAKHARIA, Aneesha; CORRIN, Linda; DE BARBA, Paula; KENNEDY, Gregor; GAŠEVIĆ, Dragan; MULDER, Raoul; WILLIAMS, David; DAWSON, Shane; LOCKYER, Lori. **A Conceptual Framework linking Learning Design with Learning Analytics**. In: *International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK*, Edinburgh, United Kingdom, 2016.

BALDERAS, A.; GALÁN-PIÑERO, Á.; HERNÁNDEZ, J. A. C.; GÓMEZ, G. R.; DODERO, J.; PALOMO-DUARTE, M. **Domain-driven competence assessment in virtual learning environments. Application to planning and time management skills.** In: International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, 2014, p. 121-126.

BANERES, D.; CABALLÉ, S.; CLARISÓ, R. **Towards a Learning Analytics Support for Intelligent Tutoring Systems on MOOC Platforms.** In: International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS), Fukuoka, 2016, p. 103-110.

BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J. **Developing maturity models for IT management – A Procedure Model and its Application.** Business & Information Systems Engineering, v. 1, n. 3, p. 213–222, 2009.

BEECHAM, S.; HALL, T.; BRITTON, C.; COTTEE, M.; RAINER, A. **Using an expert panel to validate a requirements process improvement model.** Journal of Systems and Software, v. 76, p. 251-275, 2005.

BLANCO, Ángel del; SERRANO, Ángel; FREIRE, Manuel; MARTÍNEZ-ORTIZ, Iván; FERNÁNDEZ-MANJÓN, Baltasar. **E-Learning Standards and Learning Analytics Can Data Collection Be Improved by Using Standard Data Models?** In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Berlin, 2013, p. 1255-1261.

BOS, Nynke; BRAND-GRUWEL, Saskia. **Student differences in regulation strategies and their use of learning resources: implications for educational design.** In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 344–353.

BROOKS, Christopher; THOMPSON, Craig; TEASLEY, Stephanie. **A time series interaction analysis method for building predictive models of learners using log data.** In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 126–135.

BROOKS, P.; EL-GAYAR, O.; SARNIKAR, S. **Towards a Business Intelligence Maturity Model for Healthcare.** In: Hawaii International Conference on System Sciences, Wailea, HI, USA, 2013, p. 3807-3816.

BROOS, T.; HILLIGER, I.; PÉREZ-SANAGUSTÍN, M.; HTUN, N.-N.; MILLECAMP, M.; PESÁNTEZ-CABRERA, P.; SOLANO-QUINDE, L.; SIGUENZA-GUZMAN, L.; ZUÑIGA-PRieto, M.; VERBERT, K.; DE LAET, T. **Coordinating learning analytics policymaking and implementation at scale.** British Journal of Educational Technology, v. 51, n. 4, Julho 2020, p. 938-954.

CANO, A. R.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B.; GARCÍA-TEJEDOR, Á. J. **Downtown, a Subway Adventure: Using Learning Analytics to Improve the Development of a Learning Game for People with Intellectual Disabilities.** In: International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Austin, TX, 2016, p. 125-129.

CARALLI, Richard; KNIGHT, Mark; MONTGOMERY, Austin. **Maturity Models 101: A Primer for Applying Maturity Models to Smart Grid Security, Resilience, and Interoperability**. White Paper, Carnegie Mellon University, 2012.

CHATTI, Mohamed Amine; DYCKHOFF, Anna Lea; SCHROEDER, Ulrik; THÜS, Hendrik. **A reference model for learning analytics**. *Int. J. Technol. Enhanc. Learn.* 4, 5/6 (January 2012), 318-331.

CHAU, Vo Thi Ngoc; PHUNG, Nguyen Hua. **A Knowledge-Driven Educational Decision Support System**. In: IEEE RIVF International Conference on Computing & Communication Technologies, Research, Innovation, and Vision for the Future, Ho Chi Minh City, 2012, p. 1-6.

CHOI, Erik; COLEMAN, Chad; SIENKIEWICZ, Tomasz; WOJCIK, Karolina. **Investigating an Intervention System to Increase User Engagements on an Educational Social Q&A**. In: Conference on Interaction Design and Children (IDC '17). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2017, p. 561–566.

CMMI. **CMMI® V2.0 Model**. CMMI Institute, 2018.

COBOS, Ruth; GIL, Silvia; LAREO, Angel; VARGAS, Francisco A. **Open-DLAs: An Open Dashboard for Learning Analytics**. In: ACM Conference on Learning @ Scale (L@S '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 265-268.

COSIC, Ranko; SHANKS, Graeme; MAYNARD, Sean. **Towards a Business Analytics Capability Maturity Model**. In: Australasian Conference on Information Systems. Geelong, 3-5 Dec 2012.

CRICK, Ruth. **Learning Analytics: Layers, Loops and Processes in a Virtual Learning Infrastructure**. Handbook of Learning Analytics. Society for Learning Analytics Research, First Edition (2017). Charles Lang, George Siemens, Alyssa Wise, Dragan Gašević (org.), p. 291-307.

CROWSTON, Kevin; QIN, Jian. **A capability maturity model for scientific data management**. ASIS&T Annual Meeting on Navigating Streams in an Information Ecosystem - Volume 47 (ASIS&T '10). American Society for Information Science, Silver Springs, MD, USA, 2010, Artigo 124, 2 páginas.

CRUZES, D. S.; DYBA, T. **Recommended Steps for Thematic Synthesis in Software Engineering**. In: International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, Banff, AB, 2011, p. 275-284.

DAMA International. **The DAMA Guide to the Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK)**. Technics Publications, 2009.

DAWSON, S.; JOKSIMOVIC, S.; POQUET, S; SIEMENS, G. **Increasing the Impact of Learning Analytics**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Tempe, Arizona, USA, March 2019. ACM, New York, NY, USA, p. 446–455.

DAWSON, Shane; POQUET, Oleksandra; COLVIN, Cassandra; ROGERS, Tim; PARDO, Abelardo; GASEVIC, Dragan. **Rethinking learning analytics adoption through complexity leadership theory**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2018, p. 236–244.

DE BRUIN, T; ROSEMAN, M; FREEZE, R; KULKARNI, U. **Understanding the main phases of developing a maturity assessment model**. In: Australasian conference on information systems (ACIS). Sydney, 2005.

DEVEDZIC, Vladan. **Introduction to Web-Based Education**. Semantic Web and Education. Volume 12 of the series Integrated Series in Information Systems, p. 1-28. Springer, 2006.

DEY, Ian. **Qualitative data analysis: A user-friendly guide for social scientists**. Taylor & Francis e-Library, 2005.

DMM. **Modelo Data Management Maturity – Versão 1.0**. CMMI Institute, 2014.

DUVAL, Erik. **Attention please!:** learning analytics for visualization and recommendation. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '11). ACM, New York, NY, USA, 2011, p. 9–17.

DYBÅ T. **An instrument for measuring the key factors of success in software process improvement**. Empirical Software Engineering, v.5, n. 4, 2000, p. 357–390.

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, v. 15, n. 3, 2012, p. 58–76.

EINHARDT, L.; TAVARES, T. A.; CECHINEL, C. **Moodle analytics dashboard: A learning analytics tool to visualize users interactions in moodle**. In: Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO), San Carlos, 2016, p. 1-6.

EZ-ZAOUIA, M.; LAVOUÉ, E. **EMODA: a tutor oriented multimodal and contextual emotional dashboard**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, 429–438.

FARIAS JÚNIOR, Ivaldir Honório de. **C2M - A Communication Maturity Model for Distributed Software Development**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

FERGUSON, R.; HOEL, T.; SCHEFFEL, M.; DRACHSLER, H. **Guest editorial: ethics and privacy in learning analytics**. Journal of Learning Analytics, v. 3, n. 1, 2016b, p. 5–15.

FERGUSON, R., BRASHER, A., CLOW, D., COOPER, A., HILLAIRES, G., MITTELMEIER, J., RIENTIES, B., ULLMANN, T., VUORIKARI, R. **Research Evidence on the Use of Learning Analytics - Implications for Education Policy**. R.

Vuorikari, J. Castaño Muñoz (Eds.). Joint Research Centre Science for Policy Report, 2016.

FERGUSON, Rebecca. **Learning analytics**: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5/6), 2012, p. 304–317.

FERGUSON, Rebecca; MACFADYEN, Leah P.; CLOW, Doug; TYNAN, Belinda; ALEXANDER, Shirley and DAWSON, Shane. **Setting learning analytics in context: overcoming the barriers to large-scale adoption**. *Journal of Learning Analytics*, v.1, n. 3, 2015, p. 120–144.

FISHER, Josie A.; VALENZUELA, Fredy; WHALE, Sue. **Learning analytics**: a bottom-up approach to enhancing and evaluating students' online learning. Australian Government Office for Learning and Teaching, 2014. Disponível em: <<https://rune.une.edu.au/web/handle/1959.11/15261>>. Acesso: 30/06/2020.

FLANAGAN, Brendan; OGATA, Hiroaki. **Learning Analytics Infrastructure for Seamless Learning**. In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK18), Sydney, Australia, 2018.

FONSECA, David; REDONDO, Ernesto. **Are the architecture students prepared for the use of mobile technology in the classroom?** In: International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM '13). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2013, p. 481–487.

FRASER, P.; MOULTRIE, J.; GREGORY, M. **The use of maturity models / grids as a tool in assessing product development capability**. In: IEEE International Engineering Management Conference, 2002.

FRATAMICO, Lauren; PEREZ, Sarah; ROLL, Ido. **A Visual Approach towards Knowledge Engineering and Understanding How Students Learn in Complex Environments**. In: ACM Conference on Learning @ Scale (L@S '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 13–22.

FREITAS (b), E. L. Soares Xavier; SOUZA, F. da Fonseca de; and GARCIA, V. Cardoso. **Learning Analytics em Ação: Uma Revisão Sistemática de Literatura**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, Brasília, 2019.

FREITAS, E. L. Soares Xavier; OLIVEIRA, T. Tabosa de; SOUZA, F. da Fonseca de; and GARCIA, V. Cardoso. **Learning Analytics: A Brief Overview about Applications and its Advantages**. In: International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Maceió, Brazil, 2019, p. 190-191.

FREITAS, E. L. Soares Xavier; SOUZA, F. da Fonseca de; GARCIA, V. Cardoso; MELLO, Rafael; GASEVIC, Dragan. **Towards a Maturity Model for Learning Analytics Adoption: An Overview of its Levels and Areas**. In: International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Tartu, Estonia, 2020.

GALLEGO, Fernando O.; CORCHUELO, Rafael. **An encoder–decoder approach to mine conditions for engineering textual data**. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 91, Mai 2020, 103568.

GARCIA, Vinicius Cardoso. **RiSE Reference Model for Software Reuse Adoption in Brazilian Companies**. Ph.D. Thesis - Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

GASEVIC, D., TSAI, Y., DAWSON, S. and PARDO, A. **How do we start?** An approach to learning analytics adoption in higher education. *International Journal of Information and Learning Technology*, v. 36 n. 4, 2019, p. 342-353.

GEWERC, A.; RODRÍGUEZ-GROBA, A.; MARTÍNEZ-PIÑEIRO, E. **Academic Social Networks and Learning Analytics to Explore Self-Regulated Learning: a Case Study**. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, v. 11, n. 3, p. 159-166, Ago. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4^a ed. — São Paulo: Atlas, 2002.

GLAHN, C. **Using the ADL Experience API for Mobile Learning, Sensing, Informing, Encouraging, Orchestrating**. In: *International Conference on Next Generation Mobile Apps, Services and Technologies*, Prague, 2013, p. 268-273.

GOLDENSON, D. R.; GIBSON, D. L. **Demonstrating the Impact and Benefits of CMMI®: An Update and Preliminary Results**, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2003.

GOTTIPATI, S.; SHANKARARAMAN, V.; GAN, S. **A conceptual framework for analyzing students' feedback**. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Indianapolis, IN, 2017, p. 1-8.

GOVAERTS S., VERBERT K., KLERKX J., DUVAL E. **Visualizing Activities for Self-reflection and Awareness**. Luo X., Spaniol M., Wang L., Li Q., Nejd W., Zhang W. (eds) *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2010. Lecture Notes in Computer Science*, v. 6483. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.

GOVINDARAJAN, K.; KUMAR, V. S.; BOULANGER, D.; KINSHUK. **Learning Analytics Solution for Reducing Learners' Course Failure Rate**. In: *International Conference on Technology for Education (T4E)*, Warangal, 2015, p. 83-90.

GOVINDARAJAN, K.; KUMAR, V. S.; KINSHUK. **Dynamic Learning Path Prediction — A Learning Analytics Solution**. In: *International Conference on Technology for Education (T4E)*, Mumbai, 2016, p. 188-193.

GRELLER, W.; DRACHSLER, H. **Translating Learning into Numbers: A Generic Framework for Learning Analytics**. *Educational Technology & Society*, v.15, n.3, 2012, p. 42–57.

GUERRERO-HIGUERAS, Á.; DECASTRO-GARCÍA, N.; MATELLÁN, V.; CONDE, M. Á. **Predictive models of academic success: a case study with version control**

systems. In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18), ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 306-312.

HAIR, Joseph F.; BLACK, William C.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. **Análise multivariada de dados.** Bookman Editora, 2009.

HALPER, Fern; STODDER, David. **TDWI Analytics Maturity Model Guide,** TDWI Research, 2014.

HANAEI, E. H. A.; RASHID, A. **DF-C²M²:** A Capability Maturity Model for Digital Forensics Organisations. In: IEEE Security and Privacy Workshops, San Jose, CA, 2014, p. 57-60.

HARMELEN, Mark van; WORKMAN, David. **Analytics for Learning and Teaching.** JISC CETIS Analytics Series: 2012, v.1, n. 3. Hedtek Ltd.

HAUSLADEN, Iris; SCHOSSER, Maximilian. **Towards a maturity model for big data analytics in airline network planning.** Journal of Air Transport Management, v.82, 2020, 101721.

HELGESSION, YYL; HÖST, M; WEYNS, K. **A review of methods for evaluation of maturity models for process improvement.** Journal of Software: Evolution and Process, 2012, v. 24, n. 4, p. 436-454.

HERBSLEB, J.; ZUBROW, D.; GOLDENSON, D.; Hayes, W.; Paulk, M. **Software quality and the capability maturity model.** Commun. ACM, v. 40, n. 6, p. 30-40, Jun, 1997.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. **Design science in information systems research.** MIS Quarterly, v. 28, n.1, 2004, p. 75-105.

HILES, Andrew. **The Definitive Handbook of Business Continuity Management,** Third Edition, Wiley, 2010.

HOLLAND, Christopher P.; LIGHT, Ben. **A stage maturity model for enterprise resource planning systems use.** SIGMIS Database v. 32, n. 2, Abr. 2001, p. 34-45.

HUI, Bowen; FARVOLDEN, Shannon. **How Can Learning Analytics Improve a Course?** In: Western Canadian Conference on Computing Education (WCCCE '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, Artigo 1, p. 1-6.

HÜNER, Kai M.; OFNER, Martin; OTTO, Boris. **Towards a maturity model for corporate data quality management.** In: ACM symposium on Applied Computing (SAC '09). ACM, New York, NY, USA, 2009, p. 231-238.

JAYAKODY, J.; PERERA, I. **Enhancing competencies of less-able students to achieve learning outcomes: Learner aware tool support through Business intelligence,** In: IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), Bangkok, 2016, p. 154-160.

JOHNSON, L., SMITH, R., WILLIS, H., LEVINE, A., and HAYWOOD, K. **The 2011 Horizon Report**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2011.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. (Vol. 5, No. 8). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.

KAHLMAYER-MERTENS, Roberto S.; FUMANGA, Mario; TOFFANO, Claudia B.; SIQUEIRA, Fabio. **Como elaborar projetos de pesquisa: Linguagem e método**. Rio de Janeiro, Editora FGV, 2007.

KEATING, Shelby; MOTUPALI, Anil; WALKER, Erin; SOLOVEY, Erin. **Toward Real-time Brain Sensing for Learning Assessment: Building a Rich Dataset**. In: CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 1698-1705.

KEYSTONE STRATEGY. **Data & analytics maturity model & business impact**. White Paper, 2016.

KISHORE, R.; SWINARSKI, M. E.; JACKSON, E.; RAO, H. R. **A Quality-Distinction Model of IT Capabilities: Conceptualization and Two-Stage Empirical Validation Using CMMi Processes**. IEEE Transactions on Engineering Management, v. 59, n. 3, p. 457-469, Ago. 2012.

KITCHENHAM, B, CHARTERS, Stuart. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Vol 2.3, EBSE Technical Report, EBSE-2007-01, 2007.

KITTO, Kirsty; CROSS, Sebastian; WATERS, Zak; LUPTON, Mandy. **Learning analytics beyond the LMS: the connected learning analytics toolkit**. In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 11-15.

KLIMKO, G. **Knowledge management and maturity models: building common understanding**, in: European Conference on Knowledge Management, 2001, p. 269–278.

KLOKE, J.; MCKEAN, J. W. **Nonparametric Statistical Methods using R**. CRC Press, New York, 2015.

KLOOS, C. D.; ALARIO-HOYOS, C.; FERNÁNDEZ-PANADERO, M.C.; ESTÉVEZ-AYRES, I.; MUÑOZ-MERINO, P.J.; TOVAR, E.; CABEDO, R.; COBOS, R.; MORENO, J.; PIEDRA, N.; CHICAIZA, J.; LÓPEZ, J. **eMadrid project: MOOCs and learning analytics**. In: International Symposium on Computers in Education (SIIE), Salamanca, 2016, p. 1-5.

KNIGHT, Simon; SHUM, Simon Buckingham; LITTLETON, Karen. **Epistemology, pedagogy, assessment and learning analytics**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 75–84.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAN, A. S.; STUDER, C.; BARANIUK, R. G. **Time-varying learning and content analytics via sparse factor analysis**. In: ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD). ACM, 2014, p. 452-461.

LECON, Carsten; HERKERSDORF, Markus. **Virtual Blended Learning** - Virtual 3D Worlds and their Integration in Teaching Scenarios. In: International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2014), August 22-24, Vancouver, Canada, 2014.

LEES, M. **A maturity model for Control and Automation in environmental impact**. Australian Control Conference (AuCC), Newcastle, NSW, 2016, p. 299-304.

LI, M.; SMIDTS, C. **A ranking of software engineering measures based on expert opinion**. IEEE Transactions on Software Engineering, v. 29, n.9, 2003, p. 811–824.

LIKERT, R. **A technique for measurement of attitudes**. Archives of Psychology, 1932, 140, p. 5-55.

LOCKYER, L.; HEATHCOTE, E.; DAWSON, S. **Informing Pedagogical Action: Aligning Learning Analytics With Learning Design**. American Behavioral Scientist, 2013, v.57, n. 10, p. 1439–1459.

LUZ, Bayona-Ore; ZAVALA, Ronald Fernández; CRUZ, María Luyo. **Expert opinion process: applications in education**. In: International Conference on Education Technology and Computers (ICETC '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2018, p. 172–176.

MACFADYEN, L. P.; DAWSON, S.; PARDO, A.; GAŠEVIĆ, D. **Embracing Big Data in Complex Educational Systems: The Learning Analytics Imperative and the Policy Challenge**. Research and Practice Journal, v. 9, winter, 2014.

MANSO-VÁZQUEZ, M.; CAEIRO-RODRÍGUEZ, M.; LLAMAS-NISTAL, M. **An xAPI Application Profile to Monitor Self-Regulated Learning Strategies**. IEEE Access, v. 6, 2018, p. 42467-42481.

MARTIN, Drík; JÁN, Skalka; JOZEF, Kapusta; PETER, Švec. **Proposal of Learning Analytics Architecture Integration into University IT Infrastructure**. In: International Conference Application of Information and Communication Technologies 17-19 Oct 2018. Almaty, Kazakhstan.

MEJIA, C.; FLORIAN, B.; VATRAPU, R.; BULL, S.; GOMEZ, S.; FABREGAT, R. **A Novel Web-Based Approach for Visualization and Inspection of Reading Difficulties on University Students**. IEEE Transactions on Learning Technologies, v. 10, n. 1, p. 53-67, 1 Jan.-Mar. 2017.

MENCHACA, Iratxe; GUENAGA, Mariluz; SOLABARRIETA, Josu. **Using learning analytics to assess project management skills on engineering degree courses**.

In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 369–376.

MERCADO-VARELA, Martín Alonso; GARCÍA-HOLGADO, Alicia; GARCÍA-PEÑALVO, Francisco J.; RAMÍREZ-MONTOYA, María Soledad. **Analyzing navigation logs in MOOC: a case study.** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 873–880.

MÖDRITSCHER, Felix; ANDERGASSEN, Monika; NEUMANN, Gustaf. **Dependencies between E-Learning Usage Patterns and Learning Results.** In: International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies. ACM, New York, NY, USA, Artigo 24, 2013, p. 1–8.

MONTEIRO, Erasmo L.; MACIEL, Rita S. Pitangueira. **Maturity Models Architecture: A large systematic mapping.** *iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação (Brazilian Journal of Information Systems)*, v. 13, n. 2, 2020, p. 110-140.

MUSLIM, Arham; CHATTI, Mohamed Amine; MAHAPATRA, Tanmaya; SCHROEDER, Ulrik. **A rule-based indicator definition tool for personalized learning analytics.** In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 264-273.

NESPEREIRA, Celia González; VILAS, Ana Fernández; REDONDO, Rebeca P. Díaz. **Am I failing this course? risk prediction using e-learning data.** In Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 271–276.

NIETO, Y. Vanessa; DÍAZ, V. G.; MONTENEGRO, C. E. **Academic decision making model for higher education institutions using learning analytics.** In: International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI), Olten, 2016, p. 27-32.

OVIATT, S.; HANG, K.; ZHOU, J.; YU, K.; CHEN, F. **Dynamic Handwriting Signal Features Predict Domain Expertise.** *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, v.8, n.3, Artigo 18 (July 2018), 21 páginas.

PARDO, Abelardo; ELLIS, Robert A.; CALVO, Rafael A. **Combining observational and experiential data to inform the redesign of learning activities.** In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '15). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2015, p. 305–309.

PEDHAZUR, E. J.; SCHMELKIN, L. P. **Measurement, design, and analysis: An integrated approach.** Psychology Press, 2013.

PEREIRA JR, H. A.; SOUZA, A. F. D.; MENEZES, C. S. D. **A Computational Architecture for Learning Analytics in Game-Based Learning.** In: International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Austin, TX, 2016, p. 191-193.

PINHEIRO, José Maurício dos Santos. **Da Iniciação Científica ao TCC: Uma Abordagem para os Cursos de Tecnologia.** 1ª edição. Ciência Moderna, 2010.

PRATES, Luciana Carla Lins. **Aplicando Síntese Temática em Engenharia de Software.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Universidade Salvador e Universidade Estadual de Feira de Santana.

PUTRA, Faisal A.T.; SANTOSO, Harry B.; Aji, RIZAL F. **Evaluation of learning analytics metrics and dashboard in a software engineering project course.** Global Journal of Engineering Education, v. 20, n. 3, 2018.

RAGHUVVEER, V. R.; TRIPATHY, B. K. **Multi Dimensional Analysis of Learning Experiences over the E-learning Environment for Effective Retrieval of Los.** In: International Conference on Technology for Education, Clappana, 2014, p. 168-171.

RAU, M. A., ALEVEN, V.; RUMMEL, N. **Sequencing Sense-Making and Fluency-Building Support for Connection Making between Multiple Graphical Representations.** In Joseph L. Polman, Eleni A. Kyza, D. Kevin O'Neill, Iris Tabak, William R. Penuel, A. Susan Jurow, Kevin O'Connor, Tiffany Lee, and Laura D'Amico (Eds.). Learning and Becoming in Practice: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS), v. 2. Colorado, CO: International Society of the Learning Sciences, 2014, p. 977-981.

RAYÓN, Alex; GUENAGA, Mariluz; NÚÑEZ, Asier. **Supporting competency-assessment through a learning analytics approach using enriched rubrics.** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 291–298.

RIOFRIO, G.; ENCALADA, E.; GUAMÁN, D.; AGUILAR, J. **Business intelligence applied to learning analytics in student-centered learning processes.** In: Latin American Computing Conference (CLEI), Arequipa, 2015, p. 1-10.

RUIPÉREZ-VALIENTE, J. A., MUÑOZ-MERINO, P. J., LEONY, D., & KLOOS, C. D. **ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform.** Computers in Human Behavior, v.47, 2015, p. 139-148.

RUIZ, Javier Santofimia; DÍAZ, Héctor J. Pijeira; RUIPÉREZ-VALIENTE, José A.; MUÑOZ-MERINO, Pedro J.; KLOOS, Carlos Delgado. **Towards the development of a learning analytics extension in open edX.** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 299-306.

SANCHO, J. **Learning Opportunities for Mass Collaboration Projects Through Learning Analytics: a Case Study.** IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, v. 11, n. 3, p. 148-158, Ago. 2016.

SANTOS, Jose Luis; GOVAERTS, Sten; VERBERT, Katrien; DUVAL, Erik. **Goal-oriented visualizations of activity tracking: a case study with engineering students.** In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK

'12), Simon Buckingham Shum, Dragan Gasevic, and Rebecca Ferguson (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 2012, p. 143-152.

SCLATER, Niall. **Developing a code of practice for learning analytics**. *Journal of Learning Analytics*, v.3, n.1, 2016, p. 16–42.

SEN, A.; RAMAMURTHY, K.; SINHA, A. P. **A Model of Data Warehousing Process Maturity**. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 38, n. 2, p. 336-353, Mar-Apr. 2012.

SIEMENS, G.; DAWSON, S.; LYNCH, G. **Improving the quality and productivity of the higher education sector: policy and strategy for systems-level deployment of learning analytics**. Society for Learning Analytics Research. December 2013.

SIEMENS, George; BAKER, Ryan S. J.d. **Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration**. In: *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12)*, Simon Buckingham Shum, Dragan Gasevic, and Rebecca Ferguson (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 2012, p. 252-254.

SILVA, Fernando Selleri. **Um modelo para garantia da qualidade de software: combinando maturidade e agilidade**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

SMITH, V. C.; LANGE, A.; HUSTON, D. R.; **Predictive Modeling to Forecast Student Outcomes and Drive Effective Interventions in Online Community College Courses**. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, v. 16, n. 3, p. 51–61, 2012.

SOLTANPOOR, Reza; THEVATHAYAN, Charles; D'SOUZA, Daryl. **Adaptive remediation for novice programmers through personalized prescriptive quizzes**. In: *ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2018)*. ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 51–56.

SOMMERVILLE, Ian; RANSOM, Jane. **An empirical study of industrial requirements engineering process assessment and improvement**. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, v.14, n. 1, Jan. 2005, p. 85-117.

SORIA, I. M. de; ALONSO, J.; ORUE-ECHEVARRIA, L.; Vergara, M. **Developing an enterprise collaboration maturity model: Research challenges and future directions**. In: *IEEE International Technology Management Conference (ICE)*, Leiden, 2009, p. 1-8.

STAALDUINEN, Jan-Paul van; LAET, Tinne De; BROOS, Tom; LEITNER, Philipp; EBNER, Martin; SIDDLE, Rebecca; FOSTER, Ed. **Data collection for learning analytics**. STELA Erasmus+ Project, 2015.

SUN, J. C. Y.; LIN, C. T.; CHOU, C. **Applying Learning Analytics to Explore the Influence of Online Learners' Motivation on Their Online Learning Behavioral Patterns**. In: *International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, Kumamoto, 2016, p. 377-380.

SUNGKUR, R. K.; SANTALLY, M. I.; PEERUN, S.; WAH, R. F. Y. W. T. **TrueSight Learning** - an innovative tool for Learning Analytics. In: IEEE International Conference on Emerging Technologies and Innovative Business Practices for the Transformation of Societies (EmergiTech), Balaclava, 2016, p. 235-240.

SWENSON, J. **Establishing an ethical literacy for learning analytics**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK 14), ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 246-250.

TAN, Jennifer Pei-Ling; KOH, Elizabeth. **Situating learning analytics pedagogically: towards an ecological lens**. Learning: Research and Practice, v. 3, n.1, 2017, p. 1-11.

TEMPELAAR, DT; RIENTIES, B; GIESBERS, B. **In search for the most informative data for feedback generation: Learning Analytics in a data-rich context**. Computers in Human Behavior 47, 2015, p. 157-167.

TLILI, A.; ESSALMI, F.; JEMNI, M.; KINSHUK. **An educational game for teaching computer architecture: Evaluation using learning analytics**. In: International Conference on Information & Communication Technology and Accessibility (ICTA), Marrakech, 2015, p. 1-6.

TSAI, Y.-S.; GAŠEVIĆ, D. **The State of Learning Analytics in Europe** – Executive Summary – SHEILA (Executive summary), 2017b. Disponível em: <http://sheilaproject.eu/2017/04/18/thestate-of-learning-analytics-in-europe-executive-summary/>

TSAI, Y.-S.; MORENO-MARCOS, P. M.; JIVET, I.; SCHEFFEL, M.; TAMMETS, K.; KOLLOM, K.; GAŠEVIĆ, D. **The SHEILA framework: informing institutional strategies and policy processes of learning analytics**. Journal of Learning Analytics, v. 5, n. 3, 2018, p. 5–20.

TSAI, Yi-Shan; GASEVIC, Dragan. **Learning analytics in higher education --- challenges and policies: a review of eight learning analytics policies**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 233-242.

UNIÃO EUROPEIA. **Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions**. Towards a thriving data-driven economy {SWD(2014) 214 final}. Brussels, 2.7.2014.

VELSEN, L. van; HERMENS, H.; D'HOLLOSY, W. O. N. **A maturity model for interoperability in eHealth**. In: International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), Munich, 2016, p. 1-6.

VIRVOU, M.; ALEPIS, E.; SIDIROPOULOS, S. C. **A learning analytics tool for supporting teacher decision**. In: International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), Corfu, 2015, p. 1-3.

WENDLER, Roy. **The maturity of maturity model research**: A systematic mapping study. *Inf. Softw. Technol.*, v. 54, n. 12, dez. 2012, p. 1317-1339.

XU, Y. **Knowledge Management in Big Data Times**. In: International Conference on Big Data and Cloud Computing, Dalian, 2015, p. 168-171.

YANOSKY, Ronald. **Institutional Data Management in Higher Education**. ECAR Key Findings. December 2009.

YASSINE, S.; KADRY, S.; SICILIA, M. A. **A framework for learning analytics in moodle for assessing course outcomes**. In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Abu Dhabi, 2016, p. 261-266.

YULIANTO, S.; LIM, C.; SOEWITO, B. **Information security maturity model**: A best practice driven approach to PCI DSS compliance. In: IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP), Bali, 2016, p. 65-70.

ZHAO, H., WANG, Y. and YANG, Liyou. **Research on distance education based on cloud computing**". In: International Conference on Pervasive Computing and Applications (ICPCA). Port Elizabeth, 2011, p. 343 – 348.

APÊNDICE A — LISTA DE ESTUDOS PRIMÁRIOS SELECIONADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

ADRAOUI, M.; RETBI, A.; IDRISSE, M. K.; BENNANI, S. **Social learning analytics to describe the learners' interaction in online discussion forum in Moodle.** In: International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Ohrid, 2017, p. 1-6.

AGUIAR, E.; CHAWLA, N. V.; BROCKMAN, J.; AMBROSE, G. A.; GOODRICH, V. **Engagement vs performance: using electronic portfolios to predict first semester engineering student retention.** In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 103–112.

AHADI, A.; HELLAS, A.; LISTER, R. **A Contingency Table Derived Method for Analyzing Course Data.** ACM Trans. Comput. Educ., v. 17, n. 3, Article 13 (Ago 2017), 19 páginas.

AHADI, A.; LISTER, R.; HAAPALA, H.; VIHAVAINEN, A. **Exploring Machine Learning Methods to Automatically Identify Students in Need of Assistance.** In: International Computing Education Research (ICER '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 121–130.

ALJOHANI, N. R.; DAVIS, H. C. **Learning Analytics and Formative Assessment to Provide Immediate Detailed Feedback Using a Student Centered Mobile Dashboard.** In: International Conference on Next Generation Mobile Apps, Services and Technologies, Prague, 2013, p. 262-267.

AL-SHABANDAR, R.; HUSSAIN, A.; LAWS, A.; KEIGHT, R.; LUNN, J.; RADI, N. **Machine learning approaches to predict learning outcomes in Massive open online courses.** In: International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Anchorage, AK, 2017, p. 713-720.

ARIAEINEJAD, A.; SAMAVI, R.; CHAN, T. M.; DOYLE, T. E. **A performance predictive model for emergency medicine residents.** In: International Conference on Computer Science and Software Engineering (CASCON '17). IBM Corp., USA, 2017, p. 28–37.

BALDERAS, A.; GALÁN-PIÑERO, Á.; HERNÁNDEZ, J. A. C.; GÓMEZ, G. R.; DODERO, J.; PALOMO-DUARTE, M. **Domain-driven competence assessment in virtual learning environments**. Application to planning and time management skills. In: Int. Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, 2014, p. 121-126.

BARALIS, E.; CAGLIERO, L.; FARINETTI, L.; MEZZALAMA, M.; VENUTO, E. **Experimental Validation of a Massive Educational Service in a Blended Learning Environment**. In: IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Turin, 2017, p. 381-390.

BARMAKI, R.; HUGHES, C. E. **Providing Real-time Feedback for Student Teachers in a Virtual Rehearsal Environment**. In: International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, 531–537.

BOROUJENI, M. S.; DILLENBOURG, P. **Discovery and temporal analysis of latent study patterns in MOOC interaction sequences**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 206–215.

BOS, N.; BRAND-GRUWEL, S. **Student differences in regulation strategies and their use of learning resources: implications for educational design**. In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 344–353.

BROOKS, C.; THOMPSON, C.; TEASLEY, S. **A time series interaction analysis method for building predictive models of learners using log data**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 126–135.

Brown, M. G.; DeMonbrun, R. M.; Lonn, S.; Aguilar, S. J.; Teasley, S. D. **What and when: the role of course type and timing in students' academic performance**. In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 459–468.

BULMER, J.; PINCHBECK, A.; HUI, B. **Visualizing Code Patterns in Novice Programmers**. In: Western Canadian Conference on Computing Education (WCCCE '18). ACM, New York, NY, USA, Artigo 7, 2018, p. 1–6.

CARTER, A. S.; HUNDHAUSEN, C. D. **Using Programming Process Data to Detect Differences in Students' Patterns of Programming**. In: ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '17). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2017, p. 105–110.

CARTER, A. S.; HUNDHAUSEN, C. D.; ADESOPE, O. **The Normalized Programming State Model: Predicting Student Performance in Computing Courses Based on Programming Behavior**. In: International Conf. on International Computing Education Research (ICER '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 141–150.

CHOI, E.; COLEMAN, C.; SIENKIEWICZ, T.; WOJCIK, K. **Investigating an Intervention System to Increase User Engagements on an Educational Social Q&A**. In: Conference on Interaction Design and Children (IDC '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 561–566.

CROSSLEY, S.; LIU, R.; MCNAMARA, D. **Predicting math performance using natural language processing tools**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 339–347.

CROSSLEY, S.; PAQUETTE, L.; DASCALU, M.; MCNAMARA, D. S.; BAKER, R. S. **Combining click-stream data with NLP tools to better understand MOOC completion**. In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 6–14.

DIMITROVA, V.; MITROVIC, A.; PIOTRKOWICZ, A.; Lau, L.; WEERASINGHE, A. **Using Learning Analytics to Devise Interactive Personalised Nudges for Active Video Watching**. In: Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization (UMAP '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 22–31.

ESNASHARI, S.; GARDNER, L.; WATTERS, P. **Clustering Student Participation: Implications for Education**. In: International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), Krakow, 2018, p. 313-318.

EZ-ZAOUIA, M.; LAVOUÉ, E. **EMODA: a tutor oriented multimodal and contextual emotional dashboard**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, 429–438.

FANCSALI, S. E.; ZHENG, G.; TAN, Y.; RITTER, S.; BERMAN, S. R.; A. GALYARDT. **Using embedded formative assessment to predict state summative test scores.** In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 161–170.

FERGUSON, R.; WEI, Z.; HE, Y.; SHUM, S. B. **An evaluation of learning analytics to identify exploratory dialogue in online discussions.** In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 85–93.

FERNANDEZ-MEDINA, C.; PÉREZ-PÉREZ, J. R.; ÁLVAREZ-GARCÍA, V. M.; PAULE-RUIZ, M. P. **Assistance in computer programming learning using educational data mining and learning analytics.** In: ACM conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 237–242.

FIORINI, S.; SEWELL, A.; BUMBALOUGH, M.; CHAUHAN, P.; SHEPARD, L.; REHREY, G.; GROTH, D. **An application of participatory action research in advising-focused learning analytics.** In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 89–96.

FONSECA, D.; REDONDO, E. **Are the architecture students prepared for the use of mobile technology in the classroom?** In: International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 481–487.

FONSECA, N. G.; MACEDO, L.; MENDES, A. J. **CodeInsights: Monitoring programming students' progress.** In Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016 (CompSysTech '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 375–382.

FRATAMICO, L.; PEREZ, S.; ROLL, I. **A Visual Approach towards Knowledge Engineering and Understanding How Students Learn in Complex Environments.** In: ACM Conference on Learning @ Scale (L@S '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 13–22.

GARDNER, J.; BROOKS, C. **Coenrollment networks and their relationship to grades in undergraduate education**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 295–304.

GOTTIPATI, S.; SHANKARARAMAN, V.; GAN, S. **A conceptual framework for analyzing students' feedback**. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Indianapolis, IN, 2017, p. 1-8.

GRAMOLI, V.; CHARLESTON, M.; JEFFRIES, B.; KOPRINSKA, I.; MCGRANE, M.; RADU, A.; VIGLAS, A.; YACEF, K. **Mining autograding data in computer science education**. In: Australasian Computer Science Week Multiconference (ACSW '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, Artigo 1, p. 1–10.

GUERRERO-HIGUERAS, Á. M.; DECASTRO-GARCÍA, N.; MATELLÁN, V.; CONDE, M. Á. **Predictive models of academic success: a case study with version control systems**. In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 306–312.

HALATCHLIYSKI, I.; HECKING, T.; GÖHNERT, T.; HOPPE, H. U. **Analyzing the flow of ideas and profiles of contributors in an open learning community**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 66–74.

HECKING, T.; CHOUNTA, I.; HOPPE, H. U. **Investigating social and semantic user roles in MOOC discussion forums**. In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 198–207.

HECKING, T.; ZIEBARTH, S.; HOPPE, H. U. **Analysis of dynamic resource access patterns in a blended learning course**. In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 173–182.

HLOSTA, M.; ZDRAHAL, Z.; ZENDULKA, J. **Ouroboros: early identification of at-risk students without models based on legacy data**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 6–15.

HOLMES, M.; LATHAM, A.; CROCKETT, K.; O'SHEA, J. D. **Near Real-Time Comprehension Classification with Artificial Neural Networks: Decoding e-**

Learner Non-Verbal Behavior. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 11, n. 1, p. 5-12, 1 Jan-Mar 2018.

HOLSTEIN, K.; HONG, G.; TEGENE, M.; MCLAREN, B. M.; ALEVEN, V. **The classroom as a dashboard**: co-designing wearable cognitive augmentation for K-12 teachers. In: *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18)*. ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 79–88.

HOLSTEIN, K.; MCLAREN, B. M.; ALEVEN, V. **SPACLE**: investigating learning across virtual and physical spaces using spatial replays. In: *International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17)*. ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 358–367.

HUI, B.; FARVOLDEN, S. **How Can Learning Analytics Improve a Course?** In: *Western Canadian Conference on Computing Education (WCCCE '17)*. ACM, New York, NY, USA, 2017, Artigo 1, p. 1–6.

JAYAKODY, J.; PERERA, I. **Enhancing competencies of less-able students to achieve learning outcomes**: Learner aware tool support through Business intelligence. In: *International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, Bangkok, 2016, p. 154-160.

KOESTER, B. P.; FOGEL, J.; MURDOCK, W.; GROM, G.; MCKAY, T. A. **Building a transcript of the future**. In: *International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17)*. ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 299–308.

KOPEINIK, S.; LEX, E.; SEITLINGER, P.; ALBERT, D.; LEY, T. **Supporting collaborative learning with tag recommendations**: a real-world study in an inquiry-based classroom project. In: *International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17)*. ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 409–418.

KOULOCHERI, E.; SOUMLIS, A.; XENOS, M. **Applying Learning Analytics in an Open Personal Learning Environment**: A Quantitative Approach. In: *Panhellenic Conference on Informatics*, Piraeus, 2012, p. 290-295.

LAN, A. S.; STUDER, C.; BARANIUK, R. G. **Time-varying learning and content analytics via sparse factor analysis**. In: *international conference on Knowledge discovery and data mining (KDD '14)*. ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 452–461.

LAVETI, R. N.; KUPPILI, S.; CH, J.; PAL, S. N.; BABU, N. S. C. **Implementation of learning analytics framework for MOOCs using state-of-the-art in-memory computing.** In: National Conference on E-Learning & E-Learning Technologies (ELELTECH), Hyderabad, 2017, p. 1-6.

LEE, A. V. Y.; TAN, S. C. **Temporal analytics with discourse analysis:** tracing ideas and impact on communal discourse. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 120–127.

LONG, Y.; HOLSTEIN, K.; V. ALEVEN. **What exactly do students learn when they practice equation solving?** refining knowledge components with the additive factors model. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 399–408.

LÓPEZ, S. L. S.; REDONDO, R. P. D.; VILAS, A. F. **Is interpersonal participation relevant to pass?** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 319–325.

LUZARDO, G.; GUAMÁN, B.; CHILUIZA, K.; CASTELLS, J.; OCHOA, X. **Estimation of Presentations Skills Based on Slides and Audio Features.** In: ACM workshop on Multimodal Learning Analytics Workshop and Grand Challenge (MLA '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 37–44.

MANGAROSKA, K.; SHARMA, K.; GIANNAKOS, M.; TRÆTTEBERG, H.; DILLENBOURG, P. **Gaze insights into debugging behavior using learner-centred analysis.** In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 350–359.

MANSO-VÁZQUEZ, M.; CAEIRO-RODRÍGUEZ, M.; LLAMAS-NISTAL, M. **An xAPI Application Profile to Monitor Self-Regulated Learning Strategies.** IEEE Access, v. 6, p. 42467-42481, 2018.

MEJIA, C.; FLORIAN, B.; VATRAPU, R.; BULL, S.; GOMEZ, S.; FABREGAT, R. **A Novel Web-Based Approach for Visualization and Inspection of Reading Difficulties on University Students.** IEEE Transactions on Learning Technologies, v. 10, n. 1, p. 53-67, 1 Jan-Mar 2017.

MENCHACA, I.; GUENAGA, M.; SOLABARRIETA, J. **Using learning analytics to assess project management skills on engineering degree courses.** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 369–376.

MÉNDEZ, G.; OCHOA, X.; CHILUIZA, K. **Techniques for data-driven curriculum analysis.** In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 148–157.

MERCADO-VARELA, M. A.; GARCÍA-HOLGADO, A.; GARCÍA-PEÑALVO, F. J.; RAMÍREZ-MONTOYA, M. S. **Analyzing navigation logs in MOOC: a case study.** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 873–880.

MITRI, D.; SCHEFFEL, M.; DRACHSLER, H.; BÖRNER, D.; TERNIER, S.; SPECHT, M. **Learning pulse: a machine learning approach for predicting performance in self-regulated learning using multimodal data.** In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 188–197.

MITTAL, M.; SUREKA, A. **Process mining software repositories from student projects in an undergraduate software engineering course.** In: International Conference on Software Engineering (ICSE Companion 2014). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 344–353.

MÖDRITSCHER, F.; ANDERGASSEN, M.; NEUMANN, G. **Dependencies between E-Learning Usage Patterns and Learning Results.** In: International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies. ACM, New York, NY, USA, 2013, Artigo 24, p. 1–8.

MOHAN, M. G. M.; AUGUSTIN, S. K.; ROSHNI, V. S. K. **A BigData approach for classification and prediction of student result using MapReduce.** In: IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS), Trivandrum, 2015, p. 145-150.

MOLINA-CARMONA, R.; VILLAGRÁ-ARNEDO, C.; GALLEGO-DURÁN, F.; LLORENS-LARGO, F. **Analytics-driven redesign of an instructional course.** In:

International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2017). ACM, New York, NY, USA, Artigo 41, 2017, p. 1–7.

MOURI, K.; OGATA, H.; UOSAKI, N. **Learning analytics in a seamless learning environment**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 348–357.

MURATA, M.; KAKESHITA, T. **Analysis Method of Student Achievement Level Utilizing Web-Based Programming Education Support Tool Pgtacer**. In: International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), Kumamoto, 2016, p. 316-321.

NESPEREIRA, C. G.; DAI, K.; REDONDO, R. P. D.; VILAS, A. F. **Is the LMS access frequency a sign of students' success in face-to-face higher education?** In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 283–290.

NESPEREIRA, C. G.; VILAS, A. F.; REDONDO, R. P. D. **Am I failing this course? risk prediction using e-learning data**. In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 271–276.

NEYEM, A.; DIAZ-MOSQUERA, J.; MUNOZ-GAMA, J.; NAVON, J. **Understanding Student Interactions in Capstone Courses to Improve Learning Experiences**. In: ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 423–428.

OVIATT, S.; HANG, K.; ZHOU, J.; YU, K.; CHEN, F. **Dynamic Handwriting Signal Features Predict Domain Expertise**. ACM Trans. Interact. Intell. Syst, v. 8, n. 3, Artigo 18 (Jul 2018), 21 páginas.

PARK, J.; DENARO, K.; RODRIGUEZ, F.; SMYTH, P.; WARSCHAUER, M. **Detecting changes in student behavior from clickstream data**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 21–30.

PERSON, T.; MOTA, J. M.; LISTÁN, M. C.; RUIZ-RUBE, I.; DODERO, J. M.; BARRENO, F. R.; PATINO, C. M.; SERVÁN, A. R.; Pérez, J. M. V. **Authoring of educational mobile apps for the mathematics-learning analysis**. In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 299–305.

PRIETO, L. P.; SHARMA, K.; DILLENBOURG, P.; JESÚS, M. **Teaching analytics: towards automatic extraction of orchestration graphs using wearable sensors**. In: International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p.148–157.

QUIGLEY, D.; OSTWALD, J.; SUMNER, T. **Scientific modeling: using learning analytics to examine student practices and classroom variation**. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 329–338.

RAYON, A.; GUENAGA, M.; NUNEZ, A. **Ensuring the integrity and interoperability of educational usage and social data through Caliper framework to support competency-assessment**. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, Madrid, 2014, p. 1-9.

RAYÓN, A.; GUENAGA, M.; NÚÑEZ, A. **Supporting competency-assessment through a learning analytics approach using enriched rubrics**. In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 291–298.

Redondo, E.; Regot, J.; Fonseca, D.; Valls, F.; Giménez, L. **What is the question? impact of question length and illustration support on the success and skip rates of preuniversity mock online tests**. In: International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 91–97.

ROS, S.; LÁZARO, J. C.; ROBLES-GÓMEZ, A.; CAMINERO, A. C.; TOBARRA, L.; PASTOR, R. **Analyzing Content Structure and Moodle Milestone to Classify Student Learning Behavior in a Basic Desktop Tools Course**. In: International

Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2017). ACM, New York, NY, USA, 2017, Artigo 42, p.1–6.

RUIPÉREZ-VALIENTE, J. A.; MUÑOZ-MERINO, P. J.; GASCÓN-PINEDO, J. A.; KLOOS, C. D. **Scaling to Massiveness With ANALYSE**: A Learning Analytics Tool for Open edX. IEEE Transactions on Human-Machine Systems, v. 47, n. 6, p. 909-914, Dez. 2017.

SCHEFFEL, M.; DRACHSLER, H.; KREIJNS, K.; KRAKER, J.; SPECHT, M. **Widget, widget as you lead, I am performing well indeed!** using results from an exploratory offline study to inform an empirical online study about a learning analytics widget in a collaborative learning environment. In: International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 2017, p. 289–298.

SCHÖN, M.; EBNER, M.; KOTHMEIER, G. **It's just about learning the multiplication table**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12). ACM, New York, NY, USA, 2012, p. 73–81.

SHERIN, B. **Using computational methods to discover student science conceptions in interview data**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12). ACM, New York, NY, USA, 2012, 188–197.

SOLTANPOOR, R.; THEVATHAYAN, C.; D'SOUZA, D. **Adaptive remediation for novice programmers through personalized prescriptive quizzes**. In: Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE 2018). ACM, New York, NY, USA, 2018, p. 51–56.

SUTHERS, D. **From contingencies to network-level phenomena**: multilevel analysis of activity and actors in heterogeneous networked learning environments. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, 368–377.

TEMIYASATHIT, N.; PUNYABUKKANA, P.; SUCHATO, A. **Course periodic behavior modelling and its application in LMS activity prediction**. In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Abu Dhabi, 2016, p. 1164-1174.

Thompson, K. **Using micro-patterns of speech to predict the correctness of answers to mathematics problems**: an exercise in multimodal learning analytics. In: International conference on multimodal interaction (ICMI '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 591–598.

WONG, G. K. W.; LI, S. Y. K. **Academic Performance Prediction Using Chance Discovery from Online Discussion Forums**. In: IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Atlanta, GA, 2016, p. 706-711.

WONG, G. K. W.; LI, S. Y. K.; WONG, E. W. Y. **Analyzing academic discussion forum data with topic detection and data visualization**. In: IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), Bangkok, 2016, p. 109-115.

WORSLEY, M.; BLIKSTEIN, P. **Towards the development of multimodal action based assessment**. In: International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, p. 94–101.

XING, W.; WADHOLM, B.; S. GOGGINS. **Learning analytics in CSCL with a focus on assessment**: an exploratory study of activity theory-informed cluster analysis. In: International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '14). ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 59–67.

YANG, S.; DOMENICONI, C.; REVELLE, M.; SWEENEY, M.; GELMAN, B. U.; BECKLEY, C.; JOHRI, A. **Uncovering Trajectories of Informal Learning in Large Online Communities of Creators**. In: ACM Conference on Learning @ Scale (L@S '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 131–140.

APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO PRELIMINAR

O questionário foi concebido e enviado em inglês por meio do *Google Forms*. A tradução para o português e as demais adaptações de formato necessárias para adequação desse instrumento ao modelo desta tese foram realizadas. Os resultados estão dispostos a seguir:

Prezado pesquisador.

Estamos conduzindo um estudo a fim de entender os processos necessários para apoiar a adoção de *Learning Analytics* em Instituições de Ensino Superior. Com esta finalidade, um modelo preliminar que contempla um conjunto de processos, agrupados em categorias, foi previamente definido após uma extensiva revisão da literatura.

Este questionário é destinado a profissionais e pesquisadores da área de *Learning Analytics* e visa avaliar esse modelo preliminar especialmente no que diz respeito à completude. Os resultados da avaliação servirão de base para o desenvolvimento de um Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*.

Ressaltamos que sua participação é fundamental para a conclusão de nossa tese de doutorado e todas as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins acadêmicos, garantindo sigilo completo sobre dados pessoais.

O tempo médio previsto para o preenchimento do questionário é de 5 minutos.

Quaisquer dúvidas solicitamos entrar em contato por e-mail com a autora desta pesquisa (Elyda Freitas, elsx@cin.ufpe.br).

Muito obrigada pela colaboração.

Parte 1 – Questionário sobre os Processos para Adoção de *Learning Analytics*

Figura 22 — Processos Necessários à Adoção de LA, Agrupados em Categorias

Categorias	Áreas de Processos
Gestão dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> - Aquisição de Dados - Qualidade de Dados - Propriedade dos dados (data ownership) - Infraestrutura (Arquitetura / Integração de Dados)
Administração e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> - Financiamento - Liderança - Identificação e envolvimento dos stakeholders - Comunicação - Capacitação dos stakeholders
Apoio Pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento pedagógico das soluções - Alinhamento das necessidades da instituição às teorias e evidências pedagógicas - Apoio na interpretação dos resultados
Análise de Dados	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de soluções próprias - Aquisição de soluções prontas - Avaliação da eficácia das soluções
Legislação, Privacidade e Ética	<ul style="list-style-type: none"> - Política de Uso dos dados - Permissões (informed consent/ opt-out) - Adequação às leis e normas locais e nacionais

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

1. No que se refere às categorias, informe a importância que cada uma delas tem para apoiar a adoção de <i>Learning Analytics</i> :	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante
Gestão dos Dados	<input type="checkbox"/>				
Administração e Capacitação	<input type="checkbox"/>				
Apoio Pedagógico	<input type="checkbox"/>				
Análise de Dados	<input type="checkbox"/>				
Legislação, Privacidade e Ética	<input type="checkbox"/>				

1. Você identifica categorias necessárias para a adoção de LA e que estão fora do modelo preliminar? Se sim, por favor informe abaixo.

Com relação às Áreas de Processos, informe a importância que cada uma delas tem para apoiar a adoção de *Learning Analytics*:

3. Categoria: Gestão dos Dados	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante
Aquisição de Dados	<input type="checkbox"/>				
Qualidade de Dados	<input type="checkbox"/>				

Propriedade dos Dados (<i>data ownership</i>)	<input type="checkbox"/>				
Infraestrutura (Arquitetura / Integração de Dados)	<input type="checkbox"/>				

4. Categoria: Administração e Capacitação	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante
Financiamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liderança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identificação e envolvimento dos <i>stakeholders</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comunicação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacitação dos <i>stakeholders</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Categoria: Apoio Pedagógico	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante
Planejamento pedagógico das soluções	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alinhamento das necessidades da instituição às teorias e evidências pedagógicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Apoio na interpretação dos resultados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Categoria: Análise de Dados	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante
Desenvolvimento de soluções próprias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aquisição de soluções prontas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avaliação da eficácia das soluções	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Categoria: Legislação, Privacidade e Ética	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante
Política de uso dos dados	<input type="checkbox"/>				
Permissões (<i>informed consent / opt-out</i>)	<input type="checkbox"/>				
Adequação às leis e normas locais e nacionais	<input type="checkbox"/>				

Parte 2 – No que se refere ao modelo preliminar:

8. Você identifica algum tópico importante para a adoção de LA e que está faltando no modelo proposto? Se sim, por favor informe abaixo.

Isto é, um tópico que deveria ser considerado quando da adoção de LA e que está faltando nas categorias e áreas de processos propostas.

9. Você considera que o modelo proposto está completo? Justifique.

Isto é, todas as categorias e áreas de processos que deveriam ser consideradas quando da adoção de LA foram listadas.

Parte 3 – Perfil

10. Qual o mais alto grau ou nível de educação você completou?

Graduação Mestrado Doutorado ou superior

11. Qual a sua idade?

18-30 anos 31-45 anos 46-60 anos 61 anos ou mais

12. Qual seu cargo atual?

Reitor / diretor de ensino Professor / pesquisador Analista de Sistemas Outro. Qual?

13. Há quanto tempo você trabalha com *Learning Analytics*?

Até 5 anos entre 6 e 10 anos mais de 11 anos Eu nunca trabalhei com LA

Consentimento:

Eu concordo em participar da pesquisa. Entendo o objetivo e a natureza deste estudo e estou participando voluntariamente. Entendo que posso me retirar do estudo a qualquer momento, sem nenhuma penalidade ou consequência.

APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO MMALA (MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE *LEARNING ANALYTICS*)

O questionário foi confeccionado na ferramenta *Online Surveys*³⁰, da empresa JISC (do Reino Unido). E enviado aos especialistas em inglês. A tradução para o português e as demais adaptações de formato necessárias para adequação desse instrumento ao modelo desta tese foram realizadas. Os resultados estão dispostos a seguir:

O MMALA visa descrever as atividades necessárias para que uma Instituição de Ensino Superior adote LA e alcance gradualmente níveis mais altos de maturidade nesse campo. O MMALA é composto por categorias e áreas de processo, como segue:

Quadro 19 — MMALA, suas Categorias e Áreas de Processos

Categorias	Áreas de Processos
Gestão dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisição de Dados (DA) – Qualidade de Dados (DQ) – Propriedade dos Dados (DO) – Infraestrutura (INF)
Administração e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> – Financiamento (FUN) – Liderança (LEA) – Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i> (SII) – Comunicação (COM) – Capacitação dos <i>Stakeholders</i> (STR)
Apoio Pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> – Planejamento Pedagógico das Soluções (PPS) – Apoio na Interpretação dos Resultados (SIR) – Intervenção Baseada nos Resultados (RBI)
Análise de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de Soluções Próprias (DOS) – Aquisição de Soluções Prontas (ACQ) – Avaliação da Eficácia das Soluções (EVA)
Legislação, Privacidade e Ética	<ul style="list-style-type: none"> – Legislação, Privacidade e Ética (LPE)

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Cada área de processo possui as seções de Propósito, Objetivos e Práticas Funcionais (agrupadas nos níveis 1 a 4). Este questionário pretende avaliar essas seções. Só é possível avançar para o próximo nível de maturidade depois de executar todas as práticas funcionais definidas na etapa anterior.

³⁰ <https://www.onlinesurveys.ac.uk/>. Acesso: 25/06/2020.

Instruções de Preenchimento

- Pedimos gentilmente que você justifique suas respostas quando solicitado, uma vez que as justificativas são essenciais para a avaliação final do MMALA;
- O *link* para baixar cada categoria a ser avaliada está disponível no início de cada página deste questionário (a partir da próxima página).

Permissão

Por favor, informe seu nome:

Todas as informações fornecidas serão mantidas em sigilo e serão usadas apenas para a avaliação do modelo e para publicações acadêmicas. No entanto, se você concordar em participar, gostaríamos de pedir permissão para incluir seu nome como um dos especialistas que avaliaram o MMALA. Por favor, escolha uma opção:

- Concordo em participar e permito que meu nome seja incluído no estudo.
- Concordo em participar e não permito que meu nome seja incluído no estudo.

Cargo

Por favor, selecione a descrição que melhor se adapta à sua função principal em projetos de *Learning Analytics* nos últimos cinco anos:

- Reitor / diretor de ensino Professor / pesquisador Analista de Sistemas Outro. Qual?

Categoria de Gestão dos Dados (Clique aqui para baixar a categoria)

Na categoria de Gestão dos Dados, os propósitos estão descritos corretamente?

Área de Processo	Sim, o propósito está descrito corretamente.	Não, o propósito precisa ser atualizado (ou seja, algumas melhorias ou alterações precisam ser feitas). Qual deve ser o propósito? Por quê?
Aquisição de Dados	<input type="checkbox"/>	
Qualidade de Dados	<input type="checkbox"/>	
Propriedade de Dados	<input type="checkbox"/>	
Infraestrutura	<input type="checkbox"/>	

Na categoria Gestão dos Dados, os objetivos estão descritos corretamente?

Área de Processo	Sim, os objetivos estão descritos corretamente.	Não, algum(ns) objetivo(s) precisa(m) ser atualizado(s) (ou seja, algumas melhorias ou alterações precisam ser feitas). Qual(is)? Por quê? Descreva as atualizações necessárias	Não, algum(ns) objetivo(s) precisa(m) ser excluído(s). Qual(is)? Por quê?
Aquisição de Dados	<input type="checkbox"/>		
Qualidade de Dados	<input type="checkbox"/>		
Propriedade de Dados	<input type="checkbox"/>		
Infraestrutura	<input type="checkbox"/>		
Eu acho que deve(m) ser incluído(s) este(s) objetivo(s): Por favor, informe os motivos para incluir o(s) objetivo(s) sugerido(s), bem como a área de processo adequada a ser adicionada.			

Na categoria Gestão dos Dados, as Práticas Funcionais (níveis 1 a 4) estão descritas corretamente para atingir aos objetivos definidos em cada área de processo?

Área de Processo	Sim, as práticas funcionais estão descritas corretamente.	Não, algum(as) prática(s) funcional(is) precisa(m) ser atualizadas (ou seja, algumas melhorias ou alterações precisam ser feitas). Qual? Por quê? Descreva as atualizações necessárias.	Não, algum(as) prática(s) funcional(is) precisa(m) ser excluída(s). Qual? Por quê?
Aquisição de Dados	<input type="checkbox"/>		
Qualidade de Dados	<input type="checkbox"/>		
Propriedade de Dados	<input type="checkbox"/>		
Infraestrutura	<input type="checkbox"/>		
Eu acho que deve ser incluída esta(s) prática(s) funcional(is): Por favor, informe os motivos para incluir a(s) prática(s) funcional(is) sugerida(s), bem como o nível adequado e a área de processo a serem adicionadas.			

(As questões se repetem para todas as categorias)

Considerações Finais

Em relação ao MMALA, em que medida você concorda ou discorda de cada uma das seguintes afirmações:

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Fortemente
O MMALA pode apoiar instituições de ensino superior na adoção de LA	<input type="checkbox"/>				

e orientá-las para um uso mais maduro de LA					
Uma instituição de ensino superior pode obter benefícios usando este Modelo de Maturidade para Adoção de Learning Analytics	<input type="checkbox"/>				
MMALA é um guia abrangente para apoiar a adoção de LA e seu progresso	<input type="checkbox"/>				

Se desejar, use este espaço para fazer outros comentários sobre o MMALA.

Obrigado

Obrigado pela disposição e cooperação em participar de nossa pesquisa.

Para obter mais informações sobre o MMALA, clique aqui (não é necessário para esta avaliação). Neste espaço, o MMALA completo foi disponibilizado aos avaliadores.

APÊNDICE D — MMALA: MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE *LEARNING ANALYTICS* (VERSÃO FINAL)

Este apêndice apresenta a versão final do MMALA, Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*, um guia gratuito que visa auxiliar as Instituições de Ensino Superior que desejem empregar LA. O modelo é composto por 16 áreas de processos, organizadas em 5 categorias, conforme Quadro 20.

Quadro 20 — Categorias e Áreas de Processos do MMALA, em sua Versão Final

Categorias	Áreas de Processos
Gestão dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisição de Dados (DA) – Qualidade de Dados (DQ) – Propriedade dos Dados (DO) – Infraestrutura (INF)
Governança e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> – Financiamento (FUN) – Liderança (LEA) – Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i> (SII) – Comunicação (COM) – Capacitação dos <i>Stakeholders</i> (STR)
Apoio Pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> – Planejamento Pedagógico das Soluções (PPS) – Apoio na Interpretação dos Resultados (SIR) – Intervenção Baseada nos Resultados (RBI)
Análise de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de Soluções Próprias (DOS) – Aquisição de Soluções Prontas (ACQ) – Avaliação da Eficácia das Soluções (EVA)
Legislação, Privacidade e Ética	<ul style="list-style-type: none"> – Legislação, Privacidade e Ética (LPE)

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

A seguir são descritas em detalhes cada uma das áreas de processos do MMALA.

1.1. Gestão dos Dados: Aquisição de Dados

1.1.1. Propósito

Obter dados úteis sobre estudantes e professores.

1.1.2. Objetivos

- Identificar e prover acesso a fontes de dados que podem ser utilizadas para análises dos dados em LA, ampliando variedade de análises possíveis;
- Adquirir dados sob critérios éticos e de privacidade previamente definidos, excluindo do escopo dados que não contribuem para o progresso do processo de ensino e aprendizagem; e
- Estimular a avaliação prévia dos custos da aquisição dos dados.

1.1.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Legislação, Ética e Privacidade: Contém as diretrizes para definição de critérios para a utilização ética dos dados, garantindo a privacidade dos professores e estudantes e a legitimidade das iniciativas; e
- Infraestrutura: Fornece informações sobre a infraestrutura de Tecnologia da Informação que podem dar suporte à implementação das atividades de aquisição de dados.

1.1.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

DA 1.1. São utilizados predominantemente processos manuais para obtenção dos dados necessários às análises.

DA 1.2. Não estão explícitos os critérios utilizados para seleção dos dados para os projetos de LA.

Os dados são utilizados em conformidade com a legislação vigente, no entanto, critérios como utilidade para o processo de ensino e aprendizagem ou critérios estratégicos da instituição não são formalmente avaliados nesta etapa.

DA 1.3. Estão disponíveis dados apenas de um grupo restrito de estudantes, por exemplo, estudantes de um determinado curso.

Exemplos de dados utilizados nesse nível:

- Arquivos de *log* coletados por meio dos Sistemas de Gestão de Aprendizagem;
- Dados sociodemográficos;
- Dados históricos de notas e presenças dos estudantes; e

- Dados de acesso à biblioteca.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Arquivos que contêm os dados a serem utilizados.

Nível 2: Inicial

DA 2.1. São realizados ajustes nos LMS para a aquisição de dados mais específicos às necessidades dos projetos de LA, os quais se podem obter por meio de modificações simples, mas que não existem por padrão nos LMS.

DA 2.2. Cada projeto define critérios próprios para a obtenção e utilização de dados, de acordo com a legislação vigente e com as normas da instituição.

Os critérios são definidos pelos líderes desses projetos e sua equipe e consideram tanto questões éticas, quanto de privacidade e legais.

DA 2.3. Dados de estudantes de diferentes departamentos podem ser obtidos para análises.

DA 2.4. São registrados todos os projetos que solicitam acesso aos dados dos estudantes e os respectivos responsáveis pelos mesmos.

O objetivo é manter um registro dos dados utilizados e os respectivos responsáveis. O registro pode ser mantido pelo setor de Tecnologia da Informação, por exemplo.

Exemplos de dados utilizados nesse nível:

- Registros de visualização de vídeos;
- Registros de interação entre os estudantes e entre estudantes e professores;
- Dados textuais; e
- *Clickstream*.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos critérios utilizados para aquisição dos dados na concepção de cada projeto; e
- Registros dos projetos e responsáveis que têm acesso aos dados.

Nível 3: Estruturado

DA 3.1. Há um conjunto de ferramentas disponíveis aos projetos de LA que ajudam a automatizar a aquisição de dados.

DA 3.2. São adquiridos dados de projetos específicos de LA que estão em uso na instituição, como *dashboards*.

DA 3.3. São adquiridos dados de fontes externas à instituição, como mídias sociais, desde que relacionados a experiências de ensino e aprendizagem.

DA 3.4. É possível combinar dados de múltiplas fontes, sejam eles de sistemas internos ou externos à instituição.

DA 3.5. A aquisição de dados é orientada pelos objetivos estratégicos da instituição para o uso de LA, respeitando também critérios éticos e de privacidade constantes nas normas e resoluções internas da instituição.

DA 3.6. Dados de estudantes de toda a instituição podem ser obtidos para análises.

DA 3.7. Os custos para aquisição dos dados não são especificados em detalhes, o que pode levar a projetos de aquisição de dados inacabados.

Exemplos de dados utilizados nesse nível:

- Registros de aprendizagem realizados em redes sociais;
- Dados obtidos por meio de questionários específicos de cada projeto ou questionários de auto-avaliação (como o questionário LASSI);
- Dados de microinterações, tais como avaliações rápidas (curtidas, *emotes* que demonstram sentimentos do usuário sobre determinados temas ou objetos de aprendizagem);
- Dados de uso das ferramentas de LA, como *dashboards*; e
- Dados multimodais.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Registros das fontes utilizadas para aquisição de dados; e
- Planos de integração de Dados.

Nível 4: Sistemático

DA 4.1. São obtidos dados de atividades presenciais, utilizando-se equipamentos específicos, como videogames, óculos de realidade virtual, *eye-tracker*, sensores, dispositivos móveis.

DA 4.2. Os custos da aquisição dos dados solicitados pelos projetos são calculados, permitindo um planejamento mais adequado dessa aquisição.

DA 4.3. Há um plano para aquisição de dados definido e aprovado pelas partes interessadas.

O plano especifica quais tipos de dados são estratégicos para os projetos futuros de LA, projetos com prioridade na aquisição de dados, e os responsáveis pela execução do plano. Este é revisado periodicamente.

DA 4.4. Há um processo definido e aprovado pelas partes interessadas de autorização para o acesso aos dados para uso em projetos de LA.

Para ter acesso aos dados, os responsáveis pelos projetos devem formalizar questões como: objetivo da utilização desses dados, critérios de avaliação para inclusão desses dados (por exemplo, se são úteis para apoiar o ensino e aprendizagem), identificação de fontes autorizadas, autoridades de aprovação, avaliação de custos, responsável pela obtenção dos dados e cumprimento da Política de Uso dos Dados da instituição.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Planilhas que descrevem os custos de aquisição dos dados em detalhes;
- Plano de Aquisição dos Dados; e
- Especificação do processo de autorização de acesso aos dados.

1.2. Gestão dos Dados: Qualidade de Dados

1.2.1. Propósito

Uma das barreiras que impedem o uso sistemático e efetivo de LA é a qualidade dos dados (TSAI *et al.*, 2018). Portanto, o propósito desta área de processo é definir processos que garantam a qualidade dos dados a serem utilizados nos projetos de *Learning Analytics*.

1.2.2. Objetivos

- Apoiar a definição dos critérios para avaliação de qualidade dos dados;
- Definir responsáveis pelos processos de qualidade dos dados;
- Avaliar a qualidade dos dados; e
- Executar ações para melhorar a qualidade dos dados a fim de minimizar os problemas de acurácia.

1.2.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Aquisição de dados: define as prioridades na aquisição de dados, os quais devem ser priorizados também nas tarefas relacionadas à qualidade dos dados;
- Infraestrutura: define padrões a serem seguidos para garantir a qualidade dos dados.

1.2.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

DQ1.1. Não há processos formalmente estabelecidos para apoiar a Qualidade de Dados.

DQ1.2. O processo de limpeza dos dados é executado manual e localmente, na etapa de pré-processamento, quando são observadas inconsistências durante a execução de projetos de LA.

As inconsistências detectadas são ajustadas apenas no conjunto de dados utilizado para LA a fim de não afetarem a confiabilidade dos projetos, no entanto, os dados armazenados podem permanecer inconsistentes.

DQ1.3. Os critérios que definem a qualidade dos dados não estão claros ou variam de acordo com cada projeto.

DQ1.4. Não há um responsável (ou equipe responsável) por medir e manter a qualidade dos dados.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Listas de inconsistências identificadas e solucionadas em cada projeto.

Nível 2: Inicial

DQ2.1. São adotadas ações isoladas que contribuem com a Qualidade de Dados, ainda que os processos não estejam formalmente estabelecidos.

As equipes de TI e LA trocam informações sobre inconsistências identificadas que resultam em ações voltadas para melhoria da qualidade de dados.

DQ2.2. As inconsistências identificadas durante a execução de projetos de LA resultam em um procedimento de limpeza no local onde os dados estão armazenados.

DQ2.3. Os responsáveis e as ferramentas a serem utilizadas para a limpeza dos dados são formalmente definidos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails ou relatórios que informam inconsistências detectadas pelas equipes;
- Relatórios de execução de tarefas de Limpeza dos Dados; e
- Documentos que formalizam a equipe de Limpeza de Dados e suas responsabilidades.

Nível 3: Estruturado

DQ3.1. Há processos padronizados, formalmente estabelecidos e documentados, para determinar o Perfil de Dados (*Data Profiling*).

O perfil de dados costuma ser o primeiro passo para a avaliação da qualidade de dados e permite analisar os dados armazenados levando a um maior entendimento sobre seu conteúdo, indicando desvios e ajudando a definir os requisitos de qualidade.

DQ3.2. Há processos padronizados, formalmente estabelecidos e documentados, para avaliação de qualidade dos dados a fim de identificar pontos de melhoria.

O resultado da avaliação gera ações de melhoria de qualidade.

DQ3.3. Há um processo de limpeza de dados estabelecido e seguido, o qual analisa os conjuntos de dados disponíveis para uso em projetos de LA periodicamente.

Os conjuntos de dados são analisados de acordo com a demanda dos projetos de LA.

DQ3.4. A instituição define critérios uniformes para avaliação da qualidade de dados para os seus projetos, havendo um planejamento de como alcançá-los. Esses critérios podem ser, por exemplo, acurácia, consistência, completude, integridade, prontidão.

DQ3.5. Os custos das atividades de qualidade de dados (perfil de dados, avaliação de qualidade e limpeza) são conhecidos e analisados com relação aos benefícios para a instituição. Tanto no que se refere aos projetos preventivos quanto corretivos da qualidade dos dados.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos processos de Perfil de Dados;
- Especificação dos processos de Limpeza de Dados;
- Especificação dos critérios de qualidade de dados definidos em nível institucional; e
- Planilhas de custos das atividades relacionadas à Qualidade de Dados.

Nível 4: Sistemático

DQ4.1. Existem processos e ferramentas que ajudam a garantir a qualidade dos dados em todo o ciclo de vida dos sistemas (isto é, desde a entrada até a análise dos dados), de acordo com os critérios de qualidade previamente definidos.

DQ4.2. Os dados a serem utilizados em projetos de LA passam por processos avançados e padronizados de Perfil de Dados, avaliação de qualidade e de limpeza de dados, sempre que necessárias.

Um planejamento define a periodicidade, os dados a serem analisados (os quais constam no planejamento para aquisição de dados e estão alinhados aos objetivos institucionais), as técnicas e procedimentos de avaliação, os objetivos da avaliação e os responsáveis por cada tarefa.

DQ4.3. Existe uma Política de Qualidade de Dados definida e aprovada pelas partes interessadas.

Nessa política estão definidos os processos a serem realizados, critérios e objetivos de qualidade, escopo, as ferramentas utilizadas e os responsáveis pela qualidade dos dados.

DQ4.4. Uma equipe qualificada é responsável pelos processos de Qualidade de Dados na instituição.

DQ4.5. As causas-raiz dos problemas de qualidade de dados são identificadas e solucionadas em sua origem.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação da Política de Qualidade de Dados;
- Documentos que formalizam a equipe de Qualidade de Dados e suas responsabilidades; e
- Relatórios de solução de problemas de qualidade.

1.3. Gestão dos Dados: Propriedade dos Dados

1.3.1. Propósito

Especificar a propriedade dos dados utilizados nos projetos de LA.

1.3.2. Objetivos

- Definir critérios a fim de estabelecer os proprietários dos dados gerados pelas ações dos estudantes e professores;
- Tornar transparentes quais dados sobre ações acadêmicas dos estudantes e professores são armazenados e como são analisados; e
- Tornar acessíveis aos participantes dos projetos os dados sobre os quais têm propriedade.

1.3.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Legislação, Ética e Privacidade: Contém as diretrizes para definição de critérios para o estabelecimento da Propriedade dos Dados;
- Apoio na Interpretação dos Resultados: Dá suporte no processo de interpretação dos resultados e pode auxiliar a tarefa de tornar transparente o processo de análise dos dados; e
- Infraestrutura: Define processos a fim de estabelecer a infraestrutura que permite o acesso dos participantes dos projetos aos dados sobre os quais têm propriedade.

1.3.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

DO1.1. Não há critérios formalmente estabelecidos nos projetos de LA que definam a propriedade sobre os dados.

DO1.2. Os estudantes e professores só conhecem quais dados sobre suas ações acadêmicas são armazenados e analisados após solicitação explícita.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails que requisitam acesso às informações sobre os dados armazenados e respectivas respostas.

Nível 2: Inicial

DO2.1 Os estudantes e professores são consultados sobre a utilização dos seus dados para os projetos de LA, podendo autorizá-la ou não.

DO2.2 Para cada projeto, estão detalhados quais dados serão analisados a fim de obter o consentimento dos participantes.

DO2.3 Os participantes conhecem todos os projetos que utilizam seus dados.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Formulários de consentimento sobre o uso dos dados;
- Especificação dos dados a serem analisados em cada projeto de LA; e
- Catálogo disponível aos participantes dos projetos que utilizam seus dados.

Nível 3: Estruturado

DO3.1 São definidos os critérios que classificam os dados considerados de propriedade dos estudantes, da instituição e de outras partes interessadas, como agências governamentais, uniforme para todos os projetos de LA.

DO3.2 Os estudantes e professores conhecem quais dados sobre suas ações são armazenados e os propósitos de armazenamento e análise dos mesmos.

DO3.3 Estão claros como os dados são analisados (isto é, como funciona o algoritmo utilizado para análise), trazendo maior transparência ao processo de análise de dados.

DO3.4 Os proprietários são responsáveis por decidir questões sobre o uso de seus dados.

Isso inclui a decisão sobre o uso dentro da instituição e o compartilhamento com terceiros. A exceção são aqueles dados considerados primordiais para o gerenciamento acadêmico básico do aluno. Todas as exceções devem ser justificadas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos critérios de propriedade dos dados e propósito do armazenamento;
- Modelos ou diagramas que explicam os algoritmos de análise de dados nos projetos; e
- Definição dos dados considerados primordiais para o gerenciamento acadêmico básico do aluno.

Nível 4: Sistemático

DO4.1 Os usuários podem acessar os dados sobre os quais têm propriedade.

DO4.2 Existe uma política aprovada e seguida que define a propriedade dos dados e está alinhada aos objetivos da instituição e às questões legais e éticas.

Essa política define os critérios de propriedade, quem tem acesso aos dados em questão e o ciclo de vida dos dados, incluindo as ações a serem tomadas quando o curso acabar. Expõe-se, também, direitos e responsabilidades sobre seu uso.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação da Política de Propriedade dos Dados.

1.4. Gestão dos Dados: Infraestrutura

1.4.1. Propósito

Apoiar o estabelecimento de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação compatível com as necessidades dos projetos de *Learning Analytics*.

1.4.2. Objetivos

- Planejar o estabelecimento e a evolução da infraestrutura de TI das instituições para dar suporte aos projetos de LA;
- Gerenciar os recursos de TI a fim de que os projetos de LA possam escalar em quantidade de usuários e dados;
- Prover suporte técnico para pesquisadores e usuários nos projetos de LA;
- Estabelecer processos e critérios para hospedagem e armazenamento dos dados dos projetos de LA;
- Estabelecer uma arquitetura para os projetos de LA; e
- Garantir segurança e privacidade dos dados dos estudantes.

1.4.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Legislação, Ética e Privacidade: Contém as diretrizes para definição de critérios de segurança e privacidade dos dados;

- Aquisição dos Dados: Define políticas e processos que guiam a aquisição de dados e autorização de acesso aos dados; e
- Capacitação dos *stakeholders*: engloba a necessidade de capacitação dos profissionais de TI para lidar com as demandas dos projetos de LA.

1.4.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

INF1.1 A infraestrutura de TI instituída e a equipe de TI atendem parcialmente aos projetos de LA, visto que seu objetivo principal é manter o funcionamento dos sistemas acadêmicos existentes.

INF1.2 Não há um processo definido a fim de permitir a utilização da infraestrutura de TI para hospedagem e armazenamento de dados gerados pelos projetos de LA nos servidores.

O acesso à infraestrutura é permitido se houver conformidade com legislação vigente. No entanto, os critérios que definem o acesso ou não a esta infraestrutura não estão claros.

INF1.3 Cada projeto de LA segue uma arquitetura própria (no que se refere à definição de seus componentes e comunicação entre eles).

INF1.4 A infraestrutura de TI permite aos usuários acesso a dados sensíveis apenas sobre eles mesmos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails de solicitação de acesso aos servidores para hospedagem dos projetos de LA;
- Definição de usuários e senhas para os usuários de projetos de LA.

Nível 2: Inicial

INF2.1 A equipe de TI colabora com os projetos de LA, de acordo com as demandas solicitadas pelos pesquisadores e usuários das aplicações.

A colaboração se dá tanto para o desenvolvimento das aplicações como para o suporte técnico eventual a professores e estudantes, necessário durante a utilização das soluções de LA.

INF2.2 A infraestrutura disponível permite o uso de dados não estruturados.

INF2.3 A autorização para acesso aos dados dos estudantes passa pela análise da gerência, visto que não há critérios formalmente estabelecidos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails de solicitação de acesso aos dados dos estudantes; e
- E-mails que registram a colaboração entre a equipe de TI e LA.

Nível 3: Estruturado

INF3.1 Os requisitos de infraestrutura requeridos para a execução dos projetos de LA são definidos e aprovados pelas partes interessadas (em geral, desenvolvedores e equipe de TI).

INF3.2 Há uma política definida e aprovada para utilização dos recursos de TI e acesso aos dados.

Essa política inclui os critérios de aceitação para acesso aos recursos e padrões que devem ser seguidos pelos projetos.

INF3.3 Existe um planejamento para evolução da infraestrutura de TI, que engloba as necessidades dos projetos de LA.

Devem estar explícitos os objetivos dos projetos, recursos necessários, custos e os resultados que se deseja alcançar com novas aquisições de equipamentos.

INF3.4 Existe uma equipe de TI responsável e recursos que permitem o planejamento e a execução de projetos que utilizam diferentes fontes de dados (integração de dados).

Existe um Plano de Integração de Dados no qual as tecnologias são avaliadas, os procedimentos para integração são documentados, os protocolos de interconexão são definidos e os custos de integração são detalhados. A equipe de TI é multidisciplinar e capacitada. Desse modo, o acesso aos dados é facilitado e isso pode ser feito por meio de projetos de *data marts* ou *data warehouse*, por exemplo.

INF3.5 Há técnicos de TI formalmente designados para o suporte técnico a professores e estudantes na utilização das soluções de LA.

INF3.6 O armazenamento dos dados é realizado de modo a garantir a segurança e privacidade dos estudantes e professores.

INF3.7 Há uma arquitetura definida e aprovada, à qual os projetos de LA devem atender para sua integração à infraestrutura da instituição.

Como exemplo de arquiteturas, podem ser citadas: *Open Learning Analytics (OLA) Project* ou *xAPI*.

INF3.8 Os dados para a realização de análises estão acessíveis por meio de API e há um padrão a ser seguido, o qual é definido e aprovado pelas partes interessadas.

INF3.9 A infraestrutura da instituição é documentada e as mudanças são aprovadas pelas partes interessadas, gerando atualizações nessa documentação.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação da Política de utilização dos recursos de TI;
- Especificação do Plano de Integração de Dados;
- Documentos que formalizam o estabelecimento do(s) técnico(s) de TI para o suporte técnico das soluções de LA;
- Especificação da Arquitetura para Projetos de LA e seus padrões;
- API de acesso aos dados e seus padrões; e
- Documentação da Infraestrutura de TI.

Nível 4: Sistemático

INF4.1 Existe uma infraestrutura dedicada para a realização e manutenção de projetos de LA e uma equipe qualificada e dedicada para atender às demandas.

Isso inclui um repositório de dados centralizado, que pode ser um *Learning Record Store*, e a capacidade de adequar a infraestrutura para executar ferramentas de LA adquiridas ou desenvolvidas.

INF4.2 Há políticas e planos formalmente estabelecidos para a manutenção e evolução da infraestrutura de TI.

INF4.3 A infraestrutura de TI permite a execução de projetos de larga escala, incluindo *Big Data*.

INF4.4 A infraestrutura disponível permite o acesso dos proprietários aos seus dados, sejam eles estudantes, professores ou outras partes interessadas, desde que previamente autorizadas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Política e Plano de Evolução da Infraestrutura de TI.

1.5. Governança e Capacitação: Financiamento

1.5.1. Propósito

Garantir o provimento de recursos para o programa de *Learning Analytics*, apoiando a continuidade das iniciativas.

1.5.2. Objetivos

- Planejar o provisionamento de recursos para os projetos de LA;
- Definir prioridades para o financiamento de projetos de LA;
- Apoiar financeiramente a continuidade dos projetos de LA; e
- Entender os custos dos projetos de LA e seu retorno para a instituição.

1.5.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Aquisição de Dados, Qualidade de Dados, Infraestrutura, Capacitação dos *Stakeholders*, Comunicação, Desenvolvimento de Soluções Próprias, Aquisição de Soluções Prontas: especificam processos e políticas que requerem investimentos.

1.5.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

FUN1.1 Os recursos para os projetos de LA são obtidos sob demanda, quando solicitados por meio de propostas redigidas pelos pesquisadores.

FUN1.2 Para obter recursos, os projetos de LA concorrem com os demais projetos de pesquisa em programas de financiamento da instituição.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Editais de pesquisa.

Nível 2: Inicial

FUN2.1 Para a obtenção de recursos, os projetos de LA passam a ser avaliados pela gestão, junto aos projetos estratégicos da instituição.

No entanto, os projetos de LA são avaliados sob os mesmos critérios de avaliação dos demais projetos.

FUN2.2 Cada projeto de LA estipula seu orçamento seguindo critérios próprios.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Planilhas orçamentárias de cada projeto.

Nível 3: Estruturado

FUN3.1 O Planejamento Estratégico da instituição inclui recursos destinados especificamente aos projetos de LA.

Os recursos se destinam tanto à execução de novos projetos quanto à continuidade de projetos em andamento bem como a capacitação da equipe.

FUN3.2 Há um conjunto de critérios próprios definidos e aprovados pelas partes interessadas, alinhado aos propósitos de utilização de LA pela instituição, o qual define as prioridades para financiamento dos projetos.

FUN3.3 Os custos do programa de LA são conhecidos e cada projeto determina seu orçamento de acordo com um modelo de financiamento de projetos de LA definido pela instituição.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Planejamento Estratégico da instituição com recursos planejados para LA;
- Especificação dos critérios de prioridade de financiamento dos projetos de LA; e
- Especificação do Modelo para Financiamento de Projetos de LA.

Nível 4: Sistemático

FUN4.1 Existe um Programa de Financiamento para LA, aprovado pelas partes interessadas.

O programa é revisado anualmente e define os objetivos da instituição com a implementação de LA (inclusive objetivos financeiros, o que pode incluir a redução de custos, por exemplo), os requisitos para financiamento dos projetos de LA, prioridades no financiamento e o modelo de prestação de contas.

FUN4.2 O financiamento de projetos de LA está alinhado aos objetivos da instituição que, por sua vez, inclui a utilização de LA.

FUN4.3 A instituição é capaz de determinar o impacto financeiro do programa de LA sobre a instituição (e não apenas os custos) e se o mesmo tem atingido os objetivos financeiros esperados.

Esse estudo ajuda a determinar a efetividade do programa de financiamento de LA, ajudando a reavaliá-lo.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação do Programa de Financiamento para LA;
- Relatórios sobre os impactos financeiros do programa de LA.

1.6. Governança e Capacitação: Liderança

1.6.1. Propósito

Definir lideranças que orientem a condução do programa de LA a fim de proporcionar uniformidade no andamento dos projetos.

1.6.2. Objetivos

- Estabelecer lideranças para os projetos e para o programa de LA;
- Coordenar a execução dos projetos de LA na instituição; e
- Apoiar a inclusão de LA no Planejamento Estratégico da Instituição.

1.6.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*: fornece as orientações para o envolvimento dos *stakeholders* nos projetos de LA, o que deve ser conduzido pela liderança; e
- Comunicação: estabelece as diretrizes para comunicação sobre LA, a qual também deve ser gerida pela liderança.

1.6.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

LEA1.1 Não há uma liderança formalmente estabelecida pela instituição para conduzir o andamento dos projetos de LA.

LEA1.2 Os projetos são executados em silos, com comunicação deficiente ou inexistente entre os líderes de projetos.

LEA1.3 LA não está incluída no Planejamento Estratégico da Instituição.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails e outros meios informais são utilizados para comunicação das ações sobre LA.

Nível 2: Inicial

LEA2.1 Há a identificação de lideranças locais na execução dos projetos de LA.

LEA2.2 As ações dos projetos de LA passam a ser coordenadas informalmente por um líder a fim de atingirem seus objetivos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Documentos que formalizam o estabelecimento de grupos de trabalho sobre LA.

Nível 3: Estruturado

LEA3.1 Há uma liderança capacitada e formalmente estabelecida pela instituição, reconhecida pela alta gerência e pelos seus pares.

A liderança tem habilidades e competências para a condução dos projetos.

LEA3.2 A liderança estabelecida pela instituição tem autonomia para a tomada de decisões sobre os projetos de LA, as quais ocorrem em cooperação às ações da alta gerência.

LEA3.3 Há papéis e responsabilidades definidos para os profissionais que executam projetos de LA no nível de grupos de pesquisa, departamento e instituição.

LEA3.4 A liderança planeja, conduz e soluciona conflitos do programa de *Learning Analytics* com autonomia.

LEA3.5 Há ações organizadas pela liderança para estimular o envolvimento de estudantes e profissionais de diferentes departamentos, de modo a minimizar problemas de resistência a mudanças.

LEA3.6 O Planejamento Estratégico da instituição inclui LA.

Este plano define os objetivos para o uso de LA. Também estabelece o cronograma para atingí-los, o orçamento, os *stakeholders* e suas responsabilidades, o ambiente institucional (ameaças e oportunidades) e um plano de ação.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Documentos que formalizam o estabelecimento da liderança e suas responsabilidades;

- Especificação dos papéis de cada profissional nos projetos de LA; e
- Especificação de LA no Planejamento Estratégico da Instituição.

Nível 4: Sistemático

LEA4.1 Existe uma equipe de apoio para gestão dos projetos de LA.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Documentos que formalizam o estabelecimento da equipe de gestão e suas responsabilidades.

1.7. Governança e Capacitação: Identificação e Envolvimento dos Stakeholders

1.7.1. Propósito

Orientar o envolvimento dos *stakeholders* nos projetos de LA.

1.7.2. Objetivos

- Identificar *stakeholders* importantes para o programa de LA;
- Apoiar a definição dos papéis dos *stakeholders* e suas responsabilidades; e
- Estimular a participação dos *stakeholders* nos projetos de LA.

1.7.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Comunicação: estabelece as diretrizes para comunicação dos projetos de LA, o que fornece apoio nas ações para o envolvimento dos *stakeholders*.

1.7.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

SII1.1. Os projetos de LA acontecem principalmente pela ação de indivíduos e em projetos de pesquisa dos quais participa uma quantidade limitada de estudantes.

SII1.2. Não estão identificados claramente os *stakeholders* de cada projeto.

SII1.3. As responsabilidades dos *stakeholders* nos projetos de LA não estão definidas claramente.

SII1.4. Não há envolvimento da alta gerência na execução dos projetos de LA.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Estabelecimento de grupos de trabalho.

Nível 2: Inicial

- SII2.1. Os projetos de LA ocorrem com o envolvimento de diferentes *stakeholders* (estudantes, educadores, professores, administradores, técnicos).
- SII2.2. Os *stakeholders* de cada projeto são identificados previamente a fim de que possam contribuir com a realização dos projetos.
- SII2.3. Os membros dos projetos definem as responsabilidades dos seus *stakeholders*.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Levantamento dos *stakeholders* de cada projeto; e
- Especificação das responsabilidades dos *stakeholders* em cada projeto.

Nível 3: Estruturado

- SII3.1. Os *stakeholders* dos projetos são previamente identificados e estão comprometidos com o sucesso do projeto.
- SII3.2. Os *stakeholders* têm papéis e responsabilidades formalmente definidas no programa de LA.
- SII3.3. Os *stakeholders* participam dos projetos, com funções claramente definidas, e trabalhando coordenadamente (equipe de TI, estudantes, professores).
- SII3.4. Há o envolvimento da alta gerência, a qual credita e patrocina a execução dos projetos de LA.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação das funções dos *stakeholders*;
- Formalização das responsabilidades dos *stakeholders* no programa de LA; e
- Formalização das responsabilidades da alta gerência com os projetos de LA.

Nível 4: Sistemático

SII4.1. Há políticas institucionais definidas para fortalecer o envolvimento dos *stakeholders* nos projetos de LA, desde sua concepção, a fim de minimizar problemas de resistência a mudanças.

SII4.2. O *feedback* dos *stakeholders* aperfeiçoa os projetos de LA.

SII4.3. Toda a instituição respalda os projetos de LA e está comprometida com o sucesso dos mesmos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação da Política de Envolvimento dos *Stakeholders*; e
- Especificação dos *feedbacks* dos *stakeholders*.

1.8. Governança e Capacitação: Comunicação

1.8.1. Propósito

Tornar público o programa de LA, expondo seus resultados à instituição e externamente.

1.8.2. Objetivos

- Promover a divulgação de LA como campo de pesquisa;
- Expor continuamente o programa institucional de LA aos *stakeholders*, enfatizando seus objetivos, implicações, limitações e resultados; e
- Comunicar e receber *feedbacks* da instituição a fim de aperfeiçoar projetos e políticas ligadas à Ética e Privacidade.

1.8.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Financiamento: planeja o direcionamento dos recursos para os projetos de LA, o que deve incluir a comunicação; e
- Legislação, Privacidade e Ética: especifica as diretrizes que devem ser divulgadas e discutidas na instituição.

1.8.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad Hoc

COM1.1. Os resultados da execução dos projetos de LA não são comunicados, à exceção dos grupos específicos nos quais estes ocorrem.

A comunicação é descentralizada, realizada por indivíduos que participam dos projetos.

COM1.2. Não estão claramente comunicados aos *stakeholders* os objetivos da execução dos projetos de LA.

COM1.3. Também não estão claramente comunicados os benefícios que LA pode trazer para cada um dos *stakeholders* (alunos, professores, instituição).

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails e relatórios que expõem os resultados dos projetos de LA.

Nível 2: Inicial

COM2.1. Há ações para divulgação do tema LA para diferentes departamentos, por meio de palestras e minicursos.

O foco é a divulgação do recente campo de pesquisa. O nível e a frequência das ações podem variar.

COM2.2. As ações de divulgação incluem informações sobre os projetos em andamento na instituição.

São detalhados os objetivos da execução dos projetos, seus benefícios e resultados obtidos. Tal divulgação pode gerar interesse por parte dos estudantes e professores em conhecer e utilizar as ferramentas de LA.

COM2.3. A legislação e as políticas de privacidade e ética relacionadas ao programa de LA são comunicadas e discutidas largamente com os membros da instituição.

Como resultado, as políticas internas podem ser aprimoradas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Folders de divulgação, apresentações de slides; e
- Especificação do *feedback* dos eventos sobre LA.

Nível 3: Estruturado

COM3.1. Há eventos periódicos para divulgação do programa institucional de *Learning Analytics*.

Nesses eventos, apresenta-se o tema LA e reforça-se o escopo e objetivos dos projetos em andamento aos demais membros da instituição, bem como seus benefícios, resultados obtidos e direitos e deveres dos estudantes nos projetos de LA.

COM3.2. Os canais oficiais da instituição dispõem de informações sobre os projetos de LA, seus envolvidos e os resultados obtidos.

COM3.3. Há um canal de comunicação para que os estudantes avaliem os projetos de LA, garantindo o anonimato dos mesmos.

O canal de comunicação pode incluir uma ouvidoria a fim de acolher críticas, elogios, sugestões, reclamações e denúncias dos envolvidos nos projetos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Atualização do *site* institucional com os projetos e resultados da execução dos projetos de LA; e
- Especificação das informações recebidas pela ouvidoria, garantindo o sigilo e anonimato dos estudantes.

Nível 4: Sistemático

COM4.1. Há um plano estratégico de comunicação definido, aprovado e revisado anualmente pelas partes interessadas para o Programa de *Learning Analytics*, o qual reflete os objetivos da instituição com o uso de LA.

O plano define a periodicidade dos eventos, responsáveis, duração, público-alvo, objetivos de comunicação, tópicos a serem comunicados e a programação.

COM4.2. Os resultados dos projetos são divulgados externamente.

COM4.3. Um Plano de Vendas orienta a negociação das ferramentas de LA para comercialização.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação do Plano de Comunicação;
- Artigos científicos, palestras, entrevistas, *banners* de divulgação; e
- Especificação do Plano de Vendas.

1.9. Governança e Capacitação: Capacitação dos *Stakeholders*

1.9.1. Propósito

Promover ações que permitam habilitar os *stakeholders* para participação nos projetos de LA.

1.9.2. Objetivos

- Capacitar os estudantes para utilização de ferramentas de LA;
- Capacitar os professores para utilização de ferramentas e interpretação dos dados;
- Capacitar a equipe de TI para gestão dos dados e da infraestrutura necessária para a execução dos projetos de LA e também para o desenvolvimento e manutenção de ferramentas de LA; e
- Capacitar os *stakeholders* quanto às políticas institucionais do programa de *Learning Analytics*.

1.9.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*: informa os *stakeholders* que devem ser alcançados pelas ações de capacitação planejadas;
- Apoio na Interpretação dos Resultados: Dá suporte à interpretação dos dados, o que deve ser alvo das ações de capacitação; e
- Legislação, Privacidade e Ética: engloba as diretrizes que devem ser alvo de programas de capacitação.

1.9.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

STR1.1. As ferramentas são desenvolvidas utilizadas por um grupo restrito de usuários, visto que apenas um pequeno grupo tem conhecimento para manipulá-las.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Manuais de uso das ferramentas.

Nível 2: Inicial

STR2.1. Os integrantes dos projetos de LA participam de treinamentos sobre as ferramentas utilizadas.

Os treinamentos habilitam estudantes e professores para utilização de ferramentas e ampliam a quantidade de usuários de LA.

STR2.2. São realizados treinamentos sobre as diretrizes éticas de utilização dos dados, com base na legislação e nas normas e resoluções da instituição.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Materiais de treinamento sobre as ferramentas e sobre legislação, ética e privacidade.

Nível 3: Estruturado

STR3.1. Os treinamentos, que podem ser presenciais ou *online*, são realizados periodicamente com os *stakeholders* (isto é, estudantes, professores, equipe de TI, e demais).

Os treinamentos são planejados com relação ao número de vagas, público-alvo, conteúdo, duração, custos à instituição, periodicidade. Cada grupo recebe treinamentos que são importantes para os projetos, que vão desde a utilização de ferramentas de LA até aqueles necessários à manutenção e à evolução dos serviços de TI na instituição bem como para o desenvolvimento e manutenção de ferramentas de LA.

STR3.2. Os *stakeholders* participam de treinamentos oferecidos por instituições reconhecidas no tema LA a fim de fomentar projetos de inovação.

STR3.3. Os treinamentos realizados são documentados a fim de criar um repositório de conhecimentos.

Além disso, os participantes dos treinamentos se tornam aptos a treinar novos interessados.

STR3.4. Profissionais capacitados são contratados para reforçar a equipe de LA.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação do Plano de Treinamentos; e
- Documentação sobre os treinamentos.

Nível 4: Sistemático

STR4.1. Todas as políticas relacionadas a LA são objeto de treinamento dos *stakeholders*.

O objetivo é criar uma visão unificada do tema LA, seus propósitos na instituição e as diretrizes éticas que a instituição adota.

STR4.2. Uma equipe multidisciplinar desenvolve treinamentos que apoiam os professores na interpretação de dados.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Apresentações sobre as leis e sobre as normas, resoluções e políticas institucionais sobre o uso de LA; e
- Material sobre o treinamento para interpretação dos dados.

1.10. Apoio Pedagógico: Planejamento Pedagógico das Soluções

1.10.1. Propósito

Favorecer a integração de fundamentos pedagógicos nas soluções de LA.

1.10.2. Objetivos

- Considerar os aspectos pedagógicos nas soluções de LA;
- Envolver uma equipe pedagógica no processo de planejamento dos projetos de LA;
- Dar suporte a professores e alunos na utilização de ferramentas de LA; e
- Monitorar as soluções de LA a fim de avaliar se as mesmas atingem os objetivos pedagógicos.

1.10.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Avaliação da Eficácia das Soluções: Contém as diretrizes para avaliação das soluções, podendo nortear a avaliação da eficácia pedagógica das soluções.

1.10.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

PPS1.1. As soluções de LA são planejadas priorizando questões tecnológicas, o que pode levar à negligência dos aspectos pedagógicos.

Em muitos contextos, as soluções de LA são desenvolvidas utilizando-se dos dados disponíveis e das técnicas de análise com as quais os pesquisadores já estão familiarizados, assim, o planejamento das soluções é mais focado nas tecnologias e menos nos objetivos pedagógicos das mesmas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Guias de uso das ferramentas que informam os aspectos considerados em sua concepção.

Nível 2: Inicial

PPS2.1. Os objetivos pedagógicos são considerados no planejamento de soluções de LA.

Para cada ferramenta, são identificados os objetivos pedagógicos que se deseja atingir e o delineamento ao qual a análise dos dados deve seguir a fim de que ela alcance os objetivos planejados. Esta ação é realizada por meio da cooperação entre pedagogos e líderes de projetos de LA.

PPS2.2. A adoção das ferramentas de LA é apoiada por pedagogos, com o intuito de dar suporte ao professor na integração dessas ferramentas às suas práticas pedagógicas.

Estas ações podem ocorrer por meio de palestras, treinamentos, fóruns ou grupos de trabalho.

PPS2.3. Pedagogos orientam os professores e estudantes na utilização das ferramentas e com relação às mudanças que LA pode trazer para o ensino e aprendizado.

Uma equipe de apoio pode ajudar a solucionar dúvidas de estudantes e professores na utilização das novas tecnologias, colaborando também no direcionamento de mudanças pedagógicas, caso necessário.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Levantamento dos objetivos pedagógicos como requisitos das ferramentas;
- e
- Materiais de treinamentos e palestras sobre adoção pedagógica de LA.

Nível 3: Estruturado

PPS3.1. Além dos objetivos pedagógicos, os recursos pedagógicos necessários e as possíveis intervenções a serem realizadas pelos professores são considerados no planejamento do desenvolvimento das ferramentas.

PPS3.2. O planejamento das soluções de LA ocorre necessariamente em conjunto a uma equipe pedagógica e está alinhado às teorias e às evidências pedagógicas.

PPS3.3. A utilização das ferramentas de LA é monitorada por uma equipe pedagógica a fim de avaliar se as mesmas atingem seus objetivos pedagógicos.

Os critérios de avaliação nesse sentido são definidos e aprovados pelas partes interessadas desde a concepção da ferramenta. Podem ser utilizadas pesquisas quantitativas e qualitativas para este fim.

PPS3.4. Os aspectos pedagógicos das soluções são planejados alinhando-se aos objetivos da instituição com o uso de LA.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Levantamento do planejamento pedagógico realizado pelos professores associado aos *datasets* utilizados; e
- Relatórios de avaliação pedagógica das ferramentas.

Nível 4: Sistemático

PPS4.1. Há um conjunto de diretrizes pedagógicas aprovadas para concepção de soluções e utilização de LA na instituição.

PPS4.2. O monitoramento das soluções gera propostas de melhorias para as mesmas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação das diretrizes pedagógicas para o desenvolvimento de ferramentas de LA; e
- Relatórios que identificam sugestões de melhorias das ferramentas.

1.11. Apoio Pedagógico: Apoio na Interpretação dos Resultados

1.11.1. Propósito

Empregar conhecimentos pedagógicos a fim de apoiar pesquisadores, professores e estudantes na interpretação dos resultados apresentados pelas ferramentas de LA.

1.11.2. Objetivos

- Alinhar a interpretação dos dados resultantes das análises ao contexto e aos objetivos pedagógicos previamente definidos;
- Ampliar as perspectivas de interpretação dos resultados das análises realizadas em projetos de LA por meio da participação de pedagogos; e
- Definir diretrizes pedagógicas para a interpretação dos resultados das análises.

1.11.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Planejamento Pedagógico das Soluções: Contém as diretrizes para o planejamento pedagógico, o qual direciona também a interpretação dos dados.

1.11.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

SIR1.1. Os resultados das análises disponíveis nas ferramentas de LA são interpretados majoritariamente pelos seus desenvolvedores, com base nos fundamentos científicos por eles considerados.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Guias de uso das ferramentas que informam os aspectos considerados na análise de dados.

Nível 2: Inicial

SIR2.1. O processo de interpretação dos resultados das análises de LA considera os objetivos pedagógicos definidos para a utilização da ferramenta.

SIR2.2. O processo de interpretação dos resultados das análises de LA é apoiado por pedagogos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação do delineamento pedagógico empregado na interpretação dos dados.

Nível 3: Estruturado

SIR3.1. O processo de interpretação dos resultados das análises de LA considera, além dos objetivos pedagógicos definidos para a utilização da ferramenta, o contexto no qual os dados foram obtidos e as intervenções realizadas pelos professores.

Dado que todas essas questões (objetivos, contexto e as intervenções dos professores) interferem na interpretação dos resultados, é necessário considerá-las nesse processo (LOCKYER *et al.*, 2013). Tal análise pode ser realizada, por exemplo, por meio de métodos qualitativos ou quantitativos.

SIR3.2. Existe uma equipe pedagógica formalmente estabelecida que é responsável pelo planejamento das soluções e, por conseguinte, colabora na interpretação dos dados resultantes das análises de LA.

Tal suporte é fornecido tanto aos usuários das ferramentas quanto aos seus desenvolvedores.

SIR3.3. A interpretação dos resultados é incorporada às ferramentas de LA em formatos de fácil compreensão aos usuários.

Devem ser avaliadas as técnicas mais adequadas para apresentação dos resultados (por exemplo, utilizando-se de técnicas de visualização de dados).

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Levantamento dos objetivos, contexto e das intervenções dos professores associados aos *datasets* utilizados;
- Documentos que formalizam o estabelecimento da equipe pedagógica e suas responsabilidades; e

Nível 4: Sistemático

SIR4.1. As diretrizes para interpretação dos dados de cada projeto são aprovadas pelas partes interessadas.

Isto é, a equipe pedagógica define e as partes interessadas aprovam quais *frameworks* de interpretação de dados a instituição deve adotar em cada ferramenta. Um exemplo de *framework* de interpretação está disponível no trabalho de Bakharia *et al.* (2016).

SIR4.2. Os modelos de interpretação de dados das ferramentas utilizadas em cada um dos projetos de LA estão claros e disponíveis às partes interessadas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação das diretrizes para interpretação dos dados.
- Especificação e publicação dos modelos de interpretação de dados.

1.12. Apoio Pedagógico: Intervenção Baseada nos Resultados

1.12.1. Propósito

Apoiar as ações de intervenção pedagógica com base nos resultados das análises de LA.

1.12.2. Objetivos

- Apoiar a definição de critérios para a realização das intervenções pedagógicas, de modo que atendam aos requisitos legais, éticos e de privacidade;

- Apoiar a ampliação do alcance das intervenções pedagógicas; e
- Envolver uma equipe pedagógica no processo de planejamento, execução e monitoramento das intervenções.

1.12.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Planejamento Pedagógico das Soluções: Orienta o planejamento das soluções de LA, devendo incluir nesse planejamento as intervenções pedagógicas necessárias;
- Apoio na Interpretação dos Resultados: Dá suporte no processo de interpretação dos resultados, os quais deverão fundamentar as ações de intervenção pedagógica;
- Avaliação da Eficácia das Soluções: Contém as diretrizes para avaliação das soluções de LA, o que inclui o êxito das intervenções realizadas pelos professores; e
- Legislação, Privacidade e Ética: Contém as diretrizes para a realização de intervenções que atendam aos critérios legais, éticos e de privacidade.

1.12.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

RBI1.1. As intervenções pedagógicas são realizadas com base nos critérios definidos pelos próprios desenvolvedores das aplicações.

RBI1.2. As intervenções, na maior parte dos casos, são realizadas de forma manual, diretamente pelos professores que utilizam as ferramentas de LA.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Mensagens que relatam as intervenções realizadas pelos professores.

Nível 2: Inicial

RBI2.1. As intervenções pedagógicas são realizadas com base em critérios definidos e aprovados pelos integrantes de cada projeto.

As ações são realizadas de modo uniforme por todos os professores participantes dos projetos de LA.

RBI2.2. As intervenções são realizadas de modo semiautomático, porém com informações personalizadas sobre cada estudante ou professor.

RBI2.3. As intervenções pedagógicas são ampliadas a um maior número de estudantes, como a um curso ou departamento.

RBI2.4. As intervenções ocorrem com a orientação eventual de pedagogos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos critérios para realização de intervenções pedagógicas de cada projeto;
- Especificação das mensagens personalizadas enviadas aos estudantes; e
- Especificação das orientações pedagógicas para a realização de intervenções.

Nível 3: Estruturado

RBI3.1. Os critérios para realização das intervenções pedagógicas são definidos e aprovados pelas partes interessadas no nível institucional.

Todas as intervenções, nos diferentes projetos, ocorrem uniformemente de acordo com os critérios pedagógicos, legais, éticos e de privacidade definidos pela instituição.

RBI3.2. As intervenções ocorrem de maneira automática e personalizada para todos os participantes dos projetos de LA.

As mensagens de *feedback* são concebidas com o apoio da equipe pedagógica.

RBI3.3. Existe uma equipe pedagógica formalmente estabelecida que apoia os professores no planejamento das intervenções pedagógicas.

Para cada intervenção são definidos os objetivos, as ações, resultados esperados e os responsáveis.

RBI3.4. As ações de intervenção são acompanhadas pela equipe pedagógica a fim de avaliar se os resultados estão de acordo com o planejamento.

De modo que, se as intervenções não atenderem aos objetivos previamente estabelecidos, novos direcionamentos podem ser orientados. A equipe pedagógica também dá suporte aos professores e estudantes em caso de dúvidas e dificuldades.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos critérios institucionais para realização de intervenções pedagógicas;

- Documentos que formalizam o estabelecimento da equipe pedagógica e suas responsabilidades;
- Especificação das mensagens de *feedback* para estudantes e professores; e
- Relatórios de avaliação das intervenções e seus resultados. Também devem constar as orientações aos professores sobre eventuais mudanças de estratégia, caso necessário.

Nível 4: Sistemático

RBI4.1. A Política de Uso de Dados define e orienta as intervenções pedagógicas com base nos resultados das análises.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Relatórios de conformidade das intervenções pedagógicas realizadas nos projetos com a Política de Uso de Dados.

1.13. Análise de Dados: Desenvolvimento de Soluções Próprias

1.13.1. Propósito

Apoiar a instituição no planejamento e na execução de soluções de LA.

1.13.2. Objetivos

- Desenvolver e manter soluções que atendam às necessidades da instituição e de *stakeholders* importantes;
- Apoiar o aprimoramento e a evolução do nível de complexidade das soluções desenvolvidas; e
- Envolver diferentes departamentos e profissionais na concepção e no desenvolvimento de soluções de LA.

1.13.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Aquisição de Dados: Direciona a aquisição dos dados a serem utilizados na análise de dados;
- Qualidade de Dados: Contém as diretrizes para avaliação e melhoria da qualidade dos dados a serem utilizados na análise de dados;

- Infraestrutura: Orienta o estabelecimento da infraestrutura de TI necessária para os projetos de LA, sendo eles desenvolvidos ou adquiridos pela instituição;
- Planejamento Pedagógico das Soluções: Orienta o emprego de conceitos pedagógicos no desenvolvimento das soluções;
- Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*: Apoia a identificação de *stakeholders* importantes para apoiar o desenvolvimento de soluções;
- Comunicação: Orienta a comunicação e comercialização de ferramentas; e
- Legislação, Privacidade e Ética: Contém as diretrizes para o desenvolvimento de soluções que atendam aos critérios legais, éticos e de privacidade.

1.13.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

DOS1.1. As soluções são desenvolvidas majoritariamente por pesquisadores em projetos de iniciativa pessoal.

DOS1.2. Os projetos atendem aos objetivos de pesquisa do pesquisador responsável.

DOS1.3. As aplicações de LA desenvolvidas na instituição têm nível de complexidade que pode ser considerado baixo (ver Siemens *et al.*, 2013 sobre o nível de sofisticação de LA).

DOS1.4. As aplicações são utilizadas em turmas ou cursos específicos, com abrangência limitada.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Guias de uso das ferramentas que informam os objetivos que se deseja alcançar.

Nível 2: Inicial

DOS2.1. As soluções de LA desenvolvidas na instituição envolvem um grupo de pesquisadores ou departamento.

Há uma participação mais abrangente dos colaboradores da instituição tanto na concepção quanto na utilização das ferramentas.

DOS2.2. Os projetos de LA atendem aos objetivos do grupo ou departamento nos quais são executados.

DOS2.3. Diferentes *stakeholders* em departamentos diversos utilizam e apoiam tanto a manutenção quanto o aprimoramento das soluções por meio de *feedback* de uso.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Levantamento das necessidades de outros grupos a fim de guiar a concepção e desenvolvimento de ferramentas de LA;
- Relatórios de manutenção das ferramentas; e
- Relatórios de avaliação de uso das ferramentas.

Nível 3: Estruturado

DOS3.1. Há uma equipe de trabalho multidisciplinar formalmente estabelecida para o desenvolvimento e manutenção de soluções de LA.

A equipe de trabalho pode envolver profissionais de diferentes áreas de conhecimento, tais como Educação, Ciência da Computação, Pedagogia, entre outras.

DOS3.2. As soluções de LA são desenvolvidas com base nos objetivos da instituição, havendo um alinhamento entre o interesse da instituição e dos profissionais de pesquisa.

Há um plano de trabalho definido e aprovado pelas partes interessadas para atender ao planejamento estratégico da instituição com o uso de LA.

DOS3.3. As soluções se tornam abrangentes a diferentes departamentos da instituição e às necessidades específicas de cada um deles.

DOS3.4. O nível de complexidade das aplicações de LA é ampliado.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Documentos que formalizam o estabelecimento da equipe de trabalho multidisciplinar de LA e suas responsabilidades; e
- Plano de Trabalho para LA que contém o levantamento dos objetivos da instituição.

Nível 4: Sistemático

DOS4.1. Há um processo definido e aprovado para retirar de uso as soluções de LA.

DOS4.2. Os objetivos de *stakeholders*-chave também são considerados na concepção das soluções de LA.

DOS4.3. Há uma política definida e aprovada para análise do impacto que as ferramentas de LA podem causar sobre a instituição, determinando os critérios para avaliar se as mesmas devem ou não ser desenvolvidas.

Essa política é definida e aprovada pelas partes interessadas e estabelece os possíveis impactos (pedagógicos, financeiros, institucionais, comerciais, entre outros) para a instituição e os critérios de avaliação que ajudam a decidir pelo desenvolvimento ou não da ferramenta.

DOS4.4. As soluções maduras são tornadas públicas e/ou vendidas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação do processo de retirada das soluções de LA;
- O Plano de Trabalho para LA inclui o levantamento dos objetivos de *stakeholders*-chave;
- Especificação da Política de Análise de Impacto; e
- Especificação do Plano de Vendas das ferramentas de LA.

1.14. Análise de Dados: Aquisição de Soluções Prontas

1.14.1. Propósito

Dar suporte ao processo de aquisição de soluções de LA disponíveis na academia e no mercado, sejam elas gratuitas ou não. Essa área de processo foi formulada considerando as atividades contidas na ISO 12207:2017 para aquisição de *software*, devidamente adaptadas ao contexto deste modelo.

1.14.2. Objetivos

- Orientar a aquisição de ferramentas para LA com base nas necessidades e objetivos da instituição;
- Envolver *stakeholders*-chave no processo de aquisição de ferramentas;
- Definir os requisitos para aquisição e critérios para aceitação das ferramentas; e
- Entender previamente os custos envolvidos na aquisição de ferramentas, os quais podem não se limitar ao custo da ferramenta.

1.14.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Aquisição de Dados: Orienta a aquisição de dados, ajudando a informar se os dados necessários para execução das ferramentas que se deseja adquirir podem ser obtidos;
- Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*: apoia a identificação de *stakeholders* importantes para ajudar no processo de avaliação da aquisição de ferramentas de LA;
- Capacitação dos *Stakeholders*: orienta a capacitação dos *stakeholders*, inclusive para a utilização de ferramentas de LA; e
- Infraestrutura: Orienta o estabelecimento da infraestrutura de TI necessária para os projetos de LA, sendo eles desenvolvidos pela instituição ou adquiridos.

1.14.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

ACQ1.1. A decisão de aquisição das ferramentas de LA é centrada na alta gerência e não possui critérios claramente definidos.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails, solicitações ou contratos em formatos-padrão da instituição.

Nível 2: Inicial

ACQ2.1. Os pesquisadores de LA e de áreas correlatas são consultados sobre a aquisição de novas ferramentas.

ACQ2.2. A aquisição de ferramentas pode ocasionar a necessidade de adaptações não planejadas por parte da instituição.

A instituição deve se adaptar para adotar a ferramenta adquirida, por exemplo, no que se refere aos sistemas utilizados ou à infraestrutura necessária ou mesmo às práticas pedagógicas.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- E-mails com consultas informais sobre o processo de aquisição de ferramentas.

Nível 3: Estruturado

ACQ3.1. As necessidades da instituição são conhecidas, sendo possível convertê-las em requisitos aos quais as ferramentas devem atender.

Os requisitos são identificados e especificados pelas partes interessadas.

ACQ3.2. As soluções adquiridas estão alinhadas aos objetivos da instituição para utilização de LA.

ACQ3.3. Os critérios de aceitação de cada solução são definidos e aprovados pelas partes interessadas. Ou seja, os requisitos a que as ferramentas devem atender para serem consideradas prontas para uso e aprovadas.

ACQ3.4. Os custos de aquisição são definidos e aprovados pelas partes interessadas.

Os custos envolvem não apenas o valor da ferramenta (em caso de ferramentas pagas) mas também os custos de infraestrutura, de capacitação dos recursos humanos, de aquisição de dados, entre outros.

ACQ3.5. Os requisitos pedagógicos e de infraestrutura necessários à utilização da ferramenta a ser adquirida são previamente conhecidos.

Por exemplo, os dados necessários para utilização das ferramentas são identificados antes da decisão de aquisição. Caso não estejam disponíveis, a instituição demonstra capacidade de adquiri-los, considerando esse fator na decisão de aquisição. De modo semelhante, a instituição identifica se são necessárias adaptações pedagógicas para adotar a ferramenta a ser adquirida.

ACQ3.6. Um contrato é devidamente formalizado entre as partes.

O contrato deve detalhar os objetivos da ferramenta, escopo da ferramenta, precificação de cada parte e pagamento, cronograma de implantação, responsáveis pela execução do contrato (internos e externos), pré-requisitos (que devem incluir os recursos humanos e de infraestrutura), objetivos esperados, condições de aceitação, riscos e direitos autorais e de uso dos dados relacionados à ferramenta. Para ferramentas disponíveis gratuitamente, este contrato pode não ser aplicável.

ACQ3.7. O progresso da execução do contrato é monitorado por um responsável formalmente designado para tal.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos requisitos da instituição para utilização de LA;
- Especificação dos critérios de aceitação de cada solução;
- Planilhas de custos de aquisição das ferramentas;

- Documentos que formalizam o estabelecimento do responsável pelo monitoramento do contrato e suas atribuições; e
- Especificação de um Contrato de Aquisição que leva em conta as especificidades de LA.

Nível 4: Sistemático

ACQ4.1. A instituição define critérios que apoiam a decisão pela aquisição ou pelo desenvolvimento da solução de LA.

ACQ4.2. O processo de aquisição de soluções inclui a consulta a diferentes fornecedores a fim de identificar qual proposta de solução é mais adequada às necessidades da instituição.

ACQ4.3. O impacto de mudanças nos contratos de aquisição é avaliado e gerenciado.

ACQ4.4. Existe um processo definido e seguido para aquisição de soluções de LA.

O processo considera a avaliação das necessidades da instituição, a avaliação de custos, requisitos de aceitação da ferramenta e, nos casos aplicáveis, o estabelecimento e, finalmente, a finalização do contrato com a aceitação do produto.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos critérios que definem a decisão pela aquisição ou desenvolvimento das ferramentas; e
- Especificação do Processo de Aquisição de Soluções de LA.

1.15. Análise de Dados: Avaliação da Eficácia das Soluções

1.15.1. Propósito

Promover a avaliação das soluções de LA utilizadas a fim de identificar se as mesmas atendem aos objetivos para os quais foram planejadas.

1.15.2. Objetivos

- Definir critérios e meios de avaliação das soluções;
- Padronizar os procedimentos para avaliação da eficácia das soluções; e

- Incentivar a adoção de ferramentas que passaram por procedimentos de avaliação.

1.15.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Planejamento Pedagógico das Soluções: Orienta o planejamento pedagógico das soluções, o qual influencia também a avaliação da eficácia das mesmas;
- Intervenção Baseada nos Resultados: Orienta as ações de intervenção, as quais devem ter sua efetividade avaliada.

1.15.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

EVA1.1. As soluções de LA desenvolvidas pela instituição não passam por processos de avaliação de eficácia ou passam por avaliações não padronizadas, realizadas exclusivamente pelos seus desenvolvedores.

EVA1.2. As soluções de LA entram em uso antes de uma rígida avaliação de sua eficácia.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Relatórios que descrevem os processos de avaliação; e
- Relatórios que contemplam os resultados da avaliação das ferramentas.

Nível 2: Inicial

EVA2.1. As soluções desenvolvidas pela instituição estão em uso, gerando resultados que permitem a avaliação qualitativa.

Tal avaliação inclui a eficácia da intervenção realizada pelos professores.

EVA2.2. Questionários são realizados junto aos estudantes e professores para ajudar a entender a percepção deles sobre a influência da ferramenta de LA sobre seu desempenho.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Questionários e entrevistas para avaliação das ferramentas; e
- Relatórios que contemplam os resultados da avaliação das ferramentas.

Nível 3: Estruturado

EVA3.1. Os critérios a serem considerados na avaliação das soluções desenvolvidas são definidos e aprovados pelas partes interessadas.

Os critérios podem estar relacionados, por exemplo, à qualidade do *feedback*, acurácia da análise, capacidade de explanação do processo de análise, facilidade de uso, entre outros.

EVA3.2. As ferramentas são implantadas a nível institucional apenas após avaliação de sua eficácia, isto é, se a mesma atingir aos objetivos previamente definidos para seu funcionamento.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação dos critérios de avaliação das soluções;
- Relatórios que contemplam os resultados da avaliação das ferramentas; e
- Documentos de autorização de implantação das ferramentas.

Nível 4: Sistemático

EVA4.1. Há uma política de avaliação das soluções definida e aprovada pelas partes interessadas.

Nessa política, são definidos os objetivos da avaliação, os critérios e os responsáveis, bem como a periodicidade em que ocorrerão.

EVA4.2. As ferramentas são avaliadas a longo prazo.

As ferramentas que não atingem os objetivos para os quais foram desenvolvidas são retiradas de uso.

EVA4.3. Métodos padronizados para avaliar a eficácia das soluções na instituição são definidos e aprovados pelas partes interessadas, sendo utilizados em todos os projetos da instituição.

Pode ser utilizado, por exemplo, um *framework* como o EFLA (*Evaluation Framework for Learning Analytics*, <http://www.laceproject.eu/evaluation-framework-for-la/>).

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação da Política de Avaliação das Soluções;
- Relatórios de avaliação de longo prazo das soluções; e
- Especificação dos métodos-padrão de avaliação das soluções.

1.16. Legislação, Privacidade e Ética

1.16.1. Propósito

Respalda o uso de LA na instituição, assegurando aos projetos aderência às leis e garantindo a privacidade dos estudantes e professores bem como o uso ético dos dados.

1.16.2. Objetivos

- Garantir a conformidade dos projetos de LA com as leis e com resoluções e normas próprias da instituição;
- Apoiar a instituição de um Comitê de Ética para avaliação dos projetos de LA; e
- Apoiar a especificação de uma Política de Uso dos Dados na instituição.

1.16.3. Áreas de Processos Relacionadas

- Aquisição de Dados, Propriedade dos Dados, Infraestrutura, Comunicação, Capacitação dos *Stakeholders*, Desenvolvimento de Soluções Próprias, Intervenção Baseada nos Resultados: essas áreas de processos são diretamente influenciadas pelas questões de Legislação, Ética e Privacidade.

1.16.4. Práticas Funcionais

Nível 1: Ad hoc

LPE1.1. Os projetos de LA estão em conformidade com as leis que influenciam sua execução.

A instituição identifica essas leis e garante que os projetos de LA estão em conformidade desde o seu planejamento. Por exemplo, no Brasil existe a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD - Lei Nº 13.853, de 8 de Julho de 2019), no Reino Unido, *Data Protection Act 1998* (Lei de Proteção de Dados).

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Levantamento das legislações que afetam a adoção de LA; e
- Relatórios que atestam a conformidade dos projetos com a legislação vigente.

Nível 2: Inicial

LPE2.1. Os projetos de LA estão em conformidade com as políticas internas da instituição que influenciam sua execução.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Relatórios que atestam a conformidade dos projetos com as políticas internas da instituição.

Nível 3: Estruturado

LPE3.1. A instituição inclui em suas políticas questões específicas de LA.

LPE3.2. Há um Comitê de Ética formalmente designado, o qual é capaz de avaliar os projetos de LA de acordo com as políticas sobre LA da instituição.

LPE3.3. Todos os projetos de LA passam por avaliação do Comitê de Ética antes de sua execução.

LPE3.4. O Comitê de Ética está apto a investigar e solucionar denúncias recebidas por meio da ouvidoria.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Políticas e normas da instituição nas quais constem questões específicas de LA;
- Documentos que formalizam o estabelecimento do Comitê de Ética e suas obrigações e diretrizes; e
- Relatórios de avaliação do Comitê de Ética sobre os projetos.

Nível 4: Sistemático

LPE4.1. Há uma Política de Uso dos Dados definida e aprovada junto às partes interessadas que é focada em LA. As seguintes questões são relevantes para compor a política, embora a lista não seja exaustiva:

- Objetivo: Explicitar o objetivo da Política de Uso dos Dados;
- Anonimato: Define em que situações os dados dos estudantes e professores devem ser anonimizados;
- Consentimento: Define em quais situações estudantes e professores devem permitir explicitamente o armazenamento, acesso e manipulação de dados previamente informados nos projetos de LA;
- Permissões: Define se deve estar explícito para cada projeto de LA quem terá acesso aos dados armazenados (inclusive se o próprio estudante terá acesso a esses dados) e em qual nível de permissão;

- **Transparência de processamento:** Define em quais situações deve estar claro aos estudantes e professores quais os métodos utilizados no processamento dos dados e a lógica empregada para interpretação dos dados em cada ferramenta;
- **Exclusão voluntária (*opt-out*):** Define em quais situações o estudante ou professor deve ter a opção de deixar voluntariamente o projeto de LA;
- **Armazenamento de dados:** Define o que deverá ocorrer com os dados em caso de conclusão do curso pelo estudante (os dados permanecerão armazenados e em uso ou deverão ser apagados?);
- **Compartilhamento com terceiros:** Define em quais situações os dados dos projetos de LA poderão ser compartilhados com terceiros. Se sim, sob quais critérios;
- **Obrigação de agir:** Define em quais situações a instituição tem ou não o dever de agir (por exemplo, se a mesma identificar que um estudante está prestes a falhar em um curso, ela deve ser obrigada a intervir?);
- **Intenção e intervenção com base nos resultados das análises de LA:** além de especificar a finalidade para a qual LA é utilizada, a instituição deve especificar quais tipos de intervenções são apropriadas e permitidas com base nos resultados obtidos pelas análises;
- **Avaliação:** Define em quais situações os projetos de LA estão aptos a fazer parte da avaliação dos estudantes;
- **Responsabilidade do estudante:** define quais as responsabilidades que os estudantes têm sobre os seus dados no processo de ensino-aprendizagem (por exemplo, os estudantes serem responsáveis pelas suas ações nos LMS, as quais se refletem nos dados armazenados);
- **Dados relevantes a serem utilizados:** define quais critérios para determinar se os dados são relevantes para os projetos de LA. Por exemplo, dados sobre religião e etnia podem ser utilizados?

- Qualidade dos dados: garante que as análises são realizadas sobre dados confiáveis a fim de evitar erros e imprecisões nas mesmas;
- Limitações: define os limites da tecnologia (por exemplo, LA não pode, sozinha, preencher todos os requisitos para um processo de ensino e aprendizagem adequado);
- Dados adquiridos: define quais os critérios para obtenção dos dados por parte dos projetos de LA; e
- Consequências: especificação das consequências para cada um dos *stakeholders* por ações em desacordo com as cláusulas da Política de Uso dos Dados.

LPE4.2. O Comitê de Ética avalia periodicamente a Política de Uso dos Dados estabelecida e ajusta-a às novas necessidades da instituição, ou a novas leis ou normas, sempre que for necessário.

LPE4.3. O Comitê de Ética avalia a execução dos projetos de LA, identificando e garantindo a correção de desvios da Política de Uso de Dados, se houver.

Exemplos de Produtos de Trabalho:

- Especificação da Política de Uso dos Dados;
- Relatórios de avaliação periódica da Política de Uso dos Dados com sugestões de mudanças; e
- Relatório de avaliação da execução dos projetos de LA, no que se refere ao cumprimento da Política de Uso dos Dados.

APÊNDICE E — MMALA: MODELO DE MATURIDADE PARA ADOÇÃO DE *LEARNING ANALYTICS* (VERSÃO FINAL COM VISUALIZAÇÃO RESUMIDA)

Gestão dos Dados

Quadro 21 — Aquisição de Dados

1.1. Área de Processo: Aquisição de Dados			
Propósito: Obter dados úteis sobre estudantes e professores.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Identificar e prover acesso a fontes de dados que podem ser utilizadas para análises dos dados em LA, ampliando variedade de análises possíveis; 2. <input type="radio"/> Adquirir dados sob critérios éticos e de privacidade previamente definidos, excluindo do escopo dados que não contribuem para o progresso do processo de ensino e aprendizagem; e 3. <input checked="" type="radio"/> Estimular a avaliação prévia dos custos da aquisição dos dados. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Legislação, Ética e Privacidade e Infraestrutura. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>DA 1.1. <input type="radio"/></p> <p>São utilizados predominantemente processos manuais para obtenção dos dados necessários às análises.</p> <p>DA 1.2. <input type="radio"/></p> <p>Não estão explícitos os critérios utilizados para seleção dos dados para os projetos de LA. Os dados são utilizados em conformidade com a legislação vigente, no</p>	<p>Nível 2</p> <p>DA 2.1. <input type="radio"/></p> <p>São realizados ajustes nos LMS para a aquisição de dados mais específicos às necessidades dos projetos de LA, os quais se podem obter por meio de modificações simples, mas que não existem por padrão nos LMS.</p> <p>DA 2.2. <input type="radio"/></p> <p>Cada projeto define critérios próprios para a obtenção e utilização de dados, de acordo com a legislação vigente e com as normas da instituição.</p>	<p>Nível 3</p> <p>DA 3.1. <input type="radio"/></p> <p>Há um conjunto de ferramentas disponíveis aos projetos de LA que ajudam a automatizar a aquisição de dados.</p> <p>DA 3.2. <input type="radio"/></p> <p>São adquiridos dados de projetos específicos de LA que estão em uso na instituição, como <i>dashboards</i>.</p> <p>DA 3.3. <input type="radio"/></p> <p>São adquiridos dados de fontes externas à instituição, como mídias sociais, desde que relacionados a experiências de ensino e aprendizagem.</p> <p>DA 3.4. <input type="radio"/></p>	<p>Nível 4</p> <p>DA 4.1. <input type="radio"/></p> <p>São obtidos dados de atividades presenciais, utilizando-se equipamentos específicos, como videogames, óculos de realidade virtual, <i>eye-tracker</i>, sensores, dispositivos móveis.</p> <p>DA 4.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Os custos da aquisição dos dados solicitados pelos projetos são calculados, permitindo um planejamento mais adequado dessa aquisição.</p> <p>DA 4.3. <input type="radio"/></p> <p>Há um plano para aquisição de dados definido e aprovado pelas partes</p>

<p>entanto, critérios como utilidade para o processo de ensino e aprendizagem ou critérios estratégicos da instituição não são formalmente avaliados nesta etapa.</p> <p>DA 1.3. ○ Estão disponíveis dados apenas de um grupo restrito de estudantes, por exemplo, estudantes de um determinado curso.</p>	<p>Os critérios são definidos pelos líderes desses projetos e sua equipe e consideram tanto questões éticas, quanto de privacidade e legais.</p> <p>DA 2.3. ○ Dados de estudantes de diferentes departamentos podem ser obtidos para análises.</p> <p>DA 2.4. ● São registrados todos os projetos que solicitam acesso aos dados dos estudantes e os respectivos responsáveis pelos mesmos. O objetivo é manter um registro dos dados utilizados e os respectivos responsáveis. O registro pode ser mantido pelo setor de Tecnologia da Informação, por exemplo.</p>	<p>É possível combinar dados de múltiplas fontes, sejam eles de sistemas internos ou externos à instituição.</p> <p>DA 3.5. ○ A aquisição de dados é orientada pelos objetivos estratégicos da instituição para o uso de LA, respeitando também critérios éticos e de privacidade constantes nas normas e resoluções internas da instituição.</p> <p>DA 3.6. ○ Dados de estudantes de toda a instituição podem ser obtidos para análises.</p> <p>DA 3.7. ● Os custos para aquisição dos dados não são especificados em detalhes, o que pode levar a projetos de aquisição de dados inacabados.</p>	<p>interessadas. O plano especifica quais tipos de dados são estratégicos para os projetos futuros de LA, projetos com prioridade na aquisição de dados, e os responsáveis pela execução do plano. Este é revisado periodicamente.</p> <p>DA 4.4. ○○○ Há um processo definido e aprovado pelas partes interessadas de autorização para o acesso aos dados para uso em projetos de LA.</p> <p>Para ter acesso aos dados, os responsáveis pelos projetos devem formalizar questões como: objetivo da utilização desses dados, critérios de avaliação para inclusão desses dados (por exemplo, se são úteis para apoiar o ensino e aprendizagem), identificação de fontes autorizadas, autoridades de aprovação, avaliação de custos, responsável pela obtenção dos dados e cumprimento da Política de Uso dos Dados da instituição.</p>
---	--	---	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 22 — Qualidade de Dados

1.2. Área de Processo: Qualidade de Dados			
Propósito: Uma das barreiras que impedem o uso sistemático e efetivo de LA é a qualidade dos dados (TSAI <i>et al.</i> , 2018). Portanto, o propósito desta área de processo é definir processos que garantam a qualidade dos dados a serem utilizados nos projetos de <i>Learning Analytics</i> .			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ Apoiar a definição dos critérios para avaliação de qualidade dos dados; 2. ● Definir responsáveis pelos processos de qualidade dos dados; 3. ● Avaliar a qualidade dos dados; e 4. ● Executar ações para melhorar a qualidade dos dados a fim de minimizar os problemas de acurácia. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de dados, Infraestrutura. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>DQ1.1. ○ ● ●</p> <p>Não há processos formalmente estabelecidos para apoiar a Qualidade de Dados.</p> <p>DQ1.2. ●</p> <p>O processo de limpeza dos dados é executado manual e localmente, na etapa de pré-processamento, quando são observadas inconsistências durante a execução de projetos de LA.</p> <p>As inconsistências detectadas são ajustadas apenas no conjunto de dados utilizado para LA a fim de não afetarem a confiabilidade dos projetos, no entanto, os dados armazenados podem permanecer inconsistentes.</p>	<p>Nível 2</p> <p>DQ2.1. ●</p> <p>São adotadas ações isoladas que contribuem com a Qualidade de Dados, ainda que os processos não estejam formalmente estabelecidos. As equipes de TI e LA trocam informações sobre inconsistências identificadas que resultam em ações voltadas para melhoria da qualidade de dados.</p> <p>DQ2.2. ●</p> <p>As inconsistências identificadas durante a execução de projetos de LA resultam em um procedimento de</p>	<p>Nível 3</p> <p>DQ3.1. ●</p> <p>Há processos padronizados, formalmente estabelecidos e documentados, para determinar o Perfil de Dados (<i>Data Profiling</i>). O perfil de dados costuma ser o primeiro passo para a avaliação da qualidade de dados e permite analisar os dados armazenados levando a um maior entendimento sobre seu conteúdo, indicando desvios e ajudando a definir os requisitos de qualidade.</p> <p>DQ3.2. ● ●</p> <p>Há processos padronizados, formalmente estabelecidos e documentados, para avaliação de qualidade dos dados a fim de identificar pontos de melhoria. O resultado da avaliação gera ações de melhoria de qualidade.</p> <p>DQ3.3. ●</p> <p>Há um processo de limpeza de dados estabelecido e seguido, o qual analisa os conjuntos de dados disponíveis para uso em projetos de LA periodicamente.</p>	<p>Nível 4</p> <p>DQ4.1. ● ● ●</p> <p>Existem processos e ferramentas que ajudam a garantir a qualidade dos dados em todo o ciclo de vida dos sistemas (isto é, desde a entrada até a análise dos dados), de acordo com os critérios de qualidade previamente definidos.</p> <p>DQ4.2. ● ● ●</p> <p>Os dados a serem utilizados em projetos de LA passam por processos avançados e padronizados de Perfil de Dados, avaliação de qualidade e de limpeza de dados, sempre que necessárias.</p> <p>Um planejamento define a periodicidade, os dados a serem analisados (os quais constam no planejamento para aquisição de dados e estão alinhados aos objetivos institucionais), as técnicas e</p>

<p>DQ1.3. ○ Os critérios que definem a qualidade dos dados não estão claros ou variam de acordo com cada projeto.</p> <p>DQ1.4. ○ Não há um responsável (ou equipe responsável) por medir e manter a qualidade dos dados.</p>	<p>limpeza no local onde os dados estão armazenados.</p> <p>DQ2.3. ○ Os responsáveis e as ferramentas a serem utilizadas para a limpeza dos dados são formalmente definidos.</p>	<p>Os conjuntos de dados são analisados de acordo com a demanda dos projetos de LA.</p> <p>DQ3.4. ○ A instituição define critérios uniformes para avaliação da qualidade de dados para os seus projetos, havendo um planejamento de como alcançá-los. Esses critérios podem ser, por exemplo, acurácia, consistência, completude, integridade, prontidão.</p> <p>DQ3.5. ● Os custos das atividades de qualidade de dados (perfil de dados, avaliação de qualidade e limpeza) são conhecidos e analisados com relação aos benefícios para a instituição. Tanto no que se refere aos projetos preventivos quanto corretivos da qualidade dos dados.</p>	<p>procedimentos de avaliação, os objetivos da avaliação e os responsáveis por cada tarefa.</p> <p>DQ4.3. ○○ Existe uma Política de Qualidade de Dados definida e aprovada pelas partes interessadas. Nessa política estão definidos os processos a serem realizados, critérios e objetivos de qualidade, escopo, as ferramentas utilizadas e os responsáveis pela qualidade dos dados.</p> <p>DQ4.4. ○ Uma equipe qualificada é responsável pelos processos de Qualidade de Dados na instituição.</p> <p>DQ4.5. ●● As causas-raiz dos problemas de qualidade de dados são identificadas e solucionadas em sua origem.</p>
---	---	---	---

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 23 — Propriedade dos Dados

1.3. Área de Processo: Propriedade dos Dados			
Propósito: Especificar a propriedade dos dados utilizados nos projetos de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Definir critérios a fim de estabelecer os proprietários dos dados gerados pelas ações dos estudantes e professores; 2. <input type="radio"/> Tornar transparentes quais dados sobre ações acadêmicas dos estudantes e professores são armazenados e como são analisados; e 3. <input checked="" type="radio"/> Tornar acessíveis aos participantes dos projetos os dados sobre os quais têm propriedade. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Legislação, Ética e Privacidade, Apoio na Interpretação dos Resultados, Infraestrutura. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>DO1.1. <input type="radio"/> Não há critérios formalmente estabelecidos nos projetos de LA que definam a propriedade sobre os dados.</p> <p>DO1.2. <input checked="" type="radio"/> Os estudantes e professores só conhecem quais dados sobre suas ações acadêmicas são armazenados e analisados após solicitação explícita.</p>	<p>Nível 2</p> <p>DO2.1 <input type="radio"/> Os estudantes e professores são consultados sobre a utilização dos seus dados para os projetos de LA, podendo autorizá-la ou não.</p> <p>DO2.2 <input type="radio"/> Para cada projeto, estão detalhados quais dados serão analisados a fim de obter o consentimento dos participantes.</p> <p>DO2.3 <input type="radio"/> Os participantes conhecem todos os projetos que utilizam seus dados.</p>	<p>Nível 3</p> <p>DO3.1 <input type="radio"/> São definidos os critérios que classificam os dados considerados de propriedade dos estudantes, da instituição e de outras partes interessadas, como agências governamentais, uniforme para todos os projetos de LA.</p> <p>DO3.2 <input type="radio"/> Os estudantes e professores conhecem quais dados sobre suas ações são armazenados e os propósitos de armazenamento e análise dos mesmos.</p> <p>DO3.3 <input type="radio"/> Estão claros como os dados são analisados (isto é, como funciona o algoritmo utilizado para análise), trazendo maior transparência ao processo de análise de dados.</p> <p>DO3.4 <input type="radio"/> Os proprietários são responsáveis por decidir questões sobre o uso de seus dados. Isso inclui a decisão sobre o uso dentro da instituição e o compartilhamento com terceiros. A exceção são aqueles dados considerados primordiais para o gerenciamento acadêmico básico do aluno. Todas as exceções devem ser justificadas.</p>	<p>Nível 4</p> <p>DO4.1 <input checked="" type="radio"/> Os usuários podem acessar os dados sobre os quais têm propriedade.</p> <p>DO4.2 <input type="radio"/> Existe uma política aprovada e seguida que define a propriedade dos dados e está alinhada aos objetivos da instituição e às questões legais e éticas. Essa política define os critérios de propriedade, quem tem acesso aos dados em questão e o ciclo de vida dos dados, incluindo as ações a serem tomadas quando o curso acabar. Expõe-se, também, direitos e responsabilidades sobre seu uso.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 24 — Infraestrutura

1.4. Área de Processo: Infraestrutura			
Propósito: Apoiar o estabelecimento de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação compatível com as necessidades dos projetos de <i>Learning Analytics</i> .			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ Planejar o estabelecimento e a evolução da infraestrutura de TI das instituições para dar suporte aos projetos de LA; 2. ○ Gerenciar os recursos de TI a fim de que os projetos de LA possam escalar em quantidade de usuários e dados; 3. ● Prover suporte técnico para pesquisadores e usuários nos projetos de LA; 4. ● Estabelecer processos e critérios para hospedagem e armazenamento dos dados dos projetos de LA; 5. ● Estabelecer uma arquitetura para os projetos de LA; e 6. ● Garantir segurança e privacidade dos dados dos estudantes. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Legislação, Ética e Privacidade, Aquisição dos Dados e Capacitação dos <i>stakeholders</i>. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 INF1.1 ○</p> <p>A infraestrutura de TI instituída e a equipe de TI atendem parcialmente aos projetos de LA, visto que seu objetivo principal é manter o funcionamento dos sistemas acadêmicos existentes.</p> <p>INF1.2 ●</p> <p>Não há um processo definido a fim de permitir a utilização da infraestrutura de TI para hospedagem e armazenamento de dados gerados pelos projetos de LA nos servidores.</p> <p>O acesso à infraestrutura é permitido se houver</p>	<p>Nível 2 INF2.1 ●</p> <p>A equipe de TI colabora com os projetos de LA, de acordo com as demandas solicitadas pelos pesquisadores e usuários das aplicações.</p> <p>A colaboração se dá tanto para o desenvolvimento das aplicações como para o suporte técnico eventual a professores e estudantes, necessário durante a</p>	<p>Nível 3 INF3.1 ●</p> <p>Os requisitos de infraestrutura requeridos para a execução dos projetos de LA são definidos e aprovados pelas partes interessadas (em geral, desenvolvedores e equipe de TI).</p> <p>INF3.2 ●</p> <p>Há uma política definida e aprovada para utilização dos recursos de TI e acesso aos dados. Essa política inclui os critérios de aceitação para acesso aos recursos e padrões que devem ser seguidos pelos projetos.</p> <p>INF3.3 ○</p> <p>Existe um planejamento para evolução da infraestrutura de TI, que engloba as necessidades dos projetos de LA.</p> <p>Devem estar explícitos os objetivos dos projetos, recursos necessários, custos e os resultados que se deseja alcançar com novas aquisições de equipamentos.</p> <p>INF3.4 ○</p>	<p>Nível 4 INF4.1 ○○○●</p> <p>Existe uma infraestrutura dedicada para a realização e manutenção de projetos de LA e uma equipe qualificada e dedicada para atender às demandas. Isso inclui um repositório de dados centralizado, que pode ser um <i>Learning Record Store</i>, e a capacidade de adequar a infraestrutura para executar ferramentas de LA adquiridas ou desenvolvidas.</p> <p>INF4.2 ○</p>

<p>conformidade com legislação vigente. No entanto, os critérios que definem o acesso ou não a esta infraestrutura não estão claros.</p> <p>INF1.3 ●</p> <p>Cada projeto de LA segue uma arquitetura própria (no que se refere à definição de seus componentes e comunicação entre eles).</p> <p>INF1.4. ●</p> <p>A infraestrutura de TI permite aos usuários acesso a dados sensíveis apenas sobre eles mesmos.</p>	<p>utilização das soluções de LA.</p> <p>INF2.2 ○</p> <p>A infraestrutura disponível permite o uso de dados não estruturados.</p> <p>INF2.3 ●</p> <p>A autorização para acesso aos dados dos estudantes passa pela análise da gerência, visto que não há critérios formalmente estabelecidos.</p>	<p>Existe uma equipe de TI responsável e recursos que permitem o planejamento e a execução de projetos que utilizam diferentes fontes de dados (integração de dados).</p> <p>Existe um Plano de Integração de Dados no qual as tecnologias são avaliadas, os procedimentos para integração são documentados, os protocolos de interconexão são definidos e os custos de integração são detalhados. A equipe de TI é multidisciplinar e capacitada. Desse modo, o acesso aos dados é facilitado e isso pode ser feito por meio de projetos de <i>data marts</i> ou <i>data warehouse</i>, por exemplo.</p> <p>INF3.5 ○</p> <p>Há técnicos de TI formalmente designados para o suporte técnico a professores e estudantes na utilização das soluções de LA.</p> <p>INF3.6 ●</p> <p>O armazenamento dos dados é realizado de modo a garantir a segurança e privacidade dos estudantes e professores.</p> <p>INF3.7 ●</p> <p>Há uma arquitetura definida e aprovada, à qual os projetos de LA devem atender para sua integração à infraestrutura da instituição. Como exemplo de arquiteturas, podem ser citadas: <i>Open Learning Analytics (OLA) Project</i> ou <i>xAPI</i>.</p> <p>INF3.8. ○●</p> <p>Os dados para a realização de análises estão acessíveis por meio de API e há um padrão a ser seguido, o qual é definido e aprovado pelas partes interessadas.</p> <p>INF3.9 ○</p> <p>A infraestrutura da instituição é documentada e as mudanças são aprovadas pelas partes interessadas, gerando atualizações nessa documentação.</p>	<p>Há políticas e planos formalmente estabelecidos para a manutenção e evolução da infraestrutura de TI.</p> <p>INF4.3 ○</p> <p>A infraestrutura de TI permite a execução de projetos de larga escala, incluindo <i>Big Data</i>.</p> <p>INF4.4 ●</p> <p>A infraestrutura disponível permite o acesso dos proprietários aos seus dados, sejam eles estudantes, professores ou outras partes interessadas, desde que previamente autorizadas.</p>
--	---	---	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Governança e Capacitação

Quadro 25 — Financiamento

2.1. Área de Processo: Financiamento			
Propósito: Garantir o provimento de recursos para o programa de <i>Learning Analytics</i> , apoiando a continuidade das iniciativas.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ Planejar o provisionamento de recursos para os projetos de LA; 2. ○ Definir prioridades para o financiamento de projetos de LA; 3. ● Apoiar financeiramente a continuidade dos projetos de LA; e 4. ● Entender os custos dos projetos de LA e seu retorno para a instituição. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de Dados, Qualidade de Dados, Infraestrutura, Capacitação dos <i>Stakeholders</i>, Comunicação, Desenvolvimento de Soluções Próprias, Aquisição de Soluções Prontas. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 FUN1.1 ○</p> <p>Os recursos para os projetos de LA são obtidos sob demanda, quando solicitados por meio de propostas redigidas pelos pesquisadores.</p> <p>FUN1.2 ○</p> <p>Para obter recursos, os projetos de LA concorrem com os demais projetos de pesquisa em programas de financiamento da instituição.</p>	<p>Nível 2 FUN2.1 ○</p> <p>Para a obtenção de recursos, os projetos de LA passam a ser avaliados pela gestão, junto aos projetos estratégicos da instituição. No entanto, os projetos de LA são avaliados sob os mesmos critérios de avaliação dos demais projetos.</p> <p>FUN2.2 ●</p> <p>Cada projeto de LA estipula seu orçamento seguindo critérios próprios.</p>	<p>Nível 3 FUN3.1 ○ ○</p> <p>O Planejamento Estratégico da instituição inclui recursos destinados especificamente aos projetos de LA. Os recursos se destinam tanto à execução de novos projetos quanto à continuidade de projetos em andamento bem como a capacitação da equipe.</p> <p>FUN3.2 ○</p> <p>Há um conjunto de critérios próprios definidos e aprovados pelas partes interessadas, alinhado aos propósitos de utilização de LA pela instituição, o qual define as prioridades para financiamento dos projetos.</p> <p>FUN3.3 ●</p> <p>Os custos do programa de LA são conhecidos e cada projeto determina seu orçamento de acordo com um modelo de financiamento de projetos de LA definido pela instituição.</p>	<p>Nível 4 FUN4.1 ○ ○ ○</p> <p>Existe um Programa de Financiamento para LA, aprovado pelas partes interessadas. O programa é revisado anualmente e define os objetivos da instituição com a implementação de LA (inclusive objetivos financeiros, o que pode incluir a redução de custos, por exemplo), os requisitos para financiamento dos projetos de LA, prioridades no financiamento e o modelo de prestação de contas.</p> <p>FUN4.2 ○ ○</p> <p>O financiamento de projetos de LA está alinhado aos objetivos da instituição que, por sua vez, inclui a utilização de LA.</p> <p>FUN4.3 ●</p> <p>A instituição é capaz de determinar o impacto financeiro do programa de LA sobre a instituição (e não apenas os custos) e se o mesmo tem atingido os objetivos financeiros esperados. Esse estudo ajuda a determinar a efetividade do programa de financiamento de LA, ajudando a reavaliá-lo.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 26 — Liderança

2.2. Área de Processo: Liderança			
Propósito: Definir lideranças que orientem a condução do programa de LA a fim de proporcionar uniformidade no andamento dos projetos.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ Estabelecer lideranças para os projetos e para o programa de LA; 2. ● Coordenar a execução dos projetos de LA na instituição; e 3. ● Apoiar a inclusão de LA no Planejamento Estratégico da Instituição. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i>, Comunicação. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 LEA1.1 ○</p> <p>Não há uma liderança formalmente estabelecida pela instituição para conduzir o andamento dos projetos de LA.</p> <p>LEA1.2 ●</p> <p>Os projetos são executados em silos, com comunicação deficiente ou inexistente entre os líderes de projetos.</p> <p>LEA1.3. ●</p> <p>LA não está incluída no Planejamento Estratégico da Instituição.</p>	<p>Nível 2 LEA2.1 ○</p> <p>Há a identificação de lideranças locais na execução dos projetos de LA.</p> <p>LEA2.2 ○●</p> <p>As ações dos projetos de LA passam a ser coordenadas informalmente por um líder a fim de atingirem seus objetivos.</p>	<p>Nível 3 LEA3.1 ○</p> <p>Há uma liderança capacitada e formalmente estabelecida pela instituição, reconhecida pela alta gerência e pelos seus pares. A liderança tem habilidades e competências para a condução dos projetos.</p> <p>LEA3.2 ○●</p> <p>A liderança estabelecida pela instituição tem autonomia para a tomada de decisões sobre os projetos de LA, as quais ocorrem em cooperação às ações da alta gerência.</p> <p>LEA3.3 ○●</p> <p>Há papéis e responsabilidades definidos para os profissionais que executam projetos de LA no nível de grupos de pesquisa, departamento e instituição.</p> <p>LEA3.4 ○●</p> <p>A liderança planeja, conduz e soluciona conflitos do programa de <i>Learning Analytics</i> com autonomia.</p> <p>LEA3.5 ○●</p> <p>Há ações organizadas pela liderança para estimular o envolvimento de estudantes e profissionais de diferentes departamentos, de modo a minimizar problemas de resistência a mudanças.</p> <p>LEA3.6. ●</p> <p>O Planejamento Estratégico da instituição inclui LA. Este plano define os objetivos para o uso de LA. Também estabelece o cronograma para atingí-los, o orçamento, os <i>stakeholders</i> e suas responsabilidades, o ambiente institucional (ameaças e oportunidades) e um plano de ação.</p>	<p>Nível 4 LEA4.1 ○●</p> <p>Existe uma equipe de apoio para gestão dos projetos de LA.</p>

Quadro 27 — Identificação e Envolvimento dos *Stakeholders*

2.3. Área de Processo: Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i>			
Propósito: Orientar o envolvimento dos <i>stakeholders</i> nos projetos de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Identificar <i>stakeholders</i> importantes para o programa de LA; 2. <input type="radio"/> Apoiar a definição dos papéis dos <i>stakeholders</i> e suas responsabilidades; e 3. <input checked="" type="radio"/> Estimular a participação dos <i>stakeholders</i> nos projetos de LA. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Comunicação. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>SII1.1. <input checked="" type="radio"/> Os projetos de LA acontecem principalmente pela ação de indivíduos e em projetos de pesquisa dos quais participa uma quantidade limitada de estudantes.</p> <p>SII1.2. <input type="radio"/> Não estão identificados claramente os <i>stakeholders</i> de cada projeto.</p> <p>SII1.3. <input type="radio"/> As responsabilidades dos <i>stakeholders</i> nos projetos de LA não estão definidas claramente.</p> <p>SII1.4. <input checked="" type="radio"/> Não há envolvimento da alta gerência na execução dos projetos de LA.</p>	<p>Nível 2</p> <p>SII2.1. <input checked="" type="radio"/> Os projetos de LA ocorrem com o envolvimento de diferentes <i>stakeholders</i> (estudantes, educadores, professores, administradores, técnicos).</p> <p>SII2.2. <input type="radio"/> Os <i>stakeholders</i> de cada projeto são identificados previamente a fim de que possam contribuir com a realização dos projetos.</p> <p>SII2.3. <input type="radio"/> Os membros dos projetos definem as responsabilidades dos seus <i>stakeholders</i>.</p>	<p>Nível 3</p> <p>SII3.1. <input type="radio"/> Os <i>stakeholders</i> dos projetos são previamente identificados e estão comprometidos com o sucesso do projeto.</p> <p>SII3.2. <input type="radio"/> Os <i>stakeholders</i> têm papéis e responsabilidades formalmente definidas no programa de LA.</p> <p>SII3.3. <input type="radio"/> Os <i>stakeholders</i> participam dos projetos, com funções claramente definidas, e trabalhando coordenadamente (equipe de TI, estudantes, professores).</p> <p>SII3.4. <input checked="" type="radio"/> Há o envolvimento da alta gerência, a qual credita e patrocina a execução dos projetos de LA.</p>	<p>Nível 4</p> <p>SII4.1. <input checked="" type="radio"/> Há políticas institucionais definidas para fortalecer o envolvimento dos <i>stakeholders</i> nos projetos de LA, desde sua concepção, a fim de minimizar problemas de resistência a mudanças.</p> <p>SII4.2. <input checked="" type="radio"/> O <i>feedback</i> dos <i>stakeholders</i> aperfeiçoa os projetos de LA.</p> <p>SII4.3. <input checked="" type="radio"/> Toda a instituição respalda os projetos de LA e está comprometida com o sucesso dos mesmos.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 28 — Comunicação

2.4. Área de Processo: Comunicação			
Propósito: Tornar público o programa de LA, expondo seus resultados à instituição e externamente.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ Promover a divulgação de LA como campo de pesquisa; 2. ● Expor continuamente o programa institucional de LA aos <i>stakeholders</i>, enfatizando seus objetivos, implicações, limitações e resultados; e 3. ● Comunicar e receber <i>feedbacks</i> da instituição a fim de aperfeiçoar projetos e políticas ligadas à Ética e Privacidade. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Financiamento, Legislação, Privacidade e Ética. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>COM1.1. ○ Os resultados da execução dos projetos de LA não são comunicados, à exceção dos grupos específicos nos quais estes ocorrem. A comunicação é descentralizada, realizada por indivíduos que participam dos projetos.</p> <p>COM1.2. ○ Não estão claramente comunicados aos <i>stakeholders</i> os objetivos da execução dos projetos de LA.</p> <p>COM1.3. ○ Também não estão claramente comunicados os benefícios que LA pode trazer para cada um dos <i>stakeholders</i> (alunos, professores, instituição).</p>	<p>Nível 2</p> <p>COM2.1. ○ Há ações para divulgação do tema LA para diferentes departamentos, por meio de palestras e minicursos. O foco é a divulgação do recente campo de pesquisa. O nível e a frequência das ações podem variar.</p> <p>COM2.2. ● As ações de divulgação incluem informações sobre os projetos em andamento na instituição. São detalhados os objetivos da execução dos projetos, seus benefícios e resultados obtidos. Tal divulgação pode gerar interesse por parte dos estudantes e professores em conhecer e utilizar as ferramentas de LA.</p> <p>COM2.3. ● A legislação e as políticas de privacidade e ética relacionadas ao programa de LA são comunicadas e discutidas largamente com os membros da instituição. Como resultado, as políticas internas podem ser aprimoradas.</p>	<p>Nível 3</p> <p>COM3.1. ○○ Há eventos periódicos para divulgação do programa institucional de <i>Learning Analytics</i>. Nesses eventos, apresenta-se o tema LA e reforça-se o escopo e objetivos dos projetos em andamento aos demais membros da instituição, bem como seus benefícios, resultados obtidos e direitos e deveres dos estudantes nos projetos de LA.</p> <p>COM3.2. ○○ Os canais oficiais da instituição dispõem de informações sobre os projetos de LA, seus envolvidos e os resultados obtidos.</p> <p>COM3.3. ● Há um canal de comunicação para que os estudantes avaliem os projetos de LA, garantindo o anonimato dos mesmos. O canal de comunicação pode incluir uma ouvidoria a fim de acolher críticas, elogios, sugestões, reclamações e denúncias dos envolvidos nos projetos.</p>	<p>Nível 4</p> <p>COM4.1. ○○ Há um plano estratégico de comunicação definido, aprovado e revisado anualmente pelas partes interessadas para o Programa de <i>Learning Analytics</i>, o qual reflete os objetivos da instituição com o uso de LA. O plano define a periodicidade dos eventos, responsáveis, duração, público-alvo, objetivos de comunicação, tópicos a serem comunicados e a programação.</p> <p>COM4.2. ● Os resultados dos projetos são divulgados externamente.</p> <p>COM4.3. ● Um Plano de Vendas orienta a negociação das ferramentas de LA para comercialização.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 29 — Capacitação dos *Stakeholders*

2.5. Área de Processo: Capacitação dos <i>Stakeholders</i>			
Propósito: Promover ações que permitam habilitar os <i>stakeholders</i> para participação nos projetos de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ Capacitar os estudantes para utilização de ferramentas de LA; 2. ○ Capacitar os professores para utilização de ferramentas e interpretação dos dados; 3. ● Capacitar a equipe de TI para gestão dos dados e da infraestrutura necessária para a execução dos projetos de LA e também para o desenvolvimento e manutenção de ferramentas de LA; e 4. ● Capacitar os <i>stakeholders</i> quanto às políticas institucionais do programa de <i>Learning Analytics</i>. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i>, Apoio na Interpretação dos Resultados Legislação, Privacidade e Ética. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 STR1.1. ○●</p> <p>As ferramentas são desenvolvidas utilizadas por um grupo restrito de usuários, visto que apenas um pequeno grupo tem conhecimento para manipulá-las.</p>	<p>Nível 2 STR2.1. ○○</p> <p>Os integrantes dos projetos de LA participam de treinamentos sobre as ferramentas utilizadas. Os treinamentos habilitam estudantes e professores para utilização de ferramentas e ampliam a quantidade de usuários de LA.</p> <p>STR2.2. ●</p> <p>São realizados treinamentos sobre as diretrizes éticas de utilização dos dados, com base na legislação e nas normas e resoluções da instituição.</p>	<p>Nível 3 STR3.1. ○○○●</p> <p>Os treinamentos, que podem ser presenciais ou online, são realizados periodicamente com os <i>stakeholders</i> (isto é, estudantes, professores, equipe de TI, e demais). Os treinamentos são planejados com relação ao número de vagas, público-alvo, conteúdo, duração, custos à instituição, periodicidade. Cada grupo recebe treinamentos que são importantes para os projetos, que vão desde a utilização de ferramentas de LA até aqueles necessários à manutenção e à evolução dos serviços de TI na instituição bem como para o desenvolvimento e manutenção de ferramentas de LA.</p> <p>STR3.2. ○○○●</p> <p>Os <i>stakeholders</i> participam de treinamentos oferecidos por instituições reconhecidas no tema LA a fim de fomentar projetos de inovação.</p> <p>STR3.3. ○○○●</p> <p>Os treinamentos realizados são documentados a fim de criar um repositório de conhecimentos. Além disso, os participantes dos treinamentos se tornam aptos a treinar novos interessados.</p> <p>STR3.4. ●</p> <p>Profissionais capacitados são contratados para reforçar a equipe de LA.</p>	<p>Nível 4 STR4.1. ●</p> <p>Todas as políticas relacionadas a LA são objeto de treinamento dos <i>stakeholders</i>. O objetivo é criar uma visão unificada do tema LA, seus propósitos na instituição e as diretrizes éticas que a instituição adota.</p> <p>STR4.2. ○</p> <p>Uma equipe multidisciplinar desenvolve treinamentos que apoiam os professores na interpretação de dados.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Apoio Pedagógico

Quadro 30 — Planejamento Pedagógico das Soluções

3.1. Área de Processo: Planejamento Pedagógico das Soluções			
Propósito: Favorecer a integração de fundamentos pedagógicos nas soluções de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Considerar os aspectos pedagógicos nas soluções de LA; 2. <input type="radio"/> Envolver uma equipe pedagógica no processo de planejamento dos projetos de LA; 3. <input checked="" type="radio"/> Dar suporte a professores e alunos na utilização de ferramentas de LA; e 4. <input checked="" type="radio"/> Monitorar as soluções de LA a fim de avaliar se as mesmas atingem os objetivos pedagógicos. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da Eficácia das Soluções. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 PPS1.1. <input type="radio"/></p> <p>As soluções de LA são planejadas priorizando questões tecnológicas, o que pode levar à negligência dos aspectos pedagógicos. Em muitos contextos, as soluções de LA são desenvolvidas utilizando-se dos dados disponíveis e das técnicas de análise com as quais os pesquisadores já estão familiarizados, assim, o planejamento das soluções é mais focado nas tecnologias e menos nos objetivos pedagógicos das mesmas.</p>	<p>Nível 2 PPS2.1. <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>Os objetivos pedagógicos são considerados no planejamento de soluções de LA. Para cada ferramenta, são identificados os objetivos pedagógicos que se deseja atingir e o delineamento ao qual a análise dos dados deve seguir a fim de que ela alcance os objetivos planejados. Esta ação é realizada por meio da cooperação entre pedagogos e líderes de projetos de LA.</p> <p>PPS2.2. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>A adoção das ferramentas de LA é apoiada por pedagogos, com o intuito de dar suporte ao professor na integração dessas ferramentas às suas práticas pedagógicas. Estas ações podem ocorrer por meio de palestras, treinamentos, fóruns ou grupos de trabalho.</p> <p>PPS2.3. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p>	<p>Nível 3 PPS3.1. <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>Além dos objetivos pedagógicos, os recursos pedagógicos necessários e as possíveis intervenções a serem realizadas pelos professores são considerados no planejamento do desenvolvimento das ferramentas.</p> <p>PPS3.2. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>O planejamento das soluções de LA ocorre necessariamente em conjunto a uma equipe pedagógica e está alinhado às teorias e às evidências pedagógicas.</p> <p>PPS3.3. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>A utilização das ferramentas de LA é monitorada por uma equipe pedagógica a fim de avaliar se as mesmas atingem seus objetivos pedagógicos. Os critérios de avaliação nesse sentido são definidos e aprovados pelas partes</p>	<p>Nível 4 PPS4.1. <input type="radio"/></p> <p>Há um conjunto de diretrizes pedagógicas aprovadas para concepção de soluções e utilização de LA na instituição.</p> <p>PPS4.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>O monitoramento das soluções gera propostas de melhorias para as mesmas.</p>

	<p>Pedagogos orientam os professores e estudantes na utilização das ferramentas e com relação às mudanças que LA pode trazer para o ensino e aprendizado.</p> <p>Uma equipe de apoio pode ajudar a solucionar dúvidas de estudantes e professores na utilização das novas tecnologias, colaborando também no direcionamento de mudanças pedagógicas, caso necessário.</p>	<p>interessadas desde a concepção da ferramenta. Podem ser utilizadas pesquisas quantitativas e qualitativas para este fim.</p> <p>PPS3.4. ○</p> <p>Os aspectos pedagógicos das soluções são planejados alinhando-se aos objetivos da instituição com o uso de LA.</p>	
--	---	---	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 31 — Apoio na Interpretação dos Resultados

3.2. Área de Processo: Apoio na Interpretação dos Resultados			
Propósito: Empregar conhecimentos pedagógicos a fim de apoiar pesquisadores, professores e estudantes na interpretação dos resultados apresentados pelas ferramentas de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Alinhar a interpretação dos dados resultantes das análises ao contexto e aos objetivos pedagógicos previamente definidos; 2. <input type="radio"/> Ampliar as perspectivas de interpretação dos resultados das análises realizadas em projetos de LA por meio da participação de pedagogos; e 3. <input checked="" type="radio"/> Definir diretrizes pedagógicas para a interpretação dos resultados das análises. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento Pedagógico das Soluções. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 SIR1.1. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Os resultados das análises disponíveis nas ferramentas de LA são interpretados majoritariamente pelos seus desenvolvedores, com base nos fundamentos científicos por eles considerados.</p>	<p>Nível 2 SIR2.1. <input type="radio"/></p> <p>O processo de interpretação dos resultados das análises de LA considera os objetivos pedagógicos definidos para a utilização da ferramenta.</p> <p>SIR2.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>O processo de interpretação dos resultados das análises de LA é apoiado por pedagogos.</p>	<p>Nível 3 SIR3.1. <input type="radio"/></p> <p>O processo de interpretação dos resultados das análises de LA considera, além dos objetivos pedagógicos definidos para a utilização da ferramenta, o contexto no qual os dados foram obtidos e as intervenções realizadas pelos professores.</p> <p>Dado que todas essas questões (objetivos, contexto e as intervenções dos professores) interferem na interpretação dos resultados, é necessário considerá-las nesse processo (LOCKYER <i>et al.</i>, 2013). Tal análise pode ser realizada, por exemplo, por meio de métodos qualitativos ou quantitativos.</p> <p>SIR3.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Existe uma equipe pedagógica formalmente estabelecida que é responsável pelo planejamento das soluções e, por conseguinte, colabora na interpretação dos dados resultantes das análises de LA. Tal suporte é fornecido tanto aos usuários das ferramentas quanto aos seus desenvolvedores.</p> <p>SIR3.3. <input checked="" type="radio"/></p> <p>A interpretação dos resultados é incorporada às ferramentas de LA em formatos de fácil compreensão aos usuários. Devem ser avaliadas as técnicas mais adequadas para apresentação dos resultados (por exemplo, utilizando-se de técnicas de visualização de dados).</p>	<p>Nível 4 SIR4.1. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As diretrizes para interpretação dos dados de cada projeto são aprovadas pelas partes interessadas.</p> <p>Isto é, a equipe pedagógica define e as partes interessadas aprovam quais <i>frameworks</i> de interpretação de dados a instituição deve adotar em cada ferramenta. Um exemplo de <i>framework</i> de interpretação está disponível no trabalho de Bakharia <i>et al.</i> (2016).</p> <p>SIR4.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Os modelos de interpretação de dados das ferramentas utilizadas em cada um dos projetos de LA estão claros e disponíveis às partes interessadas.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 32 — Intervenção Baseada nos Resultados

3.3. Área de Processo: Intervenção Baseada nos Resultados			
Propósito: Apoiar as ações de intervenção pedagógica com base nos resultados das análises de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Apoiar a definição de critérios para a realização das intervenções pedagógicas, de modo que atendam aos requisitos legais, éticos e de privacidade; 2. <input type="radio"/> Apoiar a ampliação do alcance das intervenções pedagógicas; e 3. <input checked="" type="radio"/> Envolver uma equipe pedagógica no processo de planejamento, execução e monitoramento das intervenções. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento Pedagógico das Soluções, Apoio na Interpretação dos Resultados, Avaliação da Eficácia das Soluções, Legislação, Privacidade e Ética. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>RB11.1. <input type="radio"/></p> <p>As intervenções pedagógicas são realizadas com base nos critérios definidos pelos próprios desenvolvedores das aplicações.</p> <p>RB11.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As intervenções, na maior parte dos casos, são realizadas de forma manual, diretamente pelos professores que utilizam as ferramentas de LA.</p>	<p>Nível 2</p> <p>RB12.1. <input type="radio"/></p> <p>As intervenções pedagógicas são realizadas com base em critérios definidos e aprovados pelos integrantes de cada projeto.</p> <p>As ações são realizadas de modo uniforme por todos os professores participantes dos projetos de LA.</p> <p>RB12.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As intervenções são realizadas de modo semiautomático, porém com informações personalizadas sobre cada estudante ou professor.</p> <p>RB12.3. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As intervenções pedagógicas são ampliadas a um maior número de estudantes, como a um curso ou departamento.</p> <p>RB12.4. <input checked="" type="radio"/></p>	<p>Nível 3</p> <p>RB13.1. <input type="radio"/></p> <p>Os critérios para realização das intervenções pedagógicas são definidos e aprovados pelas partes interessadas no nível institucional. Todas as intervenções, nos diferentes projetos, ocorrem uniformemente de acordo com os critérios pedagógicos, legais, éticos e de privacidade definidos pela instituição.</p> <p>RB13.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As intervenções ocorrem de maneira automática e personalizada para todos os participantes dos projetos de LA. As mensagens de <i>feedback</i> são concebidas com o apoio da equipe pedagógica.</p> <p>RB13.3. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Existe uma equipe pedagógica formalmente estabelecida que apoia os professores no planejamento das intervenções pedagógicas. Para cada intervenção são definidos os objetivos, as ações, resultados esperados e os responsáveis.</p> <p>RB13.4. <input checked="" type="radio"/></p>	<p>Nível 4</p> <p>RB14.1. <input type="radio"/></p> <p>A Política de Uso de Dados define e orienta as intervenções pedagógicas com base nos resultados das análises.</p>

	As intervenções ocorrem com a orientação eventual de pedagogos.	As ações de intervenção são acompanhadas pela equipe pedagógica a fim de avaliar se os resultados estão de acordo com o planejamento. De modo que, se as intervenções não atenderem aos objetivos previamente estabelecidos, novos direcionamentos podem ser orientados. A equipe pedagógica também dá suporte aos professores e estudantes em caso de dúvidas e dificuldades.	
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Análise de Dados

Quadro 33 — Desenvolvimento de Soluções Próprias

4.1. Área de Processo: Desenvolvimento de Soluções Próprias			
Propósito: Apoiar a instituição no planejamento e na execução de soluções de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Desenvolver e manter soluções que atendam às necessidades da instituição e de <i>stakeholders</i> importantes; 2. <input type="radio"/> Apoiar o aprimoramento e a evolução do nível de complexidade das soluções desenvolvidas; e 3. <input checked="" type="radio"/> Envolver diferentes departamentos e profissionais na concepção e no desenvolvimento de soluções de LA. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de Dados, Qualidade de Dados, Infraestrutura, Planejamento Pedagógico das Soluções, Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i>, Comunicação, Legislação, Privacidade e Ética. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>DOS1.1. <input checked="" type="radio"/> As soluções são desenvolvidas majoritariamente por pesquisadores em projetos de iniciativa pessoal.</p> <p>DOS1.2. <input type="radio"/> Os projetos atendem aos objetivos de pesquisa do pesquisador responsável.</p> <p>DOS1.3. <input checked="" type="radio"/> As aplicações de LA desenvolvidas na instituição têm nível de complexidade que pode ser considerado baixo (ver Siemens <i>et al.</i>, 2013 sobre o nível de sofisticação de LA).</p> <p>DOS1.4. <input checked="" type="radio"/> As aplicações são utilizadas em turmas ou cursos específicos, com abrangência limitada.</p>	<p>Nível 2</p> <p>DOS2.1. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> As soluções de LA desenvolvidas na instituição envolvem um grupo de pesquisadores ou departamento. Há uma participação mais abrangente dos colaboradores da instituição tanto na concepção quanto na utilização das ferramentas.</p> <p>DOS2.2. <input type="radio"/> Os projetos de LA atendem aos objetivos do grupo ou departamento nos quais são executados.</p> <p>DOS2.3. <input checked="" type="radio"/> Diferentes <i>stakeholders</i> em departamentos diversos utilizam e apoiam tanto a manutenção quanto o aprimoramento das soluções por meio de <i>feedback</i> de uso.</p>	<p>Nível 3</p> <p>DOS3.1. <input checked="" type="radio"/> Há uma equipe de trabalho multidisciplinar formalmente estabelecida para o desenvolvimento e manutenção de soluções de LA. A equipe de trabalho pode envolver profissionais de diferentes áreas de conhecimento, tais como Educação, Ciência da Computação, Pedagogia, entre outras.</p> <p>DOS3.2. <input type="radio"/> As soluções de LA são desenvolvidas com base nos objetivos da instituição, havendo um alinhamento entre o interesse da instituição e dos profissionais de pesquisa. Há um plano de trabalho definido e aprovado pelas partes interessadas para atender ao planejamento estratégico da instituição com o uso de LA.</p>	<p>Nível 4</p> <p>DOS4.1. <input type="radio"/> Há um processo definido e aprovado para retirar de uso as soluções de LA.</p> <p>DOS4.2. <input type="radio"/> Os objetivos de <i>stakeholders</i>-chave também são considerados na concepção das soluções de LA.</p> <p>DOS4.3. <input type="radio"/> Há uma política definida e aprovada para análise do impacto que as ferramentas de LA podem causar sobre a instituição, determinando os critérios para avaliar se as mesmas devem ou não ser desenvolvidas.</p>

		<p>DOS3.3. ○● As soluções se tornam abrangentes a diferentes departamentos da instituição e às necessidades específicas de cada um deles.</p> <p>DOS3.4. ○ O nível de complexidade das aplicações de LA é ampliado</p>	<p>Essa política é definida e aprovada pelas partes interessadas e estabelece os possíveis impactos (pedagógicos, financeiros, institucionais, comerciais, entre outros) para a instituição e os critérios de avaliação que ajudam a decidir pelo desenvolvimento ou não da ferramenta.</p> <p>DOS4.4. ○● As soluções maduras são tornadas públicas e/ou vendidas.</p>
--	--	--	---

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 34 — Aquisição de Soluções Prontas

4.2. Área de Processo: Aquisição de Soluções Prontas			
Propósito: Dar suporte ao processo de aquisição de soluções de LA disponíveis na academia e no mercado, sejam elas gratuitas ou não. Essa área de processo foi formulada considerando as atividades contidas na ISO 12207:2017 para aquisição de <i>software</i> , devidamente adaptadas ao contexto deste modelo.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Orientar a aquisição de ferramentas para LA com base nas necessidades e objetivos da instituição; 2. <input type="radio"/> Envolver <i>stakeholders</i>-chave no processo de aquisição de ferramentas; 3. <input checked="" type="radio"/> Definir os requisitos para aquisição e critérios para aceitação das ferramentas; e 4. <input checked="" type="radio"/> Entender previamente os custos envolvidos na aquisição de ferramentas, os quais podem não se limitar ao custo da ferramenta. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de Dados, Identificação e Envolvimento dos <i>Stakeholders</i>, Capacitação dos <i>Stakeholders</i>, Infraestrutura. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 ACQ1.1. <input type="radio"/></p> <p>A decisão de aquisição das ferramentas de LA é centrada na alta gerência e não possui critérios claramente definidos.</p>	<p>Nível 2 ACQ2.1. <input type="radio"/></p> <p>Os pesquisadores de LA e de áreas correlatas são consultados sobre a aquisição de novas ferramentas.</p> <p>ACQ2.2. <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>A aquisição de ferramentas pode ocasionar a necessidade de adaptações não planejadas por parte da instituição.</p> <p>A instituição deve se adaptar para adotar a ferramenta adquirida, por exemplo, no que se</p>	<p>Nível 3 ACQ3.1. <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>As necessidades da instituição são conhecidas, sendo possível convertê-las em requisitos aos quais as ferramentas devem atender. Os requisitos são identificados e especificados pelas partes interessadas.</p> <p>ACQ3.2. <input type="radio"/></p> <p>As soluções adquiridas estão alinhadas aos objetivos da instituição para utilização de LA.</p> <p>ACQ3.3. <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>Os critérios de aceitação de cada solução são definidos e aprovados pelas partes interessadas. Ou seja, os requisitos a que as ferramentas devem atender para serem consideradas prontas para uso e aprovadas.</p> <p>ACQ3.4. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Os custos de aquisição são definidos e aprovados pelas partes interessadas. Os custos envolvem não apenas o valor da ferramenta (em caso de ferramentas pagas) mas também os custos de infraestrutura, de capacitação dos recursos humanos, de aquisição de dados, entre outros.</p> <p>ACQ3.5. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>Os requisitos pedagógicos e de infraestrutura necessários à utilização da ferramenta a ser adquirida são previamente conhecidos. Por exemplo, os</p>	<p>Nível 4 ACQ4.1. <input checked="" type="radio"/></p> <p>A instituição define critérios que apoiam a decisão pela aquisição ou pelo desenvolvimento da solução de LA.</p> <p>ACQ4.2. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>O processo de aquisição de soluções inclui a consulta a diferentes fornecedores a fim de identificar qual proposta de solução é mais adequada às necessidades da instituição.</p> <p>ACQ4.3. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>O impacto de mudanças nos contratos de aquisição é avaliado e gerenciado.</p> <p>ACQ4.4. <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p>

	<p>refere aos sistemas utilizados ou à infraestrutura necessária ou mesmo às práticas pedagógicas.</p>	<p>dados necessários para utilização das ferramentas são identificados antes da decisão de aquisição. Caso não estejam disponíveis, a instituição demonstra capacidade de adquiri-los, considerando esse fator na decisão de aquisição. De modo semelhante, a instituição identifica se são necessárias adaptações pedagógicas para adotar a ferramenta a ser adquirida.</p> <p>ACQ3.6. ●●●</p> <p>Um contrato é devidamente formalizado entre as partes. O contrato deve detalhar os objetivos da ferramenta, escopo da ferramenta, precificação de cada parte e pagamento, cronograma de implantação, responsáveis pela execução do contrato (internos e externos), pré-requisitos (que devem incluir os recursos humanos e de infraestrutura), objetivos esperados, condições de aceitação, riscos e direitos autorais e de uso dos dados relacionados à ferramenta. Para ferramentas disponíveis gratuitamente, este contrato pode não ser aplicável.</p> <p>ACQ3.7. ●</p> <p>O progresso da execução do contrato é monitorado por um responsável formalmente designado para tal.</p>	<p>Existe um processo definido e seguido para aquisição de soluções de LA.</p> <p>O processo considera a avaliação das necessidades da instituição, a avaliação de custos, requisitos de aceitação da ferramenta e, nos casos aplicáveis, o estabelecimento e, finalmente, a finalização do contrato com a aceitação do produto.</p>
--	--	---	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Quadro 35 — Avaliação da Eficácia das Soluções

4.3. Área de Processo: Avaliação da Eficácia das Soluções			
Propósito: Promover a avaliação das soluções de LA utilizadas a fim de identificar se as mesmas atendem aos objetivos para os quais foram planejadas.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Definir critérios e meios de avaliação das soluções; 2. <input type="radio"/> Padronizar os procedimentos para avaliação da eficácia das soluções; e 3. <input checked="" type="radio"/> Incentivar a adoção de ferramentas que passaram por procedimentos de avaliação. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento Pedagógico das Soluções, Intervenção Baseada nos Resultados. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>EVA1.1. <input type="radio"/></p> <p>As soluções de LA desenvolvidas pela instituição não passam por processos de avaliação de eficácia ou passam por avaliações não padronizadas, realizadas exclusivamente pelos seus desenvolvedores.</p> <p>EVA1.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As soluções de LA entram em uso antes de uma rígida avaliação de sua eficácia.</p>	<p>Nível 2</p> <p>EVA2.1. <input type="radio"/></p> <p>As soluções desenvolvidas pela instituição estão em uso, gerando resultados que permitem a avaliação qualitativa.</p> <p>Tal avaliação inclui a eficácia da intervenção realizada pelos professores.</p> <p>EVA2.2. <input type="radio"/></p> <p>Questionários são realizados junto aos estudantes e professores para ajudar a entender a percepção deles sobre a influência da ferramenta de LA sobre seu desempenho.</p>	<p>Nível 3</p> <p>EVA3.1. <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>Os critérios a serem considerados na avaliação das soluções desenvolvidas são definidos e aprovados pelas partes interessadas. Os critérios podem estar relacionados, por exemplo, à qualidade do <i>feedback</i>, acurácia da análise, capacidade de explanação do processo de análise, facilidade de uso, entre outros.</p> <p>EVA3.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As ferramentas são implantadas a nível institucional apenas após avaliação de sua eficácia, isto é, se a mesma atingir os objetivos previamente definidos para seu funcionamento.</p>	<p>Nível 4</p> <p>EVA4.1. <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>Há uma política de avaliação das soluções definida e aprovada pelas partes interessadas. Nessa política, são definidos os objetivos da avaliação, os critérios e os responsáveis, bem como a periodicidade em que ocorrerão.</p> <p>EVA4.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>As ferramentas são avaliadas a longo prazo.</p> <p>As ferramentas que não atingem os objetivos para os quais foram desenvolvidas são retiradas de uso.</p> <p>EVA4.3. <input type="radio"/></p> <p>Métodos padronizados para avaliar a eficácia das soluções na instituição são definidos e aprovados pelas partes interessadas, sendo utilizados</p>

			<p>em todos os projetos da instituição. Pode ser utilizado, por exemplo, um <i>framework</i> como o EFLA (Evaluation Framework for Learning Analytics, http://www.laceproject.eu/evaluation-framework-for-la/).</p>
--	--	--	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

Legislação, Privacidade e Ética

Quadro 36 — Legislação, Privacidade e Ética

5.1. Área de Processo: Legislação, Privacidade e Ética			
Propósito: Respalda o uso de LA na instituição, assegurando aos projetos aderência às leis e garantindo a privacidade dos estudantes e professores bem como o uso ético dos dados.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Garantir a conformidade dos projetos de LA com as leis e com resoluções e normas próprias da instituição; 2. <input type="radio"/> Apoiar a instituição de um Comitê de Ética para avaliação dos projetos de LA; e 3. <input checked="" type="radio"/> Apoiar a especificação de uma Política de Uso dos Dados na instituição. 			
Áreas de Processos Relacionadas:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de Dados, Propriedade dos Dados, Infraestrutura, Comunicação, Capacitação dos <i>Stakeholders</i>, Desenvolvimento de Soluções Próprias, Intervenção Baseada nos Resultados 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1 LPE1.1. <input type="radio"/></p> <p>Os projetos de LA estão em conformidade com as leis que influenciam sua execução. A instituição identifica essas leis e garante que os projetos de LA estão em conformidade desde o seu planejamento. Por exemplo, no Brasil existe a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais</p>	<p>Nível 2 LPE2.1. <input type="radio"/></p> <p>Os projetos de LA estão em conformidade com as políticas internas da instituição que influenciam sua execução.</p>	<p>Nível 3 LPE3.1. <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/></p> <p>A instituição inclui em suas políticas questões específicas de LA.</p> <p>LPE3.2. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Há um Comitê de Ética formalmente designado, o qual é capaz de avaliar os projetos de LA de acordo com as políticas sobre LA da instituição.</p> <p>LPE3.3. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Todos os projetos de LA passam por avaliação do</p>	<p>Nível 4 LPE4.1. <input checked="" type="radio"/></p> <p>Há uma Política de Uso dos Dados definida e aprovada junto às partes interessadas que é focada em LA. As seguintes questões são relevantes para compor a política, embora a lista não seja exaustiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Objetivo: Explicitar o objetivo da Política de Uso dos Dados; – Anonimato: Define em que situações os dados dos estudantes e professores devem ser anonimizados; – Consentimento: Define em quais situações estudantes e professores devem permitir explicitamente o armazenamento, acesso e manipulação de dados previamente informados nos projetos de LA; – Permissões: Define se deve estar explícito para cada projeto de LA quem terá acesso aos dados armazenados (inclusive se o próprio estudante terá acesso a esses dados) e em qual nível de permissão; – Transparência de processamento: Define em quais situações deve estar claro aos estudantes e professores quais os métodos utilizados no processamento dos dados e a lógica empregada para interpretação dos dados em cada ferramenta;

<p>(LGPD - Lei Nº 13.853, de 8 de Julho de 2019), no Reino Unido, Data Protection Act 1998 (Lei de Proteção de Dados).</p>		<p>Comitê de Ética antes de sua execução. LPE3.4.  O Comitê de Ética está apto a investigar e solucionar denúncias recebidas por meio da ouvidoria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exclusão voluntária (<i>opt-out</i>): Define em quais situações o estudante ou professor deve ter a opção de deixar voluntariamente o projeto de LA; - Armazenamento de dados: Define o que deverá ocorrer com os dados em caso de conclusão do curso pelo estudante (os dados permanecerão armazenados e em uso ou deverão ser apagados?); - Compartilhamento com terceiros: Define em quais situações os dados dos projetos de LA poderão ser compartilhados com terceiros. Se sim, sob quais critérios; - Obrigação de agir: Define em quais situações a instituição tem ou não o dever de agir (por exemplo, se a mesma identificar que um estudante está prestes a falhar em um curso, ela deve ser obrigada a intervir?); - Intenção e intervenção com base nos resultados das análises de LA: além de especificar a finalidade para a qual LA é utilizada, a instituição deve especificar quais tipos de intervenções são apropriadas e permitidas com base nos resultados obtidos pelas análises; - Avaliação: Define em quais situações os projetos de LA estão aptos a fazer parte da avaliação dos estudantes; - Responsabilidade do estudante: define quais as responsabilidades que os estudantes têm sobre os seus dados no processo de ensino-aprendizagem (por exemplo, os estudantes serem responsáveis pelas suas ações nos LMS, as quais se refletem nos dados armazenados); - Dados relevantes a serem utilizados: define quais critérios para determinar se os dados são relevantes para os projetos de LA. Por exemplo, dados sobre religião e etnia podem ser utilizados? - Qualidade dos dados: garante que as análises são realizadas sobre dados confiáveis a fim de evitar erros e imprecisões nas mesmas; - Limitações: define os limites da tecnologia (por exemplo, LA não pode, sozinha, preencher todos os requisitos para um processo de ensino e aprendizagem adequado); - Dados adquiridos: define quais os critérios para obtenção dos dados por parte dos projetos de LA; e - Consequências: especificação das consequências para cada um dos <i>stakeholders</i> por ações em desacordo com as cláusulas da Política de Uso dos Dados. <p>LPE4.2. </p>
--	--	---	---

			<p>O Comitê de Ética avalia periodicamente a Política de Uso dos Dados estabelecida e ajusta-a às novas necessidades da instituição, ou a novas leis ou normas, sempre que for necessário.</p> <p>LPE4.3. ●</p> <p>O Comitê de Ética avalia a execução dos projetos de LA, identificando e garantindo a correção de desvios da Política de Uso de Dados, se houver.</p>
--	--	--	--

Fonte: Elaborado pela Autora (2020)