



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Campus João Pessoa

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação

Nível Mestrado Profissional

RICARDO AFONSO PESSOA SERRANO FILHO

**ARIAS: ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PARA A
INTEGRAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM COM SISTEMAS DE GESTÃO
ACADÊMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOÃO PESSOA

2022

Ricardo Afonso Pessoa Serrano Filho

**ARIAS: Arquitetura de Referência para a Integração de
Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Sistemas de
Gestão Acadêmica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros

Coorientador: Prof. Dr. José Jorge Lima Dias Júnior

João Pessoa

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

S487a Serrano Filho, Ricardo Afonso Pessoa.

Arias : arquitetura de referência para a integração de ambientes virtuais de aprendizagem com sistemas de gestão acadêmica / Ricardo Afonso Pessoa Serrano Filho. – 2022.
88 f. : il.

Dissertação (Mestrado -Tecnologia da Informação) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação (PPGTI), 2022.

Orientação : Prof^o. D.r Francisco Petrônio A. de Medeiros.

Coorientação : Prof^o D.r José Jorge Lima Dias Junior.

1. Ambientes virtuais de aprendizagem. 2. Sistema de gestão acadêmica. 3. Integração. 4. Arquitetura de referência. 5. *Design science research*. I. Título.

CDU 004.5:37.015.3(043)

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária – CRB 15/132


Ricardo Afonso Pessoa Serrano Filho

ARIAS: Arquitetura de Referência para a Integração de Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Sistemas de Gestão Acadêmica


Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Aprovado em 31 de Maio de 2022.


BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **DIEGO ERNESTO ROSA PESSOA**
Data: 26/08/2022 17:20:54-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Diego Ernesto Rosa Pessoa – IFPB
Avaliador


Documento assinado digitalmente
 **BRUNO DE SOUSA MONTEIRO**
Data: 29/08/2022 22:39:21-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Bruno de Sousa Monteiro – UFERSA
Avaliador Externo


Documento assinado digitalmente
 **FRANCISCO PETRONIO ALENCAR DE MEDEIROS**
Data: 26/08/2022 14:52:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros (Orientador)

Prof. Dr. José Jorge Lima Dias Júnior (Coordenador)

Documento assinado digitalmente
 **Jose Jorge Lima Dias Junior**
Data: 26/08/2022 15:11:14-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Visto e permitida a impressão
João Pessoa

Documento assinado digitalmente
 **DAMIRES YLUSKA DE SOUZA FERNANDES**
Data: 30/08/2022 13:48:34-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^a. Dra. Damires Yluska de Souza Fernandes
Coordenadora PPGTI

À minha avó Ritinha (in memoriam), fonte inesgotável de carinho e bondade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos que estão comigo desde o começo, meus pais Regina e Ricardo, e meus irmãos Stephanie e Guilherme, pelo amor infinito e apoio incondicional. À minha família: tias e tios, primas e primos, minha sobrinha linda Letícia, pessoas maravilhosas e imprescindíveis na minha vida.

Aos meus grandes amigos Adriano, Dimitri, Igor, João, Luiz Márcio, Müller, Rosa e tantos outros, de longa e de curta data, alguns dos quais moram longe, outros bem perto, mas todos tão queridos e sempre presentes, por toda alegria e leveza que compartilhamos.

Aos professores Francisco Petrônio e José Jorge, meus orientadores, pela paciência, dedicação e por todos os preciosos ensinamentos e direcionamentos prestados ao longo deste projeto.

Aos professores do mestrado de computação do IFPB, que me inspiraram tremendamente nessa fase acadêmica através do conhecimento passado e da didática estimulante.

Aos meus colegas-amigos da Superintendência de Educação a Distância da UFPB, por todo o auxílio com a pesquisa, pelo constante incentivo e pelo companheirismo caloroso do dia a dia.

Por fim, sou grato a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a concluir este trabalho, e em especial aos que dedicaram seu tempo e sua energia para participar das entrevistas e responder ao questionário, trazendo contribuições valiosas para a pesquisa.

RESUMO

A expansão da educação a distância online (EAD) tem trazido às instituições de ensino (IEs) uma necessidade cada vez maior de integrar seus sistemas de informação, em particular os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) com os Sistemas de Gestão Acadêmica (SGAs). No entanto, embora haja propostas de sistemas e modelos voltados aos aspectos tecnológicos envolvidos, a literatura carece de estudos que investiguem em profundidade como o desafio da integração AVA-SGA vem sendo efetivamente enfrentado pelas IEs em suas práticas cotidianas. Este trabalho apresenta uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA, cujo desenvolvimento foi guiado com base nas dificuldades e experiências concretas que cercam os ambientes institucionais. Para identificá-las, foi conduzido um estudo exploratório com IEs brasileiras e estrangeiras em que foram triangulados resultados provenientes de uma revisão da literatura, de um levantamento baseado em questionário, de entrevistas e da própria experiência profissional deste autor. Os resultados do estudo apontam que a integração AVA-SGA constitui um obstáculo considerável para os setores de EAD dessas organizações. Além disso, questões como falta de comunicação entre as equipes, recursos humanos escassos, burocracia etc. não só foram identificadas como revelaram-se tão ou mais presentes que os percalços tecnológicos. Após seu desenvolvimento, uma implementação e uma avaliação da arquitetura foram realizadas no âmbito de uma universidade pública federal, na forma de uma prova de conceito. O paradigma adotado para a condução da pesquisa é o *Design Science Research*, que legitima e orienta a construção de artefatos tecnológicos para a produção de conhecimento científico.

Palavras-chave: Ambientes Virtuais de Aprendizagem; Sistemas de Gestão Acadêmica; integração; arquitetura de referência; *Design Science Research*.

ABSTRACT

The expansion of online education has brought to educational institutions (EIs) a growing need to integrate their information systems, particularly Virtual Learning Environments (VLE) with Academic Management Systems (AMS). However, although there are proposals for systems and models focused on the technological aspects involved, scientific literature lacks studies that seek to investigate in depth how the challenge of VLE-AMS integration has been effectively faced by EIs in their everyday practices. This work presents a reference architecture for the VLE-AMS integration, whose development was guided according to the difficulties and concrete experiences that surround institutional environments. To identify them, an exploratory study was conducted with Brazilian and foreign EIs in which results from a literature review, a questionnaire-based survey, interviews and the author's own professional experience were triangulated. The results of the study indicate that the VLE-AMS integration constitutes a relevant obstacle for the distance learning departments of these organizations. Moreover, issues such as lack of communication between teams, scarce human resources, bureaucracy, etc. not only were identified, but also turned out to be as much or more present than the technological difficulties. After the development phase, an implementation and an evaluation of the architecture were carried out within a federal public university as a proof of concept. The paradigm adopted for conducting the research is Design Science Research, which validates and guides the construction of technological artifacts for the production of scientific knowledge.

Keywords: Virtual Learning Environments; Academic Management Systems; integration; reference architecture; Design Science Research.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Distribuição das instituições respondentes por região do país.	33
Figura 2	– Distribuição das instituições respondentes por quantidade de alunos da modalidade EAD ativos.	34
Figura 3	– Distribuição das instituições respondentes por quantidade de cursos da modalidade EAD ofertados.	34
Figura 4	– Distribuição das instituições respondentes por AVAs utilizados.	35
Figura 5	– Distribuição das instituições respondentes por SGAs utilizados.	35
Figura 6	– Quantidade de IEs que têm alguns processos automatizados; a maioria ou todos os processos automatizados; e que não têm integração automatizada.	36
Figura 7	– Grau de concordância das IEs com a afirmação de que é indispensável a automatização da integração AVA-SGA em seu contexto institucional.	36
Figura 8	– Dificuldades técnicas (DT) e não-técnicas (DNT) de integração enfrentadas pelas IESs.	37
Figura 9	– ARIAS: Arquitetura de referência para a Integração AVA-SGA.	44
Figura 10	– Ciclo de sincronização da ARIAS.	45
Figura 11	– Modelo de dados da ID-SGA da ARIAS.	47
Figura 12	– Algoritmo de sincronização da ARIAS.	58
Figura 13	– Diagrama entidade-relacionamento do banco de dados de testes <i>sigaa</i>	63
Figura 14	– Interface PHP com a definição dos serviços disponibilizados da ID-SGA da ARIAS.	64
Figura 15	– Interface PHP com a definição dos serviços disponibilizados da ID-AVA da ARIAS.	65
Figura 16	– Diagrama entidade-relacionamento das tabelas do Integrador.	66
Figura 17	– Interface gráfica de cadastro de novo AVA no Integrador.	66
Figura 18	– Interface gráfica da lista de AVAs no Integrador.	67
Figura 19	– Interface gráfica de cadastro de nova integração AVA-SGA no Integrador.	67
Figura 20	– Interface gráfica da lista de integrações AVA-SGA no Integrador.	67
Figura 21	– Tela do Moodle com turmas do período 2021.1 que foram cadastradas via sincronização.	68
Figura 22	– Tela do Moodle com os alunos e o professor de uma turma do período 2021.1 cadastrados via sincronização.	69
Figura 23	– Tela do Moodle destacando dois vínculos de alunos a uma turma que foram suspensos através da segunda sincronização.	70
Figura 24	– Tela do Moodle com as categorias 2021.1 e 2021.2 nas quais foram inseridas as turmas via sincronização.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de tarefa do Agendador de Sincronização da ARIAS.	55
Tabela 2 – Tarefa da integração do período 2021.2 dos cursos UAB da SEAD no Agendador de Sincronização.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABED	Associação Brasileira de Educação a Distância
API	<i>Application Programming Interface</i>
AS	Agendador de Sincronização
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
DEAD	Diretoria de Educação a Distância
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento
DGTI	Diretoria Geral de Tecnologia da Informação
DNT	Dificuldade Não-Técnica
DS	<i>Design Science</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
DSRM	<i>Design Science Research Methodology</i>
DT	Dificuldade Técnica
EAD	Educação a Distância
HAMK	<i>Häme University of Applied Sciences</i>
ID-AVA	Interface de Dados do Ambiente Virtual de Aprendizagem
ID-SGA	Interface de Dados do Sistema de Gestão Acadêmica
IE	Instituição de Ensino
IES	Instituição de Ensino Superior
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
LIS	<i>Learning Information Services</i>
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i>
Moodle	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
REST	<i>Representational state transfer</i>

SAG	Sistema Acadêmico de Gestão
SEAD	Superintendência de Educação a Distância
SGA	Sistema de Gestão Acadêmica
SI	Sistema de Informação
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
SOA	<i>Service-oriented Architecture</i>
STI	Superintendência de Tecnologia da Informação
SUAP	Sistema Unificado de Administração Pública
TAMK	<i>Tampere University of Applied Sciences</i>
TI	Tecnologia da Informação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Motivação e Definição do Problema	17
1.2	Objetivos	18
1.2.1	Objetivo geral	18
1.2.2	Objetivos específicos	18
1.3	Estrutura do Documento	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Ambientes Virtuais de Aprendizagem	20
2.2	Sistemas de Gestão Acadêmica	21
2.3	Integração entre AVAs e SGAs	22
2.4	Trabalhos Relacionados	23
3	METODOLOGIA	26
3.1	Pesquisa na Abordagem <i>Design Science Research</i> (DSR)	26
3.1.1	Atividade 1: Identificação e Motivação do Problema	27
3.1.1.1	<i>Primeira Etapa: Revisão da Literatura</i>	28
3.1.1.2	<i>Segunda Etapa: Levantamento baseado em Questionário</i>	28
3.1.1.3	<i>Terceira Etapa: Entrevistas</i>	30
3.1.2	Atividade 2: Definição dos Objetivos da Solução	31
3.1.3	Atividade 3: Projeto e Desenvolvimento	31
3.1.4	Atividades 4 e 5: Demonstração e Avaliação	32
3.1.5	Atividade 6: Comunicação	32
4	ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A INTEGRAÇÃO AVA-SGA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO	33
4.1	Análise e Resultados do Levantamento Baseado em Questionário	33
4.2	Análise e Resultados das Entrevistas	38
4.2.1	Entrevista 1: IFPB	39
4.2.2	Entrevistas 2 e 3: TAMK e HAMK	41
5	ARIAS: ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PARA A INTEGRAÇÃO AVA-SGA	42
5.1	O Domínio da Integração AVA-SGA em Instituições com Oferta de EAD	42
5.2	A Arquitetura de Referência	43
5.2.1	Componente 1: Interface de Dados do SGA (ID-SGA)	46

5.2.1.1	<i>Aspecto 1.1: Modelo de Dados</i>	46
5.2.1.2	<i>Aspecto 1.2: Serviços Disponibilizados</i>	47
5.2.1.3	<i>Aspecto 1.3: Formas de Implementação dos Serviços Disponibilizados</i>	53
5.2.2	Componente 2: Interface de Dados do AVA	53
5.2.2.1	<i>Aspecto 2.1: Serviços Disponibilizados</i>	53
5.2.2.2	<i>Aspecto 2.2: Formas de Implementação dos Serviços Disponibilizados</i>	54
5.2.3	Componente 3: Agendador de Sincronização	54
5.2.3.1	<i>Aspecto 3.1: Recorrência de Sincronização</i>	55
5.2.3.2	<i>Aspecto 3.2: Formas de Implementação do Agendador de Sincronização</i>	56
5.2.4	Componente 4: Integrador	56
5.2.4.1	<i>Aspecto 4.1: Parâmetros de Integração dos AVAs</i>	56
5.2.4.2	<i>Aspecto 4.2: Algoritmo de Sincronização</i>	57
5.2.5	Outros Aspectos: Integração Reversa e Integração sob Demanda	59
6	DEMONSTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ARIAS: PROVA DE CONCEITO NO ÂMBITO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	61
6.1	Demonstração da ARIAS: Implementação e Execução de um Sistema de Integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB	61
6.1.1	Implementação do Componente 1: Interface de Dados do SGA (ID-SGA)	62
6.1.2	Implementação do Componente 2: Interface de Dados do AVA (ID-AVA)	63
6.1.3	Configuração do Componente 3: Agendador de Sincronização (AS)	64
6.1.4	Implementação do Componente 4: Integrador	65
6.1.5	Execução e Testes do Sistema de Integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB	68
6.2	Avaliação da ARIAS: Discussão sobre a Eficácia do Sistema de Integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB	70
7	CONCLUSÕES	72
7.1	Trabalhos Futuros	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
	APÊNDICES	77
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE INTEGRAÇÃO ENTRE O AVA E O SGA EM INSTITUIÇÕES	78
	APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA EM PORTUGUÊS SOBRE INTEGRAÇÃO ENTRE AVA E SGA EM INSTITUIÇÕES	84

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA EM INGLÊS SOBRE INTEGRAÇÃO ENTRE AVA E SGA EM INSTITUI- ÇÕES	86
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

A educação a distância via internet (EAD) vem crescendo de forma expressiva no Brasil e no mundo (PALVIA et al., 2018; ALVES, 2011). Seu amplo alcance pode ser observado na educação básica, em cursos do ensino técnico e superior, no apoio à modalidade presencial, em atividades de capacitação, treinamentos profissionais e em inúmeras outras ações de ensino e aprendizagem oferecidas por universidades, institutos, órgãos do governo, empresas, entidades e associações das mais variadas áreas de atuação.

No âmbito das instituições de ensino (IE), o aumento vigoroso do número de cursos, alunos, professores e atividades da modalidade a distância trouxe uma série de novos desafios relacionados aos sistemas de informação educacionais (LUCENA et al., 2017). Entre eles, uma dificuldade frequentemente enfrentada pelas IEs diz respeito à integração, ou interoperabilidade, entre Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e Sistemas de Gestão Acadêmica (SGA), denominada *integração AVA-SGA* neste trabalho.

Uma das tecnologias-chave da EAD em seu formato online, AVAs são plataformas acessíveis através da web e ricas em recursos como salas de aula, fóruns de discussão, *chat*, questionários, entre outros, nas quais ocorrem atividades educacionais e interações entre alunos, professores e tutores geograficamente e temporalmente dispersos. SGAs, por sua vez, são usados para gerenciar as informações e os processos acadêmicos das IEs relativos a cursos, estudantes, professores, matrículas etc. Ambos os sistemas são utilizados pelas IEs com oferta de EAD para possibilitar as atividades administrativas e educacionais.

A integração de sistemas de informação (SI) consiste em integrar e harmonizar sistemas isolados com o propósito de permitir o compartilhamento de informação entre eles (MOURA; BERNARDINO, 2011). No caso dos SIs educacionais e de gestão das IEs, os dados relativos a alunos, professores, matrículas, disciplinas etc., armazenados no SGA, constantemente precisam ser repercutidos no AVA. De maneira reversa, as informações das notas (avaliações dos professores para o desempenho dos alunos) nas disciplinas, que são comumente registradas no AVA, frequentemente devem ser cadastradas e consolidadas também no SGA. Nesse contexto, a ausência de uma integração AVA-SGA que permita essa troca de dados e serviços pode trazer uma série de problemas para a IE, como inconsistência das informações armazenadas em ambos os sistemas, aumento do esforço humano para cadastrar manualmente uma grande quantidade de dados no AVA, demora na sincronização de dados, brechas de segurança advindas da partilha manual de dados entre sistemas, entre outros.

Outros cenários em que a integração AVA-SGA é desejável também podem ser vislumbrados. Um exemplo é o de *learning analytics*, cuja aplicação na EAD pode revelar informações valiosas sobre a efetividade dos processos de aprendizagem, padrões de comportamento dos

usuários na plataforma, predição de evasão etc. Os dados necessários para realizar essas análises muitas vezes estão armazenados tanto nos AVAs como nos SGAs, de forma que a existência de uma integração adequada entre esses sistemas revela-se crucial.

Embora a revisão da literatura conduzida como parte deste projeto tenha identificado um conjunto de trabalhos que trata da problemática da integração AVA-SGA sob o enfoque tecnológico – através de propostas de modelos, implementações de software e outras soluções de natureza técnica –, não foram encontrados estudos dedicados a investigar, a partir de análises e levantamentos de natureza exploratória, as questões e os obstáculos inerentes à integração AVA-SGA no cenário brasileiro e internacional. Particularmente, não foram achados trabalhos que apresentem como essa problemática tem sido enfrentada e possivelmente solucionada nos ambientes e contextos institucionais reais; qual o grau de integração e de isolamento dos sistemas das IEs; e quais fatores, seja de ordem tecnológica ou de outra natureza, contribuem para a persistência do quadro.

Este trabalho apresenta uma contribuição para essa linha de pesquisa e foi iniciado com um estudo exploratório, conduzido com IEs brasileiras e do exterior, com o objetivo de investigar como o desafio da integração AVA-SGA vem sendo enfrentado nos ambientes institucionais, identificando as dificuldades e as impressões de pessoas-chave dentro dos setores de TI e de EAD. O estudo consistiu em uma abordagem na qual foram triangulados dados coletados por uma revisão da literatura, um levantamento baseado em questionário e entrevistas. Além disso, a experiência profissional deste autor com integração AVA-SGA em uma instituição de ensino superior (IES) brasileira também foi considerada.

Os resultados obtidos pelo estudo evidenciam que a problemática da integração AVA-SGA é bastante presente e recorrente dentro das instituições, constituindo um desafio relevante para as equipes de TI e para os órgãos de EAD, e que a existência de uma integração AVA-SGA é considerada essencial para aprimorar os processos e as rotinas institucionais. Além disso, a análise dos dados mostrou que os obstáculos ao desenvolvimento de uma solução de integração AVA-SGA não são apenas de natureza tecnológica, mas também envolvem questões burocráticas, administrativas, de comunicação e de recursos humanos das instituições.

Utilizando como insumo os resultados do estudo exploratório, uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA no âmbito das IEs, denominada ARIAS, foi proposta, projetada e desenvolvida. Após sua construção, uma implementação da arquitetura foi aplicada em uma IES, na forma de uma prova de conceito, para avaliar sua eficácia e viabilidade. O paradigma adotado para a condução da pesquisa é o *Design Science Research* (DSR), que legitima e norteia a criação de artefatos tecnológicos para a produção de conhecimento científico.

1.1 Motivação e Definição do Problema

A EAD vem passando por um processo vertiginoso de expansão e de consolidação. No âmbito nacional, esse fenômeno pode ser facilmente observado através do CensoEAD.BR, compilado pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED). Os dados relativos a 2018 mostram que a quantidade de matrículas em cursos a distância no país superou 9 milhões naquele ano, um aumento de mais de 1.500.000 em relação ao ano anterior ¹.

Esse avanço consistente também tem ocorrido no resto do mundo, com a EAD a caminho de se tornar a modalidade principal de ensino e aprendizagem até 2025 (PALVIA et al., 2018). Além disso, a pandemia de COVID-19 causada pelo novo coronavírus, que ainda está em curso em nível global, tem forçado uma adoção inesperada e urgente da modalidade a distância por inúmeras instituições de ensino presencial, o que pode resultar em uma intensificação permanente de atividades, práticas e ações de EAD por parte delas.

Nesse cenário, os AVAs e SGAs, que já têm desempenhado um papel central no funcionamento diário de qualquer instituição de ensino há vários anos (BARATA et al., 2014), tornam-se ainda mais essenciais na viabilização dos processos de gestão acadêmica e de aprendizagem das IEs. A integração entre esses sistemas, ou integração AVA-SGA, é igualmente fundamental. Como ambos os sistemas lidam com informações e processos comuns, problemas como falta de consistência dos dados, aumento do esforço de recursos humanos para sincronizar informações e segurança dos dados podem ser evitados ou mitigados, conseqüentemente trazendo vantagens de ordem financeira, estratégica e de recursos humanos, como aumento da produtividade, redução de custos e melhoria da eficiência das instituições (MOURA; BERNARDINO, 2010; MOURA; BERNARDINO, 2011; LEAL; QUEIRÓS, 2012).

No entanto, não foram encontrados pela revisão da literatura estudos que investigassem, a partir de análises e levantamentos de natureza quantitativa ou qualitativa, a questão da integração AVA-SGA a partir das realidades e dos aspectos sociotécnicos das instituições, identificando tanto percalços e desafios comuns como soluções que eventualmente tenham sido construídas. Além disso, os trabalhos que apresentam modelos e sistemas de integração AVA-SGA atêm-se apenas aos aspectos técnicos e tecnológicos envolvidos, não contemplando os diferentes contextos e particularidades institucionais existentes, que podem potencialmente constituir obstáculos para as IEs ao longo do processo de desenvolvimento de suas soluções. A Seção 3.1.1.1 aborda com mais detalhes os trabalhos relacionados a essa temática, enquanto o Capítulo 4 apresenta os resultados do estudo exploratório conduzido por este projeto, que identificou dificuldades de natureza não-tecnológica em IESs.

Como exemplo concreto, a Superintendência de Educação a Distância (SEAD)² da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), órgão no qual trabalha este autor, utiliza um sistema

¹ http://abed.org.br/arquivos/CENSO_DIGITAL_EAD_2018_PORTUGUES.pdf, p. 61.

² <http://www.sead.ufpb.br>

próprio de integração AVA-SGA e de gestão da EAD, denominado Sistema de Apoio à Gestão (SAG), projetado e desenvolvido por mim em colaboração com outros servidores, bolsistas e equipe acadêmica ao longo de alguns anos. O SAG atualmente é um sistema maduro e em funcionamento, que cumpre, entre outras funções, a tarefa de integrar de forma automatizada os AVAs da SEAD com o SGA da instituição. No entanto, seu desenvolvimento foi marcado por algumas dificuldades que exorbitaram os aspectos tecnológicos, como, por exemplo, a falta de um canal de comunicação eficiente entre a equipe de TI da SEAD e outros setores estratégicos da universidade.

Além disso, através de conversas tidas com gestores de EAD, diretores de TI e desenvolvedores de software de outras IESs brasileiras durante eventos, congressos e encontros realizados, foi notado por este autor um grande interesse sobre o tema da integração AVA-SGA. Muitas IESs relataram ter construído suas próprias soluções de integração – algumas das quais não funcionam adequadamente – de forma bastante improvisada e desordenada. Em outros casos, as IEs simplesmente carecem de qualquer solução de integração, realizando todo o trabalho de troca de dados entre os sistemas manualmente, culminando em problemas como os relatados nesta seção.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é construir uma arquitetura de referência que auxilie as instituições de ensino com oferta de educação a distância no desenvolvimento de suas soluções de integração entre Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Sistemas de Gestão Acadêmica.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Investigar a problemática da integração AVA-SGA na literatura científica e nos ambientes das instituições de ensino;
- Demonstrar o uso da arquitetura de referência para a integração AVA-SGA através de sua implementação em um ambiente institucional;
- Avaliar a eficácia da implementação da arquitetura de referência para a integração AVA-SGA.

1.3 Estrutura do Documento

Este trabalho inicia-se com a apresentação da fundamentação teórica no Capítulo 2, incluindo a Seção 2.4 de trabalhos relacionados à temática da integração AVA-SGA, isto é, à

integração entre ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) e sistemas de gestão acadêmica (SGAs) no âmbito das instituições de ensino (IEs) com oferta de educação a distância (EAD). No Capítulo 3 é delineado o passo-a-passo metodológico que alicerçou a pesquisa, que seguiu o paradigma *Design Science Research* (DSR) através do método *Design Science Research Methodology* (DSRM). Em seguida, no Capítulo 4 são analisados os resultados do estudo exploratório do campo conduzido por este projeto com IEs brasileiras e estrangeiras, que investigou a problemática da integração AVA-SGA através de um levantamento baseado em questionário (disponível no Apêndice A) e de entrevistas (cujos roteiros em português e em inglês encontram-se, respectivamente, nos Apêndices B e C). No Capítulo 5 é detalhada a arquitetura de referência para a integração AVA-SGA (ARIAS), desenvolvida a partir dos resultados do estudo exploratório. A demonstração e a avaliação da arquitetura, através da implementação de uma solução de integração AVA-SGA baseada na ARIAS para a Superintendência de Educação a Distância (SEAD) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), são mostradas no Capítulo 6. Por fim, no Capítulo 7 são apresentadas as conclusões do trabalho e relacionados os trabalhos futuros que são esperados para dar continuidade a esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As tecnologias da informação e comunicação estão cada vez mais onipresentes nas sociedades e têm trazido, ao longo das últimas décadas, profundas transformações em praticamente todos os aspectos das nossas vidas. Nessa esteira, mudanças significativas também vêm ocorrendo na educação. Em particular, a educação a distância online (EAD), viabilizada por essas tecnologias, está mudando a forma como ensinamos e aprendemos (PALVIA et al., 2018).

A EAD, ou *e-learning*, é a modalidade de educação realizada através do uso intenso das tecnologias da informação e comunicação, na qual professores e alunos estão separados no espaço, no tempo ou em ambos (ALVES, 2011; EL-GHAREEB, 2009). Seu surgimento nos anos 90 coincidiu com o advento de tecnologias como o computador pessoal e a internet. Hoje, a EAD continua ganhando força e se expandindo em todo o mundo, e está aqui para ficar (PALVIA et al., 2018).

Atualmente, o uso da EAD pode ser observado nos mais diversos ambientes e setores, como escolas, universidades, institutos, empresas e governos, através da oferta de cursos superiores, apoio ao ensino presencial, cursos abertos, capacitações, treinamentos profissionais, entre outros, tanto na modalidade totalmente a distância como na híbrida (*blended learning*), que combina os modelos tradicional e o *e-learning*.

2.1 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Uma das ferramentas centrais para a prática da EAD são os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Existem discussões sobre sua definição, quais são as funcionalidades que os caracterizam e se é sinônimo de sistema de gestão da aprendizagem (*learning management system*, LMS). Para este trabalho é satisfatória a definição de Almeida (2003), segundo a qual AVAs são sistemas computacionais disponíveis na internet que suportam atividades educacionais através das tecnologias da informação e comunicação. Essas plataformas online são usualmente ricas em recursos e mídias, como textos, imagens, vídeos, fóruns de discussão, bate-papo, questionários etc., acessíveis e disponibilizados de maneira organizada, através dos quais alunos, professores e demais atores educacionais podem desenvolver interações de ensino e aprendizagem mesmo que geograficamente distantes, de forma síncrona ou assíncrona.

Há várias opções de AVAs à disposição das organizações e instituições que queiram incorporar a EAD em suas práticas e processos educacionais. É possível organizá-los de maneira simples em duas categorias de acordo com seu modelo de desenvolvimento (LEAL; QUEIRÓS, 2012): os sistemas de código aberto, como Moodle, Sakai e .LRN; e os comerciais, como Blackboard, Canvas e D2L.

Entre os sistemas de código aberto, o Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) se destaca como um AVA bastante utilizado e consolidado, com uma comunidade ativa e global de usuários, educadores, desenvolvedores, administradores e entusiastas. O Moodle está presente em 160 mil sites espalhados por mais de 200 países ¹. A Seção 4.1 apresenta informações sobre o uso de AVAs no âmbito nacional como parte do levantamento realizado por este trabalho.

2.2 Sistemas de Gestão Acadêmica

As instituições de ensino, como universidades e institutos, constituem espaços com crescente presença da EAD, através da oferta de cursos técnicos e superiores, cursos abertos, apoio à modalidade presencial etc., nos modelos a distância e híbrido. Além dos AVAs, responsáveis pelas atividades de ensino e aprendizagem, as IEs necessitam de sistemas de gestão acadêmica (SGA) para lidar com as atividades gerenciais institucionais (EL-GHAREEB, 2009; EL-BAKRY et al., 2009).

De acordo com Leal e Queirós (2012), SGAs são sistemas de informação que agregam todas as informações correspondentes aos processos administrativos, financeiros, técnicos e científicos das instituições de ensino. Neles são guardados os dados oficiais e fidedignos das IEs, que são usados para emitir certificados, diplomas e demais documentos institucionais, atestar o percurso acadêmico de alunos e professores, entre outras funções (MOURA; BERNARDINO, 2010). São exemplos desses processos o cadastro de pessoas, como alunos, professores e servidores; matrícula de alunos nos cursos e turmas; associação dos professores às turmas; gestão das notas dos alunos; gestão dos recursos humanos e do financeiro, entre outros. Outras nomenclaturas também são encontradas na literatura para se referir aos SGAs, como sistemas de informação de gestão universitária (*university management information systems*), sistemas de informação da faculdade (*faculty information systems*) e sistemas de informação acadêmica (*academic information systems*).

Há poucos estudos na literatura a respeito das estatísticas e preferências de uso de SGAs. O trabalho de Leal e Queirós (2012) conduziu um levantamento em Portugal que identificou as opções de SGA das instituições naquele país. Foi identificado que as IEs não têm uma preferência clara por determinados SGAs, e que muitos dos sistemas foram desenvolvidos pelas próprias instituições para uso interno. No contexto brasileiro, parece haver certa preferência pelo SGA SIGA (Sistema Integrado de Gestão Acadêmica) e por SGAs próprios desenvolvidos pelas instituições, conforme apresentado nos resultados da Seção 4.1.

¹ <https://stats.moodle.org>

2.3 Integração entre AVAs e SGAs

A integração entre sistemas de informação (SI), por vezes também denominada interoperabilidade, é a atividade de integrar e harmonizar sistemas isolados com o objetivo de permitir o compartilhamento de informação entre eles (MOURA; BERNARDINO, 2011). Na sociedade digital em constante transformação em que vivemos, é cada vez mais desejável e necessário integrar serviços e sistemas de informação diversos, tanto dentro das organizações quanto entre elas.

Embora seja crescente a necessidade de integrar SI e permitir que eles compartilhem dados, um número cada vez maior de organizações está utilizando uma série de SI que são incompatíveis e isolados (VASCONCELOS et al., 2004). À semelhança das outras organizações, tal fenômeno também vem ocorrendo nas instituições de ensino. É comum encontrar nas IEs uma estrutura composta por vários sistemas isolados, isto é, que não compartilham dados, informação e serviços entre eles (MOURA; BERNARDINO, 2011; LEAL; QUEIRÓS, 2012).

No caso de AVAs e de SGAs, ambos os sistemas lidam com dados e processos comuns. Por exemplo, o cadastro de alunos, professores, turmas, vínculos de alunos e professores às turmas etc. deve ocorrer tanto no SGA (repositório oficial dos dados) quanto no AVA (para que o ambiente seja preparado e possa ser utilizado para as atividades de aprendizagem).

Um cenário bastante recorrente para as instituições ocorre pouco antes do início de cada período letivo. Nesse momento costuma haver a configuração das ofertas de disciplinas, do vínculo de professores às turmas e do número de vagas nas turmas pelas coordenações e departamentos da instituição. O cadastro dos novos alunos da instituição, se houver, também ocorre nesse período, assim como a matrícula dos estudantes nas turmas. Todas esses processos, realizados primariamente no SGA, também devem ser de alguma forma refletidos no AVA.

Nesse sentido, a existência de uma solução de integração entre AVAs e SGAs apresenta uma série de vantagens. As tarefas de gestão do AVA que são comuns às do SGA passam a ser automatizadas, diminuindo o trabalho repetitivo e desgastante realizado pela equipe responsável (MOURA; BERNARDINO, 2011). Como consequência, recursos humanos podem ser alocados para outras atividades. Além disso, a confiabilidade e a consistência da informação nos dois sistemas pode ser melhor assegurada, pois a automatização impede que erros de inserção e manipulação dos registros ocorram através do trabalho mecânico. Por fim, Bjeljic, Zečević e Perišić (2015) e Moura e Bernardino (2011) mencionam a melhoria na segurança e na confidencialidade dos dados trazida pela integração, uma vez que evita a constante troca de arquivos de dados entre os dois sistemas.

A Seção 2.4 aborda em mais detalhes a questão da integração AVA-SGA na literatura.

2.4 Trabalhos Relacionados

Os estudos que abordam a questão da integração AVA-SGA são relativamente recentes, tendo surgido a partir do final da década de 2000. De toda forma, há um conjunto de trabalhos acadêmicos que discute alguns dos aspectos relativos à integração entre AVAs e SGAs e propõe soluções arquiteturais de integração. Na Seção 3.1.1.1 é descrita a forma como esses estudos foram encontrados a partir da condução de uma revisão da literatura.

O trabalho de Leal e Queirós (2012) analisou e comparou as funcionalidades de integração, ou interoperabilidade, entre dois principais AVAs existentes naquele ano e alguns SGAs no contexto das instituições de ensino superior (IES) de Portugal. Foi constatado que os SGAs avaliados são sistemas pouco maduros, muitas vezes desenvolvidos pelas próprias IESs, e que carecem de padrões de integração. Por conta disso, as IESs em geral utilizam soluções *ad hoc* para implementar a integração AVA-SGA em seus ambientes institucionais. O trabalho também listou algumas estratégias comuns usadas pelas IESs para implementar tecnicamente a integração entre os sistemas. Embora ofereça uma ampla visão geral sobre o cenário de AVAs, SGAs e integração no âmbito de Portugal, o estudo se ateve a avaliar apenas as estratégias tecnológicas de integração AVA-SGA adotadas, sem explorar outras variáveis e particularidades enfrentadas pelas instituições daquele país.

Por sua vez, o estudo conduzido por Carvalho et al. (2012) investigou os aspectos favoráveis trazidos pela integração AVA-SGA no contexto da prática docente. A partir da pesquisa de abordagem qualitativa realizada, que envolveu entrevistas, questionários e análise documental, foram coletadas as impressões dos docentes acerca das possibilidades de integração entre os sistemas, cujo resultado foi a elaboração de requisitos. Por fim, esses requisitos foram prototipados usando uma ferramenta de criação adequada e avaliados pelos participantes. O estudo, apesar de ter revelado as preferências e as necessidades de integração sob a ótica do usuário docente, não teve como enfoque os desafios enfrentados pelas instituições para viabilizar a construção de soluções de integração AVA-SGA.

No trabalho realizado por El-Bakry et al. (2009), os autores definiram a terminologia e apontaram as diferenças de vários conceitos da gestão acadêmica e da aprendizagem das IESs, também abordando os sistemas usados para viabilizá-las, como AVAs e SGAs. O estudo apontou que AVAs são responsáveis pelas atividades de aprendizagem e SGAs, pelas atividades de gestão das IESs, e concluiu que ambos os sistemas devem ser integrados para possibilitar a prática da EAD nas instituições.

Boa parte dos trabalhos encontrados propõe ou descreve uma solução tecnológica específica para a integração AVA-SGA, concebida em resposta aos desafios enfrentados dentro de um ambiente institucional específico – usualmente, a própria instituição a que os autores estão vinculados. De maneira geral, esses estudos são iniciados com uma apresentação de suas respectivas IEs e setores de EAD; em seguida, descrevem os desafios existentes, detalham os AVAs e SGAs

utilizados e, por fim, propõem ou especificam uma solução de integração AVA-SGA direcionada para atender às particularidades e realidades sociotécnicas presentes em suas instituições.

Dentro desse grupo, todos os estudos encontrados pela revisão apresentam uma proposta de integração com uma arquitetura orientada a serviços (*service-oriented architecture*, ou SOA) através dos *web services* (GONZÁLEZ et al., 2009; MOURA; BERNARDINO, 2011; BJELJAC; ZEČEVIĆ; PERIŠIĆ, 2015; EULÁLIO; SOUZA; DINIZ, 2016; FURTADO; LIMA; FARIAS, 2015; JUNIOR; CORREA; FONSECA, 2018; MOLINS; BUSQUIEL, 2014; SILVA, 2012). Nessa abordagem, a consulta e o envio de dados entre AVAs e SGAs ocorrem via web através de serviços padronizados e encapsulados, em vez de serem diretamente acessados, o que se traduz em vantagens como uma maior segurança da informação, independência de linguagem e de tecnologia, entre outras.

Apesar do consenso na literatura quanto ao uso da abordagem SOA e em particular dos *web services* para integrar os dados dos AVAs e SGAs, os demais aspectos das propostas de integração AVA-SGA encontradas são variados, refletindo as diferentes estratégias adotadas. Os modelos de integração de Moura e Bernardino (2011) e Bjeljic, Zečević e Perišić (2015), por exemplo, propõem a construção de *plug-ins* no lado do AVA, responsáveis por utilizar os *web services* para acessar os dados do SGA e refleti-los naquele sistema. Já as soluções de Eulálio, Souza e Diniz (2016) e Junior, Correa e Fonseca (2018) envolvem a construção de uma aplicação web intermediária cuja função é coordenar o processo de integração entre os dois sistemas, fazendo uso de *web services* tanto para acessar os dados do SGA quanto para cadastrá-los no AVA.

Independentemente das estratégias seguidas, as propostas, modelos e implementações de integração AVA-SGA encontrados pela revisão da literatura atêm-se unicamente aos aspectos técnicos e tecnológicos envolvidos. No entanto, conforme evidenciado pela análise dos resultados do estudo exploratório conduzido por este projeto, detalhada no Capítulo 4, muitas vezes os ambientes institucionais também apresentam, na prática, obstáculos de natureza não-tecnológica, como falta de comunicação, integração e alinhamento entre as diferentes equipes de TI envolvidas; recursos humanos escassos; questões burocráticas e administrativas etc., que dificultam ou impedem a construção de uma solução de integração.

Em outras palavras, a construção de uma solução de integração AVA-SGA para uma determinada instituição deve levar em consideração não apenas as dificuldades tecnológicas inerentes à integração de sistemas de informação heterogêneos, mas também – e em alguns casos, principalmente – os obstáculos não-tecnológicos que porventura existam no ambiente institucional. Um exemplo concreto da presença desse tipo de dificuldade ocorreu ao longo do desenvolvimento de uma integração AVA-SGA no setor de EAD da Universidade em que trabalha este autor. Inicialmente, após a constatação da necessidade de integrar os AVAs com o SGA, a equipe de TI da EAD entrou em contato com o setor de TI da instituição para que fosse avaliada a possibilidade de desenvolvimento de *web services* no lado do SGA, viabilizando o

acesso da EAD aos dados necessários. Devido a uma série de questões alheias ao setor de EAD, a construção dos *web services* por parte da equipe de TI da instituição não pôde ser realizada e, no lugar, o acesso aos dados do SGA foi disponibilizado através de *views* de banco de dados para consulta direta. Por conta disso, não foi possível construir a integração AVA-SGA da referida IES através de uma arquitetura orientada a serviços, e uma outra estratégia de desenvolvimento foi eventualmente escolhida.

Além disso, embora o desafio da integração AVA-SGA seja uma realidade bastante concreta no dia a dia de inúmeras instituições de ensino, a revisão da literatura realizada por este trabalho não encontrou nenhum estudo que se propusesse a investigar como as organizações viabilizam suas soluções de integração na prática. Também foi notada uma ausência de respostas na base científica sobre qual solução ou modelo é mais adequado em função das diferentes realidades, particularidades e limitações que cercam as instituições, e de que forma integrações entre sistemas acadêmicos podem ser aprimoradas.

3 METODOLOGIA

O propósito geral deste trabalho é investigar como as instituições de ensino (IEs) vêm lidando com a problemática da integração de seus sistemas, particularmente dos AVAs com os SGAs (integração AVA-SGA), em seus ambientes de trabalho; utilizar os resultados obtidos a partir dessa investigação para direcionar a construção de uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA no âmbito das IEs, que permita às instituições desenvolverem suas soluções de integração de forma mais eficaz; e avaliar se a arquitetura desenvolvida é válida para a resolução ou mitigação da problemática da integração AVA-SGA nos domínios institucionais.

A construção da arquitetura de integração AVA-SGA é, portanto, uma das atividades centrais deste trabalho. Por isso, a pesquisa aqui apresentada foi concebida segundo o paradigma da Ciência do Design, ou paradigma *Design Science* (DS), originado das Ciências do Artificial postuladas por Simon (1969). No paradigma DS, o conhecimento e o entendimento de um problema são alcançados através da construção de artefatos inovadores (HEVNER et al., 2004). O paradigma de pesquisa que aplica os princípios do DS, denominado *Design Science Research* (DSR), foi escolhido como abordagem para a condução deste projeto.

3.1 Pesquisa na Abordagem *Design Science Research* (DSR)

O objetivo de uma pesquisa na abordagem DSR é desenvolver soluções tecnológicas para problemas de negócio relevantes (HEVNER et al., 2004). Essa solução tecnológica, chamada de artefato, pode ser produzida na forma de um constructo, modelo, método, *framework*, arquitetura ou, de fato, qualquer coisa física ou abstrata projetada para alcançar um objetivo (PEFFERS et al., 2007).

É importante ressaltar que o paradigma DSR é bastante compatível com a área de Sistemas de Informação (SI), cuja orientação também é caracterizada pela construção de artefatos tecnológicos (PEFFERS et al., 2007). Nesse sentido, não é surpreendente que o uso do paradigma DSR em pesquisas de SI e suas subáreas, incluindo Informática na Educação (campo no qual este trabalho se insere), tenha se popularizado nos últimos anos (PIMENTEL; FILIPPO; SANTORO, 2019).

Segundo Pimentel, Filippo e Santoro (2019), é necessário cumprir dois objetivos em uma pesquisa do tipo DSR: construir um artefato para resolver um determinado problema em um dado contexto e produzir novo conhecimento científico. Ou, mais especificamente, no DSR o conhecimento e entendimento de um domínio de problema e sua solução são alcançados através da criação e aplicação do artefato construído (HEVNER et al., 2004).

Sendo assim, dentro da abordagem DSR um artefato é criado a partir do conhecimento e de conjecturas sobre o mundo. Com o uso desse artefato no contexto para o qual ele foi

criado, é possível avaliar se as conjecturas que embasaram a construção do artefato mostram-se válidas. A produção de conhecimento científico ocorre ao longo dessas etapas da DSR. Esse processo iterativo, inerente à DS, é descrito por Hevner (2007) na forma de três ciclos de pesquisa interligados na DSR: Ciclo de Design, Ciclo de Rigor e Ciclo de Relevância.

Escolher um método consolidado para conduzir uma pesquisa do tipo DSR é importante para apoiar o pesquisador a alcançar o necessário rigor metodológico (PIMENTEL; FILIPPO; SANTORO, 2019). Por isso, dentre os métodos de pesquisa DSR existentes, o *Design Science Research Methodology* (DSRM), especificado por Peffers et al. (2007) e bastante referenciado na literatura científica, foi selecionado para alicerçar esta pesquisa. O método DSRM sistematiza um processo que consiste em seis atividades: identificação e motivação do problema; definição dos objetivos da solução; projeto e desenvolvimento; demonstração; avaliação; e comunicação.

A seguir serão detalhadas as seis atividades da metodologia DSRM aplicadas ao contexto desta pesquisa, isto é, à problemática da integração AVA-SGA em IEs com oferta de EAD.

3.1.1 Atividade 1: Identificação e Motivação do Problema

De acordo com Peffers et al. (2007), esta atividade envolve definir o problema de pesquisa e justificar o valor de uma solução. Os recursos necessários para esta atividade incluem o conhecimento do estado do problema e a importância de sua solução.

Para a definição do problema de pesquisa, a premissa inicial da qual este estudo parte é que a integração AVA-SGA representa um desafio concreto e recorrente para muitas instituições com oferta de EAD – não apenas para as equipes de TI da EAD (TI-EAD), devido aos obstáculos técnicos envolvidos, mas também para os setores de EAD e para as próprias IEs, que têm interesses estratégicos no que diz respeito a uma melhor alocação de recursos humanos e financeiros, e a um aumento da produtividade de forma geral.

É importante salientar que o autor deste projeto tem experiência em EAD, trabalhando há vários anos como desenvolvedor de sistemas na equipe de TI-EAD de uma universidade pública federal brasileira, e familiaridade com a problemática da integração AVA-SGA, sendo o co-criador da atual solução de integração entre esses sistemas da referida instituição.

A despeito da vivência com o domínio do problema, fundamentar a premissa com o necessário rigor metodológico e científico foi considerada uma fase essencial para esta pesquisa. Sendo assim, a fim de investigar em profundidade como a problemática da integração AVA-SGA vem sendo enfrentada em ambientes institucionais reais, esta atividade consistiu no planejamento e na condução de um estudo exploratório do campo, voltado a institutos e universidades de ensino superior, no qual foram triangulados resultados e impressões provenientes das seguintes etapas: investigação do estado da arte através de uma revisão da literatura; levantamento baseado em questionário direcionado a IESs no âmbito nacional; entrevistas com IESs brasileiras e finlandesas; e a própria experiência deste autor com a problemática da integração AVA-SGA,

adquirida em seu ambiente institucional ao longo dos anos e relatada ao longo deste trabalho. As três primeiras etapas serão detalhadas nas seções subsequentes.

3.1.1.1 Primeira Etapa: Revisão da Literatura

A primeira etapa consistiu na análise do estado da arte através de uma revisão da literatura, conduzida com o objetivo de investigar o fenômeno da integração AVA-SGA na base de conhecimento científico. A partir dela foi possível identificar trabalhos que abordam a questão da integração AVA-SGA no âmbito das IEs, tanto na forma de estudos exploratórios sobre o tema como soluções de integração propostas ou implementadas.

A partir de uma extensa pesquisa de termos usados na literatura e de testes prévios realizados em motores de busca online, a seguinte *string* foi elaborada como parte da revisão da literatura:

integration AND ("academic management system"OR "faculty information system"OR "sistema de gestão acadêmica"OR "sistema de informação acadêmico") AND ("learning management system"OR "LMS"OR "Moodle"OR "learning management environment"OR "online learning environment"OR "ambiente virtual de aprendizagem")

Outros trabalhos encontrados, seja através das referências dos artigos retornados pela busca, por pesquisas adicionais realizadas ou por quaisquer outros meios, e que tenham se mostrado relevantes para a pesquisa, também foram contemplados para leitura. A Seção 2.4 apresenta, discute e compara os trabalhos encontrados pela revisão da literatura conduzida.

3.1.1.2 Segunda Etapa: Levantamento baseado em Questionário

Com o intuito de investigar, identificar e compreender aspectos relevantes da integração AVA-SGA em ambientes institucionais de ensino, bem como auferir desafios e impressões acerca da mesma, a segunda etapa consistiu na realização de um levantamento baseado em questionário, direcionado a instituições de ensino superior (IESs) brasileiras, no qual foram considerados dados quantitativos e qualitativos.

O questionário foi planejado de forma a não conter uma grande quantidade de perguntas nem apresentar questões muito extensas para que os respondentes se sentissem estimulados a preenchê-lo, obtendo assim uma taxa maior de resposta. Apresentado no Apêndice A, ele é composto por 23 questões e dividido em duas seções. Além do título e de um breve texto introdutório sobre a pesquisa e as instruções de preenchimento do questionário, a primeira seção contém ao todo 16 perguntas nas modalidades aberta e fechadas.

As questões iniciais tratam das características gerais da IE do respondente, como a quantidade de alunos, número de cursos de EAD ofertados, tamanho da equipe de TI e quais são os AVAs e os SGAs utilizados pela instituição. As demais perguntas da primeira seção abordam a problemática da integração AVA-SGA; nelas, é perguntado se existe alguma integração AVA-

SGA na instituição, quão indispensável é a automatização de uma integração, quais são as maiores dificuldades enfrentadas para viabilizá-la etc. Por fim, a segunda seção do questionário contém seis questões opcionais que abrangem os dados pessoais e funcionais do respondente, e é encerrada por uma pergunta que solicita autorização do respondente para que os responsáveis pelo estudo possam entrar posteriormente em contato para tratar de assuntos sobre a pesquisa.

Após a escolha e a revisão das perguntas do questionário, foi iniciado o passo seguinte de escolha do formato. Considerando o alcance nacional almejado pela pesquisa, optou-se por um questionário online, no qual o respondente acessa uma página da internet para visualizá-lo e respondê-lo. Além da praticidade de acesso ao instrumento, preenchimento das respostas e envio das mesmas pelo respondente geograficamente distante, o formato online do questionário também facilita consideravelmente a coleta e a organização dos dados pela equipe de pesquisa.

Para identificar possíveis problemas de interpretação no enunciado das questões, dúvidas de terminologia e outros pontos adversos que pudessem interferir no correto preenchimento do questionário pelos participantes, foi realizada uma fase de pré-teste com três IEs conhecidas pela equipe de pesquisa antes de enviar o questionário para outras instituições: uma Universidade Federal, um Instituto Federal e um Centro Universitário privado. Um convite para responder ao questionário foi enviado via aplicativo de bate-papo a pessoas com conhecimento do tema integração AVA-SGA dentro dessas instituições. Além disso, foi solicitado aos respondentes que comunicassem quaisquer dúvidas ou sugestões acerca do questionário à equipe de pesquisa. Todas as três IEs responderam ao questionário e não apontaram dúvidas ou sugestões surgidas ao longo do processo de preenchimento, marcando o fim da fase de pré-teste e o início da fase de disparo de convites para as demais instituições.

Por se tratar de uma pesquisa muito específica, o disparo de convites em listas de e-mail não atenderia ao propósito do estudo. Por isso, foi iniciado um processo de busca de endereços de e-mails de instituições de ensino na internet. Inicialmente, foi elaborada uma lista de universidades e institutos federais públicos brasileiros, considerados respondentes bastante promissores da pesquisa. Para cada IE da lista, foi feita uma pesquisa na internet para detectar a página web de seu setor de EAD, e em seguida a página foi visitada de forma a localizar o endereço de e-mail da direção geral ou da coordenação de tecnologia da informação. Uma planilha foi criada para organizar os dados obtidos e atualizar o andamento dos contatos entre a equipe de pesquisa e os potenciais respondentes. Ao todo, foram obtidos os contatos de 51 instituições.

Após a obtenção dos endereços de e-mail das instituições, um texto padrão, contendo uma breve apresentação dos autores e de sua pesquisa, foi escrito para ser utilizado como corpo da mensagem. É importante ressaltar que pequenas alterações foram feitas no conteúdo do corpo da mensagem de modo a aprimorar a comunicação entre a equipe de pesquisa e o respondente. Por exemplo, a primeira versão da mensagem solicitava ao destinatário que a mensagem fosse encaminhada para a área de TI do setor, ou que fosse informado o endereço de e-mail da pessoa

responsável para que a equipe de pesquisa pudesse contatá-la. No entanto, algumas das respostas recebidas perguntavam apenas qual era o link de acesso ao questionário, que até então não era divulgado na mensagem original. Dessa forma, o link de acesso ao questionário foi adicionado ao corpo das mensagens que foram enviadas posteriormente. Das 51 instituições contactadas, 17 responderam ao questionário.

Para a análise das respostas às questões abertas, foi utilizado um processo de codificação aberta. Considerada a primeira etapa de uma análise de dados (HODA; NOBLE; MARSHALL, 2012), na codificação aberta o pesquisador explora os dados através do exame minucioso daquilo que lhe parece relevante a partir da leitura intensiva dos textos (CONTE; CABRAL; TRAVASSOS, 2009). É oportuno observar que como as respostas foram curtas e concisas, e o total de respostas não foi elevado, foi possível realizar a codificação sem a necessidade de uma ferramenta de análise qualitativa e outras modalidades de codificação.

3.1.1.3 Terceira Etapa: Entrevistas

Embora tenha alcançado um número pertinente de IESs e revelado aspectos de interesse sobre a integração AVA-SGA, um questionário não permite discutir o significado das perguntas e conceitos apresentados nem explorar novas opiniões e visões que possam surgir dos respondentes (KARLSSON et al., 2007). Por isso, a terceira etapa consistiu no planejamento e na condução de entrevistas semiestruturadas com pessoas-chave de IESs públicas, realizadas com o objetivo de investigar e compreender com mais profundidade a problemática da integração AVA-SGA em contextos educacionais reais.

Três IESs, uma brasileira e duas finlandesas, foram contactadas e participaram desta etapa. Foi elaborado um roteiro de entrevista contendo 18 perguntas, algumas das quais são deliberadamente mais amplas para permitir a captura de aspectos e visões que não se limitem apenas às questões técnicas envolvidas na integração AVA-SGA. No Apêndice B é detalhado o roteiro de entrevista, enquanto a versão em inglês – utilizada nas entrevistas com as IESs finlandesas – é mostrada no Apêndice C. As primeiras perguntas tratam da experiência e das atribuições dos respondentes, além do funcionamento da EAD na instituição. Em seguida, as questões voltam-se às tecnologias adotadas e aos sistemas utilizados pela IE e, por fim, à integração entre os sistemas: existência ou não de integração, como ela funciona, quais aspectos podem ser melhorados, de que forma foi ela desenvolvida, entre outras.

Cada uma das entrevistas foi gravada em áudio. No caso da IES brasileira, contatos via mensagens de texto, de áudio e telefonemas ocorreram após a entrevista para elucidar alguns pontos e obter informações adicionais. O processo de codificação aberta usado para analisar as questões abertas do questionário também foi utilizado para a análise dos dados coletados pelas entrevistas. A partir da audição das gravações, notas foram tomadas e somadas às anotações escritas durante as entrevistas.

3.1.2 Atividade 2: Definição dos Objetivos da Solução

Nesta atividade, os objetivos da solução devem ser inferidos racionalmente a partir da definição do problema (PEFFERS et al., 2007). Os objetivos podem ser quantitativos – como, por exemplo, uma lista de condições nas quais um artefato desejável seria melhor que os existentes – ou qualitativos – como uma descrição de como se espera que um novo artefato traga soluções para problemas até então não abordados. Alguns dos recursos exigidos para esta atividade são o conhecimento do estado dos problemas, das soluções existentes e de sua eficácia.

A análise da revisão da literatura, descrita na Seção 2.4, mostrou que as soluções de integração AVA-SGA apresentadas não vieram acompanhadas de uma investigação sobre as dificuldades concretas enfrentadas pelas instituições, e que os autores ativeram-se apenas às realidades sociotécnicas de suas próprias IEs. Como resultado, tais soluções de integração podem não ser apropriadamente adaptadas e aproveitadas por outras instituições que tenham características e particularidades distintas das IEs a que pertencem os autores.

Além disso, os resultados obtidos a partir do levantamento baseado em questionário e das entrevistas, apresentados no Capítulo 4, evidenciam que existem barreiras diversas, não apenas tecnológicas como também de natureza administrativa, burocrática e de recursos humanos, que dificultam ou impedem o desenvolvimento de uma integração AVA-SGA por parte das IEs. Esses resultados corroboram a experiência deste autor, detalhada na Seção 1.1, com o desenvolvimento de uma integração AVA-SGA para a UFPB.

A partir dessa investigação, foi delineado o objetivo do artefato desenvolvido como parte deste projeto, que é auxiliar as equipes de TI na construção de soluções de integração AVA-SGA adaptáveis às realidades de suas instituições de ensino. Para isso, foi construída uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA (ARIAS), que provê um vocabulário comum a essa problemática e especifica um conjunto de componentes e aspectos que devem ser considerados pela equipe de integração na implementação de uma solução de integração.

3.1.3 Atividade 3: Projeto e Desenvolvimento

De acordo com Peffers et al. (2007), esta atividade envolve a construção do artefato em si, isto é, da arquitetura de referência para a integração AVA-SGA no caso deste trabalho, apresentada no Capítulo 5.

É importante enfatizar que, ao seguir o processo metodológico do DSRM, o desenvolvimento da ARIAS foi orientada pelos passos, estudos e atividades anteriores. Isto é, o objetivo da solução, descrito na Seção 3.1.2 (Atividade 2), foi definido a partir da identificação e motivação do problema (Seção 3.1.1, Atividade 1), que consistiu no estudo exploratório do campo através de revisão bibliográfica, questionário, entrevistas e experiência deste autor.

3.1.4 Atividades 4 e 5: Demonstração e Avaliação

Nestas atividades, o uso do artefato deve ser demonstrado através da resolução de uma instância do problema, e sua eficácia deve ser avaliada por meio de observações e medições (PEFFERS et al., 2007).

A demonstração envolve a utilização do artefato em simulações, estudos de caso, provas de conceito ou quaisquer outras atividades pertinentes. Já a avaliação consiste em comparar os objetivos da solução com os resultados observados a partir do uso do artefato durante a demonstração, o que pode ser alcançado através da comparação de suas funcionalidades com os objetivos definidos na Atividade 2, medições quantitativas diversas, pesquisas de satisfação, *feedback* do cliente etc.

No âmbito deste projeto, as duas atividades da DSRM foram cumpridas na forma de uma prova de conceito na qual foi projetada, desenvolvida e avaliada a primeira versão de um sistema de integração AVA-SGA, baseada na ARIAS, para a SEAD/UFPB. Após sua construção, o sistema foi executado e testado utilizando dados reais da SEAD, de modo a reproduzir rotinas, eventos e situações acadêmicas usuais da Superintendência no transcorrer de um ano letivo completo. Por fim, o sistema foi avaliado através de uma apresentação a pessoas-chave da SEAD e da comparação de suas funcionalidades com o objetivo definido na Atividade 2.

Os resultados advindos dessas atividades são detalhados no Capítulo 6.

3.1.5 Atividade 6: Comunicação

Esta atividade diz respeito à comunicação do problema e de sua relevância, do artefato criado, de sua utilidade e de seu grau de inovação, do rigor de seu design e de sua eficiência à comunidade acadêmica e a quaisquer outros atores de interesse, como profissionais da área (PEFFERS et al., 2007). É válido sublinhar mais uma vez que o objetivo de uma pesquisa do tipo DSR, além da construção de um artefato, é contribuir para a base de conhecimento científico. A própria condução de um trabalho com base na estrutura do processo DSRM (Atividades 1 a 6) faz parte desta atividade (PEFFERS et al., 2007).

Além do presente trabalho, já foi realizada e são planejadas contribuições à comunidade acadêmica na forma de publicações de artigos científicos em conferências e periódicos ligados a essa área de pesquisa, debatidas no Capítulo 7. Ademais, também foram produzidas contribuições técnicas resultantes da construção da ARIAS e da implementação da solução de integração, baseada na referida arquitetura, para a SEAD/UFPB.

4 ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A INTEGRAÇÃO AVA-SGA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Como parte da metodologia DSRM, através da Atividade 1 descrita na Seção 3.1.1, um estudo exploratório do campo sobre a integração AVA-SGA no âmbito das IEs foi elaborado por este trabalho de pesquisa. Neste capítulo, são apresentadas as análises e os resultados decorrentes do levantamento baseado em questionário (segunda etapa) e das entrevistas (terceira etapa).

4.1 Análise e Resultados do Levantamento Baseado em Questionário

Ao todo, 17 das 51 IESs contactadas responderam ao questionário. Instituições de todas as regiões do país participaram do levantamento, como pode ser observado na Figura 1. A quantidade de respostas recebidas foi considerada satisfatória dada a natureza bastante específica da pesquisa.

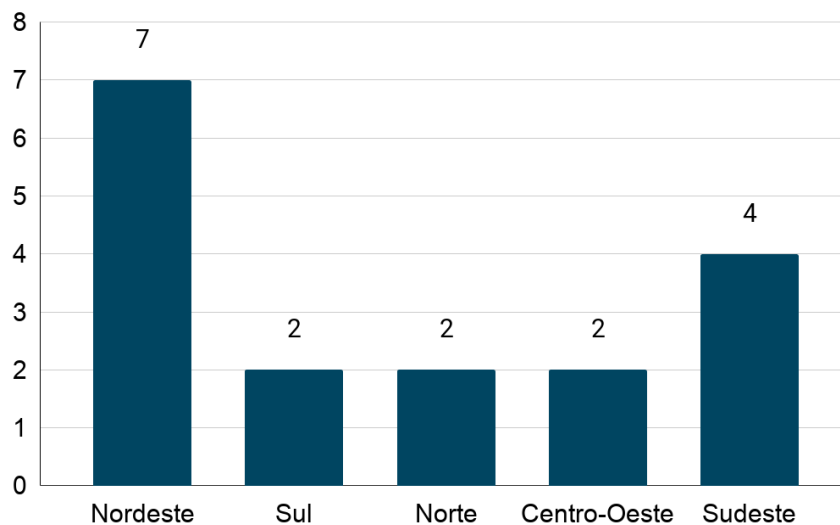


Figura 1 – Distribuição das instituições respondentes por região do país.

Com relação ao tamanho das instituições participantes, na Figura 2 é mostrada a distribuição das IESs por quantidade de alunos da modalidade EAD ativos. Por sua vez, a distribuição das instituições por número de cursos da modalidade EAD ofertados é exibida na Figura 3. De forma geral, foi alcançada uma boa variedade de perfis demográficos e institucionais por esta etapa do estudo exploratório, abrangendo IESs de todas as regiões brasileiras e com diferentes quantidades de cursos EAD e de alunos matriculados. Tal diversidade possibilitou uma compreensão mais ampla e rica acerca da questão da integração AVA-SGA nas instituições.

Cabe destacar a predominância do Moodle como AVA mais utilizado pelas IESs participantes do levantamento, não sendo usado apenas por uma instituição (5,9%). Outras duas IESs (11,8%) afirmaram que utilizam o Moodle juntamente com outros AVAs, e as demais

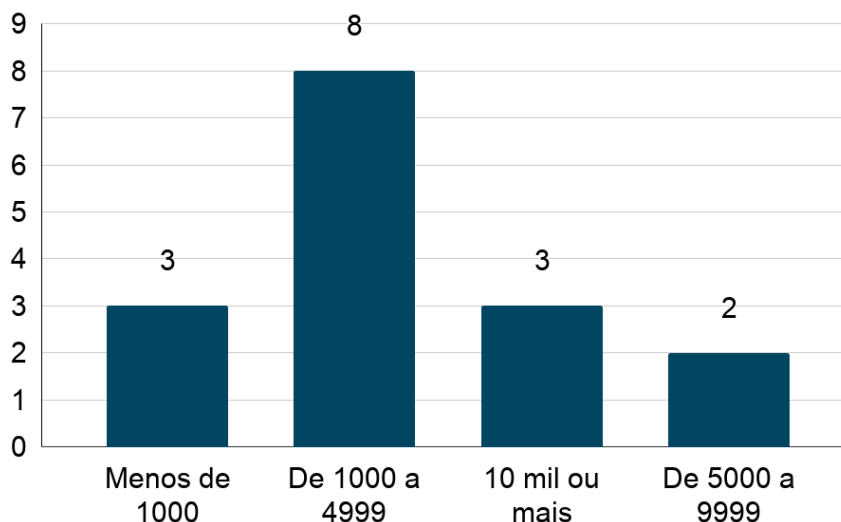


Figura 2 – Distribuição das instituições respondentes por quantidade de alunos da modalidade EAD ativos.

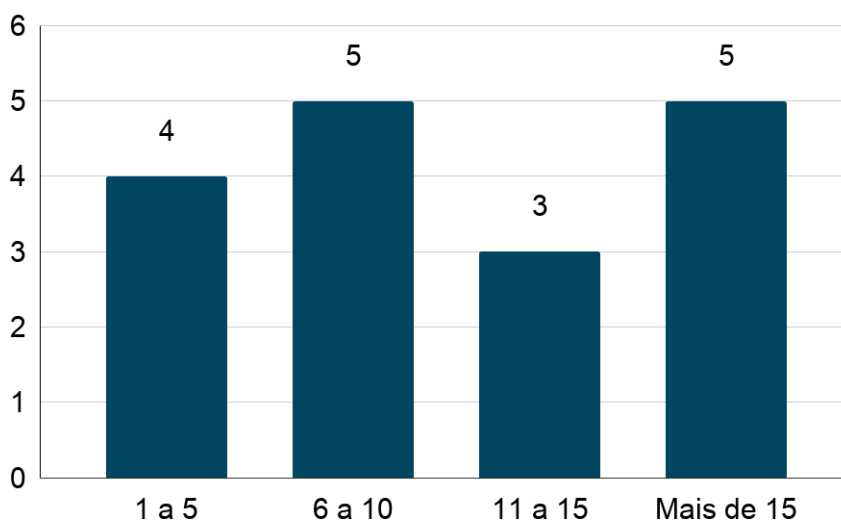


Figura 3 – Distribuição das instituições respondentes por quantidade de cursos da modalidade EAD ofertados.

(82,4%) apontaram que usam exclusivamente o Moodle. Com relação aos SGAs, sete instituições (41,2%) utilizam o SIGAA, duas (11,8%) usam o SUAP, 23,5% (quatro) utilizam outros SGAs comerciais e, por fim, quatro IEs (23,5%) utilizam SGAs desenvolvidos pela própria instituição. As distribuições das IESs por AVAs e SGAs utilizados podem ser vistas, respectivamente, nas Figuras 4 e 5.

Foi perguntado no questionário sobre a existência e a abrangência de uma integração AVA-SGA que permita a automatização dos processos na instituição do respondente. Mais de um terço (35,3%, seis instituições) afirmou que não existe integração automatizada e que os sistemas são bastante ou completamente isolados. Das 11 instituições que assinalaram ter alguma forma de integração, apenas três, ou 17,6%, relataram que a maioria ou todos os processos são feitos de maneira automatizada, ao passo que oito (47,1%) afirmaram que alguns processos são

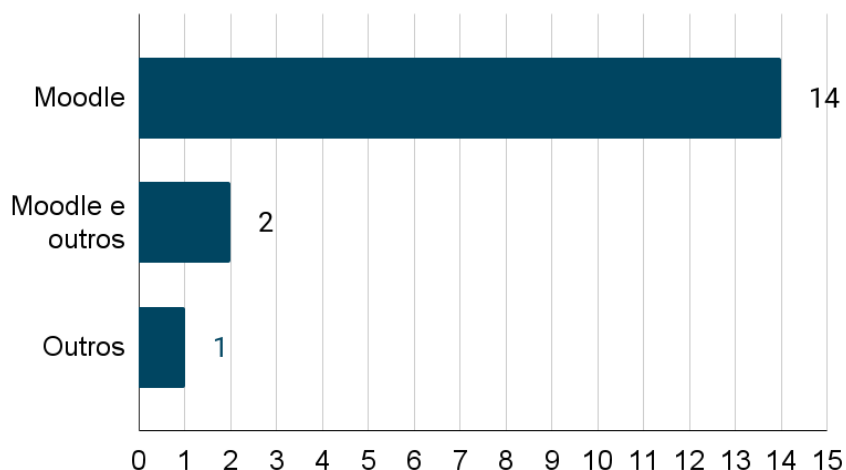


Figura 4 – Distribuição das instituições respondentes por AVAs utilizados.

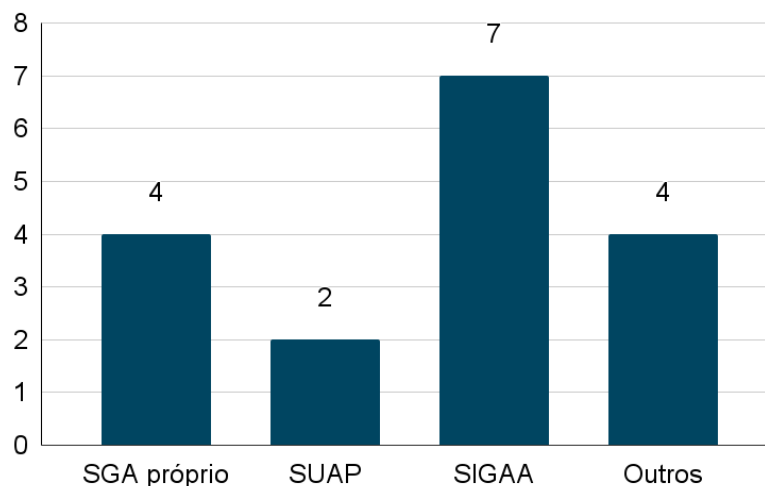


Figura 5 – Distribuição das instituições respondentes por SGAs utilizados.

automatizados. Esses dados estão compilados na Figura 6.

Entre as 11 instituições que reportaram ter alguma integração AVA-SGA, dez (90,9%) relataram ter desenvolvido suas próprias soluções de integração, enquanto apenas uma afirmou que os sistemas já vieram com uma integração pronta. Esses números indicam que os desenvolvedores de AVAs e SGAs ainda não criaram os mecanismos necessários para permitir uma interoperabilidade nativa entre os dois tipos de sistema, cabendo às próprias equipes de TI das IEs projetarem e construírem suas soluções de integração do princípio.

Em uma das perguntas do questionário, o respondente era indagado sobre o grau de concordância com a afirmação de que a automatização da integração AVA-SGA é indispensável em seu contexto institucional. As respostas a essa pergunta, que continha cinco opções de seleção variando de "concordo totalmente" até "discordo totalmente", foram compiladas na Figura 7. A grande maioria das IESs (94,1%) concorda ao menos parcialmente que a automatização da

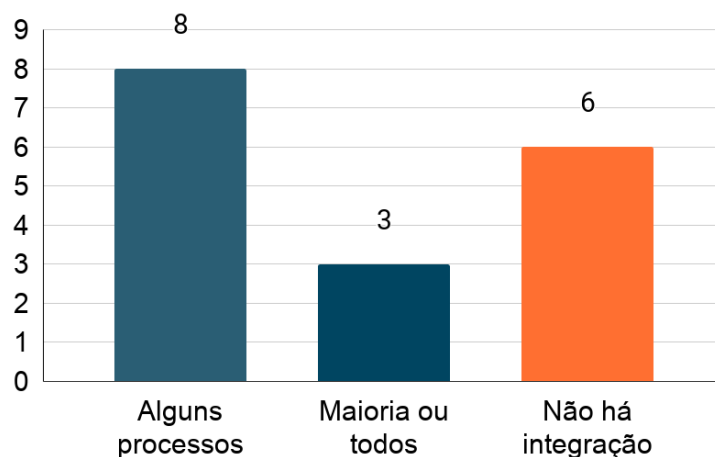


Figura 6 – Quantidade de IEs que têm alguns processos automatizados; a maioria ou todos os processos automatizados; e que não têm integração automatizada.

integração AVA-SGA é indispensável em suas realidades institucionais. Nenhuma IES assinalou a opção "discordo parcialmente" ou "discordo totalmente".

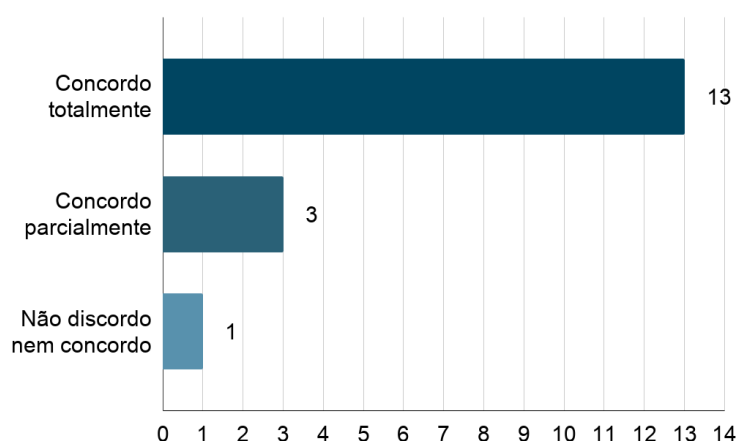


Figura 7 – Grau de concordância das IEs com a afirmação de que é indispensável a automatização da integração AVA-SGA em seu contexto institucional.

Entre as questões abertas, foi solicitado em uma das perguntas que os respondentes discorressem sobre os maiores benefícios que sua instituição obteve com a integração automatizada AVA-SGA. O conteúdo das respostas alinha-se tanto com os benefícios da integração elencados na literatura quanto com os relatos das entrevistas (apresentados na Seção 4.2) e com a experiência deste autor em sua IES de trabalho. Como resumizou um dos respondentes, coordenador do setor de EAD de sua instituição: *"rotinas que antes eram executadas manualmente, que demandavam muito tempo e altamente sujeitas a erro, passaram a ser supridas pela integração [...]. [Agora podemos] redirecionar as ações dos colaboradores para outras demandas, ter rapidez na realização dos processos e garantia da integridade das informações"*.

As demais respostas corroboram o exposto. *"Menos burocracia, mais agilidade, menos erros humanos, maior credibilidade nos dados", "redução de tempo nos processos", "diminuiu a demanda de suporte [...]", "diminuição dos erros humanos, agilidade em todo o ciclo [...]", "[...]"*

suporte passou a não se preocupar com processos repetitivos e morosos [...]” foram alguns dos comentários enviados por diferentes respondentes sobre os benefícios da integração AVA-SGA.

Ainda nas questões abertas, uma das perguntas convidava o respondente a relatar as maiores dificuldades enfrentadas por sua instituição para viabilizar a integração AVA-SGA. Recebidas as repostas, foi iniciado o processo de codificação aberta descrito na Seção 3.1.1. A leitura minuciosa delas possibilitou a detecção de sete tipos de dificuldades de integração AVA-SGA relevantes. Os tipos de dificuldades, que foram numerados e nomeados, são os seguintes: (1) complexidade técnica para desenvolver a integração; (2) presença de sistemas legados; (3) SGA fechado para codificação; (4) tamanho insuficiente da equipe de TI da EAD; (5) cooperação deficiente entre equipe de TI da instituição e equipe de TI da EAD; (6) priorização do ensino presencial em detrimento da modalidade EAD por parte da IE; e (7) ausência de consenso sobre a padronização dos cursos.

Após a identificação dos tipos de dificuldades, eles foram organizados em duas categorias. A primeira, denominada Dificuldades Técnicas (DT), corresponde aos tipos de obstáculos de natureza tecnológica (1, 2 e 3). A segunda categoria, nomeada Dificuldades Não-Técnicas (DNT), refere-se aos percalços não-tecnológicos, isto é, de caráter burocrático, administrativo, organizacional, de comunicação ou de recursos humanos (tipos 4, 5, 6 e 7).

Definidas as duas categorias, as respostas à pergunta foram mais uma vez lidas, e cada menção a uma dificuldade foi classificada com o tipo de dificuldade correspondente e depois codificada como DT ou DNT. Como pode ser observado na Figura 8, ao todo houve 16 menções a dificuldades, sendo seis de natureza tecnológica (categoria DT) e dez de natureza não-tecnológica (categoria DNT).

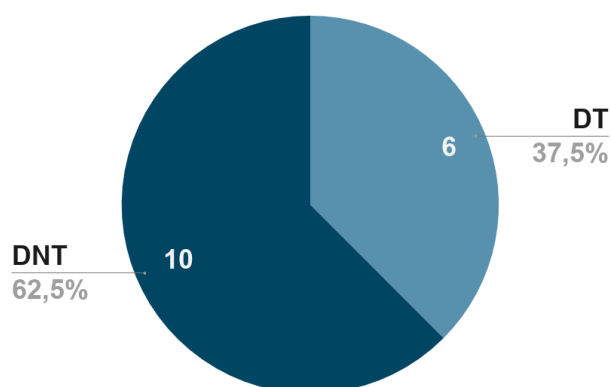


Figura 8 – Dificuldades técnicas (DT) e não-técnicas (DNT) de integração enfrentadas pelas IESs.

O fato de terem sido contabilizadas mais menções a DNTs do que DTs representou uma descoberta não esperada e significativa, pois evidencia que empecilhos administrativos, burocráticos, organizacionais, de comunicação e de recursos humanos das instituições podem ter peso ainda maior que as barreiras tecnológicas abordadas pela literatura no que se refere à integração AVA-SGA.

Com efeito, menções aos obstáculos não-tecnológicos – como dificuldade de colaboração entre a equipe de TI da EAD e a da IE, recursos humanos insuficientes, priorização do ensino presencial em detrimento da EAD etc. – sobressaem-se nas respostas: *"a equipe do SGA [precisa] construir os web services para a integração, a prioridade é para os presenciais, o que relega a EAD à condição de 'quando der tempo'", "falta de integração da equipe de TI da EAD com a equipe de TI do setor de TI principal da instituição", "disponibilidade de pessoal e integração entre equipe do AVA e do SGA", "há o [setor de TI da IE] e o [setor de TI da EAD]; essa integração passa pelos dois setores e isso tem sido um problema", falta de comunicação e de um processo formal que inclua a EAD nas modificações no SGA" e "equipe pequena de TI na EAD"* foram algumas respostas providas por respondentes de IESs distintas.

É importante ressaltar que uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA, apesar de não ser capaz de sanar de modo direto as dificuldades não-técnicas enfrentadas pelas instituições, pode auxiliar as IEs a contorná-las e superá-las de maneira indireta. Convém destacar que, segundo Grosskurth e Godfrey (2005), o propósito de uma arquitetura de referência é auxiliar no entendimento dos sistemas de um determinado domínio, identificando os subsistemas existentes e as relações entre eles, o que permite que ela sirva de modelo para a criação de novos sistemas e arquiteturas concretas e para a análise das vantagens e desvantagens de diferentes opções de projeto.

Portanto, ao definir e especificar um conjunto de conceitos inerentes a esse domínio, além de detalhar os relacionamentos entre eles e prover um vocabulário comum para seus componentes e aspectos, uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA pode servir de modelo para que as IEs desenvolvam seus sistemas de integração próprios de forma mais rápida e eficaz. Sendo assim, instituições com equipes pequenas de TI nos setores de EAD (dificuldade não-técnica frequentemente mencionada no questionário) poderão utilizar a arquitetura de referência para acelerar as etapas de projeto e desenvolvimento, reduzindo o tempo de construção de suas soluções de integração. Como exemplo adicional, dificuldades de comunicação entre as equipes de TI das IEs (outro obstáculo não-técnico bastante citado no levantamento) também poderão ser mitigadas pela arquitetura, tendo em vista que ela fornece uma base comum e padronizada dos conceitos que possibilita aos times envolvidos na integração planejar atribuições, delegar atividades e discutir estratégias de implementação da solução de maneira mais assertiva.

4.2 Análise e Resultados das Entrevistas

Com o intuito de compreender com mais profundidade as realidades e os desafios que cercam as IEs no que se refere à integração AVA-SGA, nesta etapa do estudo exploratório foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com pessoas-chave dos setores de EAD de três instituições: uma brasileira, o Instituto Federal da Paraíba (IFPB)¹; e duas finlandesas, a *Tampere*

¹ <https://www.ifpb.edu.br>

University of Applied Sciences (TAMK)² e a Häme University of Applied Sciences (HAMK)³.

4.2.1 Entrevista 1: IFPB

Participaram desta entrevista dois funcionários do IFPB, ambos da área de Tecnologia da Informação, que trabalham na Diretoria de Educação a Distância (DEAD) da instituição há pelo menos cinco anos. Um dos entrevistados trabalha na análise e no desenvolvimento dos sistemas do setor, ao passo que a outra participante atua na parte de suporte aos usuários dos sistemas e serviços da EAD. Para esclarecer questões pendentes e obter informações adicionais, houve contatos sucessivos com o analista de sistemas após a entrevista via mensagens de texto, de áudio e telefonemas.

No IFPB é utilizado o AVA Moodle para as atividades de ensino e aprendizagem a distância. Assim como na UFPB, existem três instâncias principais do Moodle: uma para os cursos EAD ofertados, outra para auxiliar as atividades de EAD dos cursos presenciais da instituição e uma terceira para as demais atividades a distância, como extensões e capacitações. O SGA utilizado pelo instituto é o SUAP.

Atualmente, existe uma integração funcional AVA-SGA no IFPB, projetada e desenvolvida pela própria equipe de TI da DEAD do instituto. Assim como as soluções apresentadas nos trabalhos encontrados através da revisão bibliográfica deste estudo, a integração do IFPB é inteiramente baseada em *web services* no que se refere à troca de dados entre os AVAs e o SGA. Para coordenar o acesso aos *web services* e executar as rotinas de integração, foram desenvolvidos *plug-ins* no lado do Moodle, que também teve seu código-fonte e base de dados alterados.

Os entrevistados falaram detalhadamente sobre a trajetória da educação a distância no instituto e os acontecimentos que culminaram na necessidade de elaboração de uma integração AVA-SGA própria. No início, os sistemas não eram integrados, e o preenchimento dos AVAs com os dados do SGA ocorria através de planilhas: arquivos eram exportados do SGA e posteriormente importados manualmente nos AVAs. Além disso, devido à ausência de integração, havia uma demanda muito intensa de suporte ao usuário para a alteração de dados cadastrais diversos, como nome, endereço, e-mail e senha nos AVAs. Por exemplo, alunos com e-mails incorretamente cadastrados precisavam solicitar a alteração tanto ao setor de controle acadêmico do IFPB, que atualizava no SUAP, como também ao suporte ao usuário da DEAD, que fazia a mesma alteração no Moodle.

O desenvolvimento da integração AVA-SGA no instituto ocorreu em resposta a esse cenário. A partir da identificação dos principais tipos de demandas recebidas pelo suporte, as rotinas de integração automatizada foram gradualmente construídas. Como resultado, as demandas de suporte diminuíram consideravelmente. Como afirmou um dos entrevistados: "o

² <https://www.tuni.fi>

³ <https://www.hamk.fi>

que mais recebíamos era pedido para corrigir e-mail errado [...] A gente não se preocupa mais com e-mail errado, nome errado e alteração de senha [...] Agora podemos gastar energia com outras demandas".

É importante sublinhar que um processo muito semelhante ocorreu na SEAD/UFPB, que à época tinha *status* de unidade e chamava-se UFPB Virtual. Assim como no IFPB, inicialmente não havia integração entre os sistemas, e os AVAs eram preenchidos pela secretaria através de arquivos CSV extraídos do SGA. Cadastros e atualizações manuais de registros também eram frequentemente realizados diretamente nos AVAs, o que, além de demandar tempo e esforço da equipe, muitas vezes resultava em inconsistência de dados entre os sistemas.

Outro aspecto em comum diz respeito à necessidade de comunicação e de colaboração entre as equipes de TI/EAD e de TI/IE, que pertencem a setores distintos em ambas as instituições. No IFPB, o setor de TI da IE é a Diretoria Geral de Tecnologia da Informação (DGTI). Como a integração naturalmente requer informações que estão armazenadas no SGA, nas duas instituições foi preciso que a equipe de TI/EAD solicitasse à respectiva equipe de TI/IE a construção de meios tecnológicos de acesso aos dados por parte dos sistemas da EAD. No entanto, o setor de TI/IE lida com várias demandas, tanto internas como dos demais setores da instituição, o que acaba suscitando uma dinâmica de dependência da EAD com os respectivos setores de TI das IEs.

Essa situação foi resumida por um dos entrevistados, que afirmou: *"dependemos muito da DGTI para ter acesso a mais dados [...] O setor de TI do instituto não é grande e tem muitas demandas, então a EAD às vezes tem que esperar"*. De fato, foi relatado pelos entrevistados que os *web services* para a integração das notas (avaliações) dos alunos, que já estão prontos no lado dos AVAs, ainda não haviam sido implementados pela DGTI no lado do SGA até o momento da entrevista devido ao excesso de demandas no setor. Vale lembrar que dificuldades de comunicação e de dependência da EAD com os setores de TI das IEs também foram bastante mencionadas nas respostas ao questionário.

Com relação à estratégia tecnológica de integração adotada pelo IFPB, mais uma vez houve similaridades com o que ocorreu na UFPB. Por exemplo, a integração de ambas as instituições funciona através de sincronizações agendadas: todos os dias, em horários pré-determinados, os dados do SGA são obtidos e posteriormente refletidos nos AVAs de destino. No entanto, a coordenação e a execução das rotinas de sincronização no IFPB ocorrem através de *plug-ins* no lado dos AVAs, enquanto na UFPB foi criado um sistema intermediário de gestão. Essas diferentes estratégias também foram vistas nos trabalhos da revisão da literatura, detalhados na Seção 2.4.

É importante salientar que as semelhanças no que diz respeito às estratégias de desenvolvimento adotadas e às dificuldades enfrentadas pelas duas IEs, além dos pontos de similaridade encontrados a partir das respostas ao questionário e dos trabalhos da revisão bibliográfica, também auxiliaram a direcionar o desenvolvimento da arquitetura de referência.

4.2.2 Entrevistas 2 e 3: TAMK e HAMK

As entrevistas com as duas IESs finlandesas permitiram investigar como a integração AVA-SGA se dá em realidades distintas do cenário brasileiro, possibilitando uma compreensão mais ampla acerca dessa problemática. Foram conduzidas duas entrevistas: uma com um professor sênior e coordenador de um dos cursos de *blended learning* ofertados pela TAMK; e outra com um gerente de TI da HAMK. Ambas as instituições utilizam o Moodle como AVA principal.

Apesar das diferenças entre as instituições brasileiras e finlandesas em termos de gestão e da própria estrutura organizacional e pedagógica do ensino, dificuldades de integração AVA-SGA foram identificadas ao longo das entrevistas. No caso da TAMK, o entrevistado destacou que não existe integração AVA-SGA para as notas dos alunos. Por conta disso, existe o dobro do trabalho para os professores da instituição, pois eles assinalam as notas inicialmente no Moodle e, depois, precisam acessar o SGA e cadastrá-las novamente no sistema de forma manual, tendo que ter cuidado para assegurar que a informação está sendo corretamente digitada. O entrevistado afirmou que alguns professores preferem cadastrar as notas inicialmente em planilhas do Excel antes de atribuí-las no Moodle, de modo que a informação das avaliações muitas vezes reside em três lugares distintos: planilha do Excel, Moodle e SGA.

Também foram apontados alguns problemas com relação às criações de turmas no AVA da TAMK. Embora haja uma integração desse serviço, que é acionado pelo próprio professor via interface gráfica através de um botão no lado do SGA, se a turma a ser criada for subdividida em seções (grupos), será criada uma turma no Moodle para cada seção. Isso traz mais trabalho para o professor, que precisa, por exemplo, entrar em todas as salas de aula criadas no Moodle para cadastrar os mesmos materiais didáticos e demais recursos, verificar as atividades dos alunos etc.

Por fim, o entrevistado da TAMK ressaltou que a instituição, por ofertar cursos EAD há pouco tempo, ainda está verificando caminhos possíveis e averiguando o que funciona e o que pode ser melhorado. Como consequência, segundo o entrevistado, caso a IE decida expandir o ensino EAD de forma considerável no futuro, como por exemplo através de MOOCs, seu modo de trabalho atual com essa modalidade não funcionaria.

Com relação à HAMK, o entrevistado afirmou que existe uma integração entre o SGA da instituição – um sistema nacional que atende à maioria das IEs finlandesas – e o AVA Moodle, construída e mantida por uma equipe dedicada de integração que trabalha no setor de TI da IE. A integração é completa, provendo rotinas de sincronização de usuários, turmas e vínculos diversos do SGA para o Moodle. Não foram relatados problemas com a solução de integração da HAMK.

5 ARIAS: ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PARA A INTEGRAÇÃO AVA-SGA

Neste capítulo é apresentada a Arquitetura de Referência para a Integração AVA-SGA (ARIAS), cuja construção é prevista como parte da Atividade 3 – mostrada na Seção 3.1.3 – do processo metodológico da DSRM adotado por este projeto.

Uma arquitetura de referência captura a essência da arquitetura de uma coleção de sistemas, delineando os subsistemas fundamentais que são comuns aos sistemas de um determinado domínio, bem como as relações entre eles (MULLER, 2008; GROSSKURTH; GODFREY, 2005). Segundo Barbosa, Fornazin e Santos (2021), ela representa um conceito mais amplo da arquitetura de software, em maior grau de abstração. Seu objetivo é fornecer uma orientação para o desenvolvimento de arquiteturas para novas implementações de um sistema.

5.1 O Domínio da Integração AVA-SGA em Instituições com Oferta de EAD

No Capítulo 2, foi visto que IEs utilizam sistemas de informação, comumente denominados sistemas de gestão acadêmica (SGA), para auxiliar no (ou automatizar o) gerenciamento das atividades e processos acadêmico-institucionais. Como resultado, informações referentes a alunos, professores, matrículas etc. são constantemente coletadas, acessadas, processadas, distribuídas e armazenadas nos repositórios de dados desses sistemas, que constituem a fonte oficial de dados da instituição.

Além dos SGAs, as IEs com oferta de EAD também dispõem de sistemas que viabilizam essa modalidade de educação, chamados de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Para que possam ser adequadamente configurados, populados e atualizados de modo a refletir os acontecimentos administrativos e escolares da EAD ao longo do tempo, os AVAs continuamente requerem um subconjunto dos dados oficiais que residem no SGA: informações de alunos, docentes, turmas, matrículas, trancamentos, entre outras.

Conforme evidenciado pelos resultados do estudo exploratório apresentado no Capítulo 4, frequentemente as equipes que gerenciam os AVAs e o SGA não pertencem ao mesmo setor da instituição, sendo bastante comum que a gestão do SGA fique a cargo do órgão central de TI da IE (equipe TI/IE), ao passo que a administração dos AVAs seja de responsabilidade da coordenação de TI do setor de EAD (equipe TI/EAD). Apesar de o desenvolvimento da integração necessariamente requerer o envolvimento das duas equipes, o estudo exploratório do campo também revelou que é comum haver dificuldades de comunicação entre elas, o que muitas vezes representa um grande empecilho para o andamento do projeto de integração.

Cabe salientar que não é objetivo deste trabalho identificar os motivos de essas equipes trabalharem em setores distintos, analisar as vantagens e desvantagens derivadas dessa forma de organização institucional, nem investigar por qual conjunto de razões a comunicação e a colaboração entre elas costuma ser deficitária. Aqui, é suficiente constatar que essa problemática foi bastante mencionada nas respostas ao questionário e vivenciada também por este autor, evidenciando que ela constitui uma dificuldade concreta nos ambientes de muitas IEs no âmbito nacional.

Outra característica deste domínio é que, diferentemente do SGA, que constitui um sistema de informação centralizado (embora muitas vezes composto por subsistemas e módulos), as IEs com frequência utilizam e gerenciam mais de uma instância de AVA para as atividades de EAD. Por exemplo, na UFPB um novo AVA Moodle é instanciado e configurado a cada ano letivo (dois períodos) dos cursos de graduação a distância; além deles, há também um AVA Moodle em que são alocadas as turmas virtuais dos cursos presenciais e de atividades de extensão; por fim, um outro AVA, também Moodle, é dedicado às demais atividades de EAD da instituição. Similarmente, no Instituto Federal da Paraíba (IFPB) também são utilizadas instâncias distintas do Moodle para cursos a distância, cursos presenciais e demais atividades de EAD, conforme visto na Seção 4.2.

Há uma série de motivos que pode levar uma IE a instanciar mais de um AVA: limites máximos de dados que uma instância pode comportar; otimização da velocidade de acesso e da performance geral dos sistemas; requisitos de usabilidade, interface gráfica e recursos, que podem variar de acordo com as diferentes atividades e cursos a distância ofertados por uma mesma IE; decisões administrativas da coordenação que são alheias à equipe de TI, entre outras. Ou seja, cada IE tem uma infraestrutura de AVAs própria e por vezes dinâmica, que pode ser modificada e expandida ao longo do tempo como resposta a condições técnicas ou tecnológicas diversas, decisões administrativas, surgimento de novos projetos de EAD na instituição e lançamentos de novos modelos e marcas de AVAs.

5.2 A Arquitetura de Referência

Uma arquitetura de referência para a integração AVA-SGA deve, portanto, ter em vista as características bastante heterogêneas e dinâmicas desse domínio. Como consequência, ela deve ser flexível, permitindo comportar os diversos cenários e realidades institucionais que possam se apresentar.

Na Figura 9 é apresentada a visão geral da arquitetura de referência, denominada Arquitetura de Referência para a Integração AVA-SGA, ou ARIAS. Devido a sua arquitetura modular e com fraco acoplamento, a ARIAS comporta um número variável de AVAs, que podem ser de diferentes tipos e ter requisitos próprios de integração.

A ARIAS é composta por quatro componentes, mostrados em azul na Figura 9: Interface

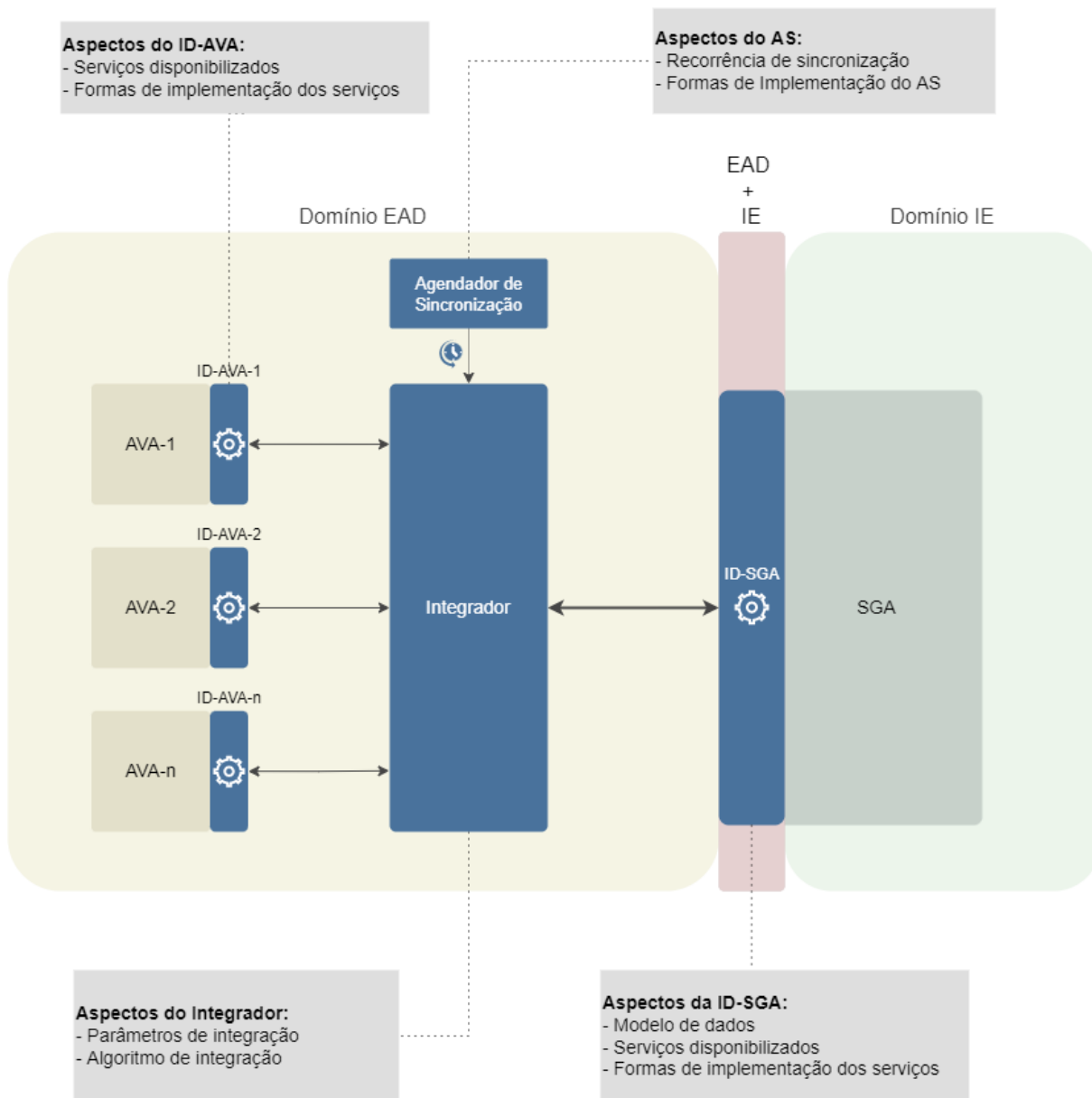


Figura 9 – ARIAS: Arquitetura de referência para a Integração AVA-SGA.

de Dados do SGA (ID-SGA), Interface de Dados do AVA (ID-AVA), Integrador e Agendador de Sincronização (AS), que serão descritos detalhadamente nas próximas seções e resumidamente a seguir. Em primeiro lugar, uma integração AVA-SGA requer a existência de uma interface para que os dados do SGA possam ser acessados, filtrados e retornados: a ID-SGA. Além disso, para que os dados do SGA possam ser enviados para os AVAs de forma a atualizá-los, uma interface de dados também deve existir no lado de cada AVA participante da integração: a ID-AVA. O Integrador é o componente responsável por realizar as chamadas à ID-SGA, processar os dados retornados e encaminhá-los para os AVAs via ID-AVA. Por fim, cabe ao Agendador de Sincronização (AS) realizar as chamadas ao Integrador recorrentemente, em intervalos de tempo determinados de acordo com as exigências de integração da instituição.

O trabalho coordenado e completo desses componentes em um determinado momento é

denominado *sincronização*. Na Figura 10 é apresentada esquematicamente a sequência de passos de uma sincronização da ARIAS. O ciclo inicia-se com o AS, que, uma vez atingida a data e hora agendadas, dispara uma chamada ao Integrador (1). O Integrador então realiza uma série de acessos ao SGA via ID-SGA (2), obtendo os dados que foram cadastrados ou modificados desde a última sincronização até o momento atual (3). Uma vez recebidos, os dados do SGA são processados pelo Integrador (4) e, em seguida, enviados e repercutidos no AVA de destino via ID-AVA (5), demarcando o fim do ciclo de sincronização. O resultado de uma sincronização bem sucedida deve ser sempre que a informação presente nos AVAs esteja consistente com os dados do SGA.

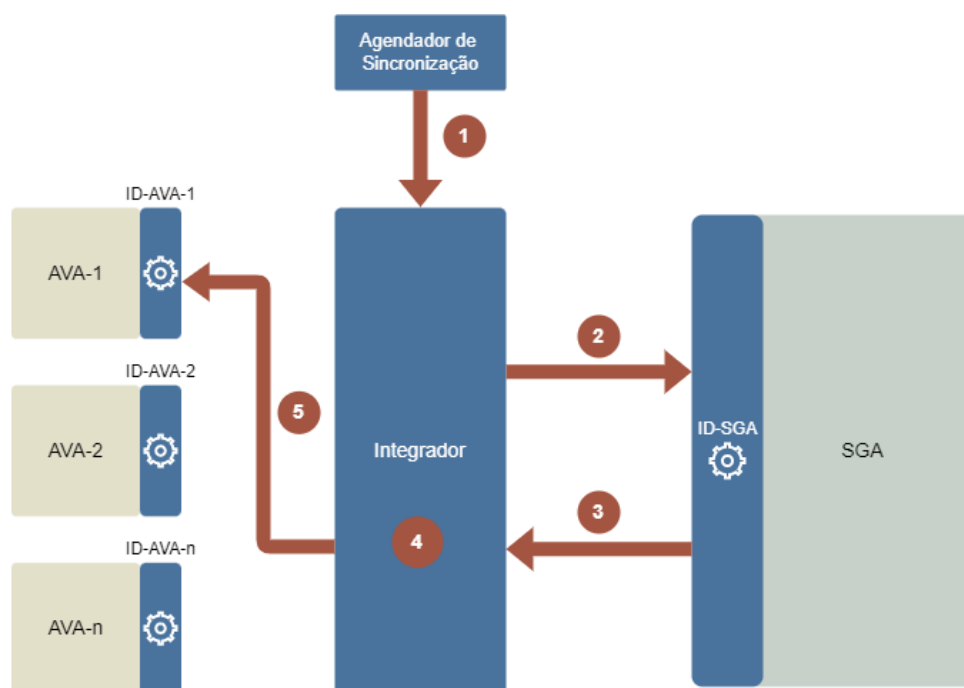


Figura 10 – Ciclo de sincronização da ARIAS.

Convém salientar que, embora o sentido predominante do fluxo dos dados em uma integração AVA-SGA seja do SGA (repositório oficial dos dados da instituição) para os AVAs, existem situações em que é necessário realizar o envio reverso dos dados, isto é, dos AVAs para o SGA. É o caso, por exemplo, das notas (avaliações) dos alunos, que frequentemente são atribuídas inicialmente pelos professores nos AVAs e posteriormente precisam ser consolidadas no SGA. Outro cenário comum nas instituições envolve integrações que, em vez de serem realizadas automaticamente e recorrentemente através de agendamentos, devem ocorrer sob demanda, normalmente através de ações dos usuários. Por serem mais específicos, esses cenários serão analisados separadamente na Seção 5.2.5.

Cada componente da ARIAS contém um ou mais aspectos, listados nos retângulos cinzas na Figura 9, que devem ser considerados pela equipe responsável pela construção da integração AVA-SGA.

5.2.1 Componente 1: Interface de Dados do SGA (ID-SGA)

Para que um ou mais AVAs possam ser atualizados, é necessário que os dados do SGA sejam acessíveis de alguma maneira. A Interface de Dados do SGA (ID-SGA) é o componente que possibilita o acesso aos dados do SGA.

Dos quatro componentes da ARIAS, a ID-SGA, por envolver a construção de uma interface de acesso aos dados do SGA, é a única que necessariamente exige algum grau de comunicação e colaboração entre as equipes TI/EAD e TI/IE (no caso de elas serem distintas), e corresponde ao Domínio EAD + IE demarcado na cor avermelhada na Figura 9. Sendo assim, e tendo em vista as menções à dificuldade de comunicação entre as equipes capturadas pelo estudo exploratório, a implementação da ID-SGA muitas vezes constitui um ponto crítico do processo de construção da integração.

Para o planejamento e construção desse componente, uma série de aspectos devem ser considerados pela equipe de integração.

5.2.1.1 Aspecto 1.1: Modelo de Dados

O modelo de dados da ID-SGA da ARIAS, com suas entidades e relacionamentos, é parcialmente derivado da abordagem apresentada por Bjeljic, Zečević e Perišić (2015), que por sua vez foi baseado na especificação *Learning Information Services (LIS)*¹, padrão criado pela *IMS Global Learning Consortium*. O padrão LIS define um processo para troca de dados que descrevem pessoas, grupos, inscrições, cursos, grupos e notas dentro do contexto de ensino e aprendizagem.

Em uma instituição de ensino com oferta de EAD, pessoas (professores e alunos) se inscrevem em turmas (vínculos de pessoas às turmas) e se organizam em grupos (vínculos de pessoas aos grupos) dentro das turmas – ofertadas a cada novo ciclo letivo – com o intuito de realizar atividades de ensino e aprendizagem. Ao término das atividades, os professores avaliam os alunos através da atribuição de notas. A partir dessa visão conceitual, o esquema geral do modelo de dados com as entidades e relacionamentos é mostrado na Figura 11.

As IEs podem ter outras entidades e relacionamentos além dos apresentados na Figura 11. Por exemplo, é bastante comum que as instituições tenham tutores ou monitores, que são vinculados às turmas para auxiliar a equipe docente na condução das atividades de ensino e aprendizagem a distância. Nesses casos, cabe à equipe de integração identificá-los e incluí-los no modelo de dados de sua solução de integração.

Os atributos são as propriedades das entidades e relacionamentos. O atributo *UID* representa o identificador único de um registro e está presente em todas as entidades do modelo de dados da ARIAS (Aluno, Professor, Curso e Grupo). Além dele, existem dois outros atributos em todos os elementos contemplados pela ARIAS. Embora não sejam obrigatórios, eles são

¹ <https://www.imsglobal.org/lis/lisv2p0p1/LISSpecificationv2p0p1.html>

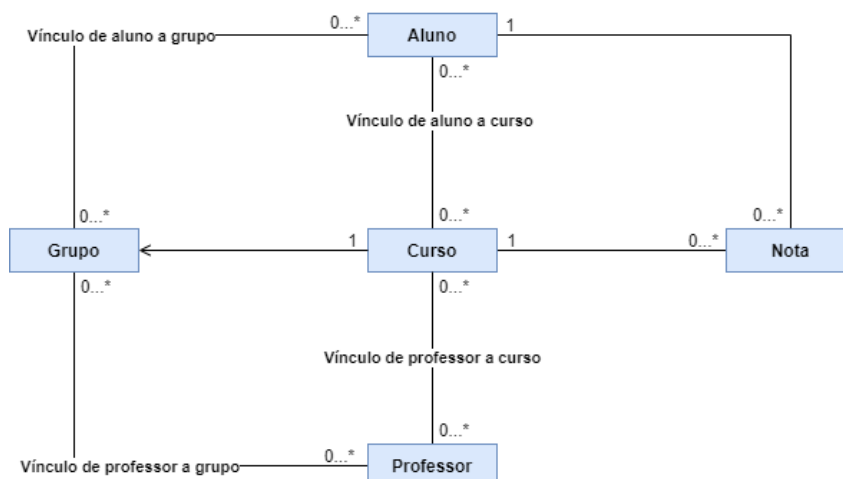


Figura 11 – Modelo de dados da ID-SGA da ARIAS.

importantes caso a instituição deseje, além de configurar os AVAs no início de cada ciclo letivo, atualizá-los com os novos acontecimentos que ocorrerem ao longo das atividades de ensino e aprendizagem, como trancamentos e desistências.

O primeiro, *status*, sinaliza a situação corrente de um dado registro de uma entidade ou relacionamento. Um aluno, por exemplo, sempre tem uma situação na instituição em um determinado momento, podendo estar *ativo*, *trancado*, *cancelado*, entre outras. Caso ocorra uma mudança de *status* do aluno no SGA, a ARIAS poderá detectar a alteração da situação e refleti-la no AVA.

O outro atributo não-obrigatório comum às entidades e relacionamentos é *última atualização*, que armazena a data e hora da última vez que um dado registro foi modificado ou, caso ainda não tenha sido, a data e hora de seu cadastro no SGA. O propósito desse atributo é auxiliar e otimizar o processo de integração da ARIAS pelo Integrador, evitando que a cada sincronização todos os dados do SGA tenham que ser importados e comparados com os dados nos AVAs. Com o atributo *última atualização*, apenas os dados que foram alterados no SGA entre a última sincronização e a atual serão obtidos pela integração.

5.2.1.2 Aspecto 1.2: Serviços Disponibilizados

A partir do modelo de dados com suas entidades e relacionamentos, uma lista de serviços deve ser implementada pela equipe de integração no lado do SGA, em colaboração com a equipe de TI/IE responsável por esse sistema, para que os dados da instituição possam ser acessados. Os serviços especificados pela ID-SGA da ARIAS são o de Turmas, Alunos, Professores, Grupos, Vínculos de Alunos às Turmas, Vínculos de Professores às Turmas, Vínculos de Alunos aos Grupos e Vínculos de Professores aos Grupos. Cabe à equipe de integração avaliar quais serviços devem ou não fazer parte da implementação da solução. Por exemplo, instituições que não têm turmas subdivididas em grupos podem, decerto, descartar os serviços de Grupos e de Vínculos aos Grupos de sua implementação.

Os serviços contêm dois segmentos: os *parâmetros de entrada*, utilizados para filtrar os dados do SGA, e os *dados de retorno*, que correspondem ao conjunto de registros e atributos que foram filtrados. É importante salientar cada IE pode ter outros parâmetros de entrada e dados de retorno, que devem ser identificados pela equipe de integração e contemplados durante a construção dos serviços. Se, por exemplo, for necessário para uma determinada IE o cadastro do telefone dos estudantes no AVA, esse dado de retorno deve ser acrescentado ao Serviço de Dados de Alunos. Em um outro exemplo, caso a instituição tenha um AVA para cada curso ofertado, o curso deve constituir um dos parâmetros de entrada de todos os Serviços Serviço de Dados de Turmas

Além disso, na ID-SGA da ARIAS é considerado que as IEs trabalham com *ciclos letivos*, intervalo de tempo em que são ofertadas as turmas e desenvolvidas as atividades de ensino e aprendizagem. Por exemplo, instituições de ensino superior brasileiras comumente oferecem turmas semestralmente, sendo este o ciclo letivo delas. Se houver a necessidade de integração AVA-SGA de turmas que não transcorram em ciclos letivos – caso dos *Massive Open Online Courses* (MOOC), cursos online com acesso aberto nos quais tipicamente o tempo de conclusão é flexível de acordo com o ritmo do aluno –, basta a equipe de integração desenvolver outros serviços para contemplá-la.

A especificação dos serviços, com alguns parâmetros de entrada e dados de retorno comuns a boa parte das IEs, está detalhada a seguir.

a) Serviço de Dados de Turmas

O Serviço de Dados de Turmas fornece uma interface para o acesso aos dados relativos às turmas da IE.

Parâmetros de entrada:

- **Ciclo letivo.** Intervalo de tempo no qual são ofertadas as turmas e desenvolvidas as atividades de ensino e aprendizagem da IE. Por exemplo, caso a IE oferte turmas semestralmente, o ciclo letivo será o ano e semestre.
- **Categoria.** A categoria à qual pertence um conjunto de turmas. O tipo de categoria pode ser diferente de acordo com a natureza do ensino da IE e da estrutura organizacional de suas turmas. Exemplos de tipos de categoria: curso, departamento, centro etc.
- **Status**
- **Última atualização maior que.** Filtra os registros cuja data e hora de última modificação é maior que o valor do parâmetro.
- **Última atualização menor ou igual que.** Filtra os registros cuja data e hora de última modificação é menor ou igual que o valor do parâmetro.

Dados de retorno:

- **UID.** Identificador único da turma.
- **Nome.** Nome da turma.
- **Ciclo letivo**
- **Categoria**
- **Status**
- **Última atualização**

b) Serviço de Dados de Alunos

O Serviço de Dados de Alunos fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos alunos da IE.

Parâmetros de entrada:

- **Status**
- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID.** Identificador único do aluno. Em geral é utilizado o número ou código de matrícula do aluno no SGA da instituição.
- **Nome.** Nome do aluno.
- **email.** Endereço de e-mail do aluno.
- **Status**
- **Última atualização**

c) Serviço de Dados de Professores

O Serviço de Dados de Professores fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos professores da IE.

Parâmetros de entrada:

- **Status**

- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID.** Identificador único do professor. Em geral é utilizado o número ou código de registro do professor no SGA da instituição.
- **Nome.** Nome do professor.
- **email.** Endereço de e-mail do professor.
- **Status**
- **Última atualização**

d) Serviço de Dados de Grupos

O Serviço de Dados de Grupos fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos grupos das turmas.

Parâmetros de entrada:

- **Ciclo letivo.** O ciclo letivo da turma a que pertence o grupo.
- **Status**
- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID.** Identificador único do grupo.
- **UID da turma.** Identificador único da turma a que pertence o grupo.
- **Nome.** Nome do grupo.
- **Ciclo letivo**
- **Status**
- **Última atualização**

e) Serviço de Dados de Vínculos de Alunos a Turmas

O Serviço de Dados de Grupos fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos vínculos dos alunos às turmas.

Parâmetros de entrada:

- **Ciclo letivo.** O ciclo letivo do vínculo do aluno à turma.
- **Status**
- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID do aluno.** Identificador único do aluno que está vinculado à turma
- **UID da turma.** Identificador único da turma à qual o aluno está vinculado
- **Ciclo letivo**
- **Status**
- **Última atualização**

f) Serviço de Dados de Vínculos de Professores a Turmas

O Serviço de Dados de Grupos fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos vínculos dos professores às turmas.

Parâmetros de entrada:

- **Ciclo letivo.** O ciclo letivo do vínculo do professor à turma.
- **Status**
- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID do professor.** Identificador único do professor que está vinculado à turma
- **UID da turma.** Identificador único da turma à qual o professor está vinculado

- **Ciclo letivo**
- **Status**
- **Última atualização**

g) Serviço de Dados de Vínculos de Alunos a Grupos

O Serviço de Dados de Grupos fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos vínculos dos alunos aos grupos.

Parâmetros de entrada:

- **Ciclo letivo.** O ciclo letivo do vínculo do aluno ao grupo.
- **Status**
- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID do aluno.** Identificador único do aluno que está vinculado ao grupo
- **UID do grupo.** Identificador único do grupo ao qual o aluno está vinculado
- **Ciclo letivo**
- **Status**
- **Última atualização**

h) Serviço de Dados de Vínculos de Professores a Grupos

O Serviço de Dados de Grupos fornece uma interface para o acesso aos dados relativos aos vínculos dos professores aos grupos.

Parâmetros de entrada:

- **Ciclo letivo.** O ciclo letivo do vínculo do professor ao grupo.
- **Status**
- **Última atualização maior que**
- **Última atualização menor ou igual que**

Dados de retorno:

- **UID do professor.** Identificador único do professor que está vinculado ao grupo
- **UID do grupo.** Identificador único do grupo ao qual o aluno está vinculado
- **Ciclo letivo**
- **Status**
- **Última atualização**

5.2.1.3 Aspecto 1.3: Formas de Implementação dos Serviços Disponibilizados

Os serviços da ID-SGA, que descrevem conceitualmente as entidades e relacionamentos, os tipos de dados, os parâmetros existentes e os retornos esperados, precisam ser implementados como parte da construção deste componente. Conforme visto na Seção 2.4, os trabalhos relacionados encontrados por esta pesquisa sugerem e adotam o uso de uma arquitetura orientada a serviços (SOA), particularmente a partir da implementação de *web services* no lado do SGA, para viabilizar o acesso aos dados do SGA.

São muitas as vantagens de utilizar *web services*, já elencadas na referida seção, e eles devem ser a forma preferencial de implementação dos serviços da ID-SGA da ARIAS. No entanto, no caso de a equipe TI/IE não construí-los ou disponibilizá-los por qualquer motivo, é necessário que a equipe TI/EAD busque um outro meio para viabilizar o acesso aos dados do SGA.

Uma alternativa possível é através de visões (*views*) de bancos de dados. Nesse caso, é preciso que a equipe TI/IE construa visões contendo os dados necessários à EAD e disponibilize um usuário com autorização de leitura delas. Através de acesso remoto, funcionalidade atualmente suportada por todos os principais Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), o componente Integrador pode realizar a leitura dos dados necessários e prosseguir com o ciclo de integração.

5.2.2 Componente 2: Interface de Dados do AVA

Assim como o SGA requer uma interface para que seus dados sejam acessados, cada AVA participante da integração necessita de uma interface através da qual os dados obtidos naquele sistema serão repercutidos. Na ARIAS, este componente é denominado Interface de Dados do AVA, ou ID-AVA.

5.2.2.1 Aspecto 2.1: Serviços Disponibilizados

Os serviços disponibilizados pela ID-AVA são análogos aos especificados para a ID-SGA na Seção 5.2.1.2, pois derivam do mesmo modelo de dados apresentado na Seção 5.2.1.1. De

forma geral, os dados de retorno dos serviços da ID-SGA tornam-se os parâmetros de entrada dos serviços da ID-AVA. Por exemplo, as turmas retornadas pelo Serviço de Dados de Turmas da ID-SGA deverão ser transformadas em parâmetros de entrada para que os registros sejam refletidos, através de cadastrados ou atualizações, no AVA de destino via ID-AVA. Já os dados de retorno dos serviços da ID-SGA devem consistir na confirmação da operação de cadastro ou atualização realizada ou, em caso de falha, no detalhamento do tipo de erro ocorrido, para que o Integrador possa tratá-lo adequadamente.

É importante salientar que diferentemente da ID-SGA, cujos serviços são em sua maioria ou totalidade de leitura de dados, os serviços da ID-AVA devem ser de escrita para que a informação do SGA possa ser refletida no AVA. Naturalmente, serviços de leitura para a ID-AVA também devem ser construídos dependendo das necessidades particulares de integração da instituição, como no caso da integração de notas. Além disso, como existem diversos tipos de AVAs, cabe à equipe TI/IE realizar as adaptações necessárias a cada serviço de acordo com os ambientes utilizados na IE.

5.2.2.2 Aspecto 2.2: Formas de Implementação dos Serviços Disponibilizados

De forma similar à ID-SGA, é recomendada a implementação dos serviços da ID-AVA através de uma arquitetura orientada a serviços – particularmente *web services*. Diferentemente do SGA, cuja administração e controle ficam a cargo da equipe TI/IE, a gestão dos AVAs costumeiramente é de responsabilidade do setor de EAD, o que facilita a implementação da ID-AVA pela equipe de integração. Além disso, todos os AVAs mais amplamente utilizados atualmente, como Moodle², Blackboard³, Google Classroom⁴, Canvas⁵ etc. dispõem de APIs ou outros tipos de interface para que possam ser conectados a outros softwares. Esses dois fatores colaboram para que o esforço de configuração e desenvolvimento da ID-AVA pela equipe TI-EAD seja menor em relação à interface de dados do SGA.

5.2.3 Componente 3: Agendador de Sincronização

Uma das possíveis estratégias para a integração AVA-SGA envolve a repercussão imediata e automática de todas as ações de cadastro e modificação de dados ocorridas no SGA para os AVAs. Em outras palavras, nessa solução cada evento ocorrido no SGA é prontamente refletido no AVA, tendo como efeito uma sincronização quase em tempo real entre os sistemas.

No entanto, a concretização dessa solução implica o desenvolvimento de mecanismos de integração no lado do SGA pela equipe TI/IE, situação que colide com as dificuldades detectadas pelo estudo exploratório. Além disso, a sincronização de dados em tempo real entre os sistemas não costuma ser uma exigência da instituição, sendo bastante razoável – e até mesmo

² https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions

³ <https://developer.blackboard.com/>

⁴ <https://developers.google.com/classroom>

⁵ <https://canvas.instructure.com/doc/api/>

desejável em muitos cenários, como quando as informações cadastradas no sistema acadêmico são corrigidas ou alteradas com relativa frequência – que exista um retardo entre as novas informações do SGA e sua replicação nos AVAs. Por fim, dependendo de volume de dados e da infraestrutura de rede da IE, a sincronização em tempo real pode acarretar em deterioração da performance e do acesso aos sistemas envolvidos.

Para evitar os percalços inerentes a uma integração AVA-SGA em tempo real, na ARIAS a integração ocorre através de sincronizações, que são executadas em intervalos de tempo pré-determinados. Por isso, é especificado na arquitetura o componente Agendador de Sincronização (AS), cuja função é controlar a recorrência com que ocorrem as sincronizações entre o SGA e os AVAs da integração, disparando de forma automática os comandos de nova sincronização para o Integrador sempre que uma data e hora estipuladas forem alcançadas.

O AS funciona através de *tarefas*. Cada tarefa contém as informações sobre o AVA a ser integrado, o ciclo letivo, a recorrência com que as sincronizações serão realizadas e o período da integração, que é o intervalo de datas dentro do qual as sincronizações serão executadas. Na Tabela 1 é mostrado um exemplo de tarefa do Agendador de Sincronização da ARIAS.

Tabela 1 – Exemplo de tarefa do Agendador de Sincronização da ARIAS.

Dado	Valor
Identificador da integração	AVAEAD.2022.1
Intervalo da integração	31/01/2022 a 01/06/2022
Recorrência de sincronização	Todos os dias às 03h e às 13h

As informações sobre o AVA e o ciclo letivo da integração estão reunidas no *identificador da integração*, cujo valor deve ser enviado para o Integrador como parâmetro do comando de disparo da sincronização. Dessa forma, o Integrador tem como determinar o AVA e o ciclo letivo ao qual a sincronização em execução se refere, possibilitando a composição adequada dos parâmetros de acesso ao SGA e o envio dos dados capturados ao AVA correto.

Os outros dois dados, *intervalo da integração* e *recorrência de sincronização*, não precisam ser enviados para o Integrador, pois referem-se ao próprio AS. O intervalo da integração informa ao Agendador de Sincronização o período de tempo em que as sincronizações devem ocorrer. De forma geral, o intervalo coincide com o ciclo letivo da instituição, abrangendo desde o momento de cadastro dos registros de turmas, alunos, vínculos etc. no SGA até o término das atividades das turmas. Já a recorrência de sincronização indica ao AS com qual frequência a sincronização deve ser realizada dentro do período da integração.

5.2.3.1 Aspecto 3.1: Recorrência de Sincronização

A recorrência das sincronizações, isto é, a frequência com a qual elas serão executadas com o propósito de refletir os dados do SGA no AVA, deve ser discutida entre a equipe de TI/EAD

e as demais coordenações competentes da EAD, e escolhida a partir de critérios institucionais e fatores técnicos.

No âmbito dos critérios institucionais, deve-se considerar que uma frequência de sincronização muito baixa significa que alunos e professores terão que esperar um tempo maior para terem seus registros de usuário, vínculos etc. associados aos AVAs, o que pode implicar em prejuízo para o andamento das atividades de ensino e aprendizagem. É importante apontar que, por conta das tarefas do AS, cada AVA da instituição pode ter sua própria recorrência de sincronização configurada.

Já no lado dos fatores técnicos, a performance dos sistemas e das redes deve ser levada em conta, pois muitas vezes a quantidade de dados trazidos e cadastrados é volumosa, o que pode culminar em problemas de instabilidade e de degradação da performance dos AVAs, prejudicando os usuários desses sistemas. Uma forma de evitar ou mitigar essas dificuldades é concentrar as sincronizações em períodos com menor atividade nas plataformas, como por exemplo durante a madrugada.

5.2.3.2 Aspecto 3.2: Formas de Implementação do Agendador de Sincronização

A maioria dos sistemas operacionais e serviços na nuvem fornece recursos básicos de agendamento de tarefas (*job scheduling*). Dessa forma, o Agendador de Sincronização da ARIAS pode ser facilmente implementado e gerenciado através da criação de tarefas nessas aplicações.

5.2.4 Componente 4: Integrador

Para que ocorra a integração AVA-SGA, é necessária a existência de um mecanismo que realize a leitura dos dados do SGA via ID-SGA; processe esses dados de forma tal que possam ser encaminhados para os AVAs; dispare os dados transformados para os AVAs via ID-AVA; e assegure que todo esse processo de integração transcorra de maneira consistente, eficiente e segura. Na ARIAS, este componente é denominado Integrador.

O Integrador é o executor de grande parte do processo de integração AVA-SGA especificado pela ARIAS, coordenando o trânsito dos dados entre os sistemas e assegurando que não haja inconsistência entre as informações replicadas. A seguir estão detalhados os aspectos deste componente, que devem ser considerados pela equipe de integração ao longo do desenvolvimento de uma solução.

5.2.4.1 Aspecto 4.1: Parâmetros de Integração dos AVAs

Na Seção 5.1, foi visto que instituições de ensino podem ter mais de uma instância de AVAs, inclusive de diferentes modelos e marcas, em sua infraestrutura de ambientes. Por exemplo, há universidades que concedem autonomia para que seus cursos ou departamentos escolham e administrem os AVAs de sua preferência; este é o caso da IE para a qual Bjeljic,

Zečević e Perišić (2015) elaboraram uma solução de integração. Outras universidades podem optar por concentrar em um único AVA todas as turmas de seus cursos EAD; esta é a situação da UFPB, que também tem como particularidade a instanciação de um novo AVA a cada ano letivo por motivo de otimização da performance da plataforma.

Em razão desse cenário dinâmico, é necessário que o Integrador seja capaz de determinar para qual AVA os dados capturados do SGA deverão ser enviados e cadastrados a cada sincronização. Por conta disso, no Integrador da ARIAS devem estar armazenadas, além dos dados de acesso à ID-SGA, todas as informações sobre os AVAs necessárias para que ocorra a integração. Na ARIAS, essas informações são denominadas *parâmetros de integração*, e variam em função de como os AVAs estão organizados e do ciclo letivo, isto é, o intervalo de tempo em que novas turmas são ofertadas pela instituição.

Por exemplo, no caso da UFPB, todas as turmas dos cursos EAD estão concentradas em um mesmo AVA, e um novo AVA é instanciado a cada ano letivo para esses cursos. Além disso, o ciclo letivo da instituição é semestral. Portanto, os parâmetros de integração da UFPB são apenas o ciclo letivo (ano e semestre). Caso, no futuro, a UFPB opte por instanciar um AVA por curso no lugar de ter todos os cursos em um único AVA, bastará acrescentar o curso como novo parâmetro de integração.

5.2.4.2 Aspecto 4.2: Algoritmo de Sincronização

O algoritmo de sincronização é a sequência de passos executados pelo Integrador para realizar as sincronizações de uma integração AVA-SGA de forma consistente – isto é, acessando o SGA via ID-SGA, processando e transformando os dados retornados e encaminhando-os para os AVAs correspondentes, via ID-AVA, para que sejam cadastrados ou atualizados, conforme mostrado na Figura 10.

Na ARIAS, o algoritmo considera a existência de dois tipos de sincronização: a *sincronização inicial*, que preenche um determinado AVA com todo o conjunto de turmas, alunos, vínculos e demais dados do SGA necessários para o início de um novo ciclo letivo; e a *sincronização de atualização*, que reflete no AVA os eventos (novos registros, alterações cadastrais, trancamentos, abandonos, vínculos que foram processados posteriormente, entre outros) que ocorreram entre a última sincronização e a atual.

Na Figura 12 é apresentado o algoritmo de sincronização da ARIAS na forma de pseudocódigo. Ele é iniciado com o recebimento do comando de sincronização do AS contendo o *identificador da integração* como parâmetro (linha 1). A partir do valor do identificador, são obtidas do banco de dados do Integrador as informações necessárias para a realização da sincronização: as credenciais de acesso ao AVA da integração (linha 2) e os *parâmetros de integração* (como, por exemplo, o ciclo letivo, linha 3). Com esses dados, o Integrador poderá preparar os *parâmetros de entrada* dos serviços da ID-SGA, acessar o SGA e repercutir os registros no AVA via ID-AVA.

INÍCIO

```
1 id_integração = identificador da integração enviado como parâmetro pelo AS;  
2 ava_da_integração = obter o AVA da integração obtido a partir do id_integração;  
3 parâmetros_de_integração = obter os parâmetros de integração a partir do id_integração;  
4 última_sincronização = obter a data e hora da última sincronização do ava_da_integração;  
5 agora = data e hora correntes;  
6 sga = SGA da integração;  
7  
8 IF não existe última_sincronização  
9  
10     obter do sga os alunos, professores, turmas, grupos, vínculos_às_turmas e  
11     vínculos_aos_grupos filtrados pelos parâmetros_de_integração, com status ativo e  
12     cujas últimas atualizações ocorreram até agora;  
13  
14     processar e salvar alunos, professores, turmas, grupos, vínculos_às_turmas e  
15     vínculos_aos_grupos no ava_da_integração;  
16  
17 ELSE  
18  
19     obter do sga os alunos, professores, turmas, grupos, vínculos_às_turmas e  
20     vínculos_aos_grupos filtrados pelos parâmetros_de_integração e cujas últimas  
21     atualizações ocorreram entre última_sincronização e agora;  
22  
23     processar e salvar/atualizar alunos, professores, turmas, grupos, vínculos_às_turmas  
24     e vínculos_aos_grupos no ava_da_integração;  
25  
26 END IF  
27  
28 salvar a última sincronização com a data e hora agora;
```

FIM

Figura 12 – Algoritmo de sincronização da ARIAS.

Também são obtidas do banco de dados do Integrador a data e hora da última sincronização que foi executada para essa integração (linha 4). Se não tiver ocorrido uma sincronização anterior, significa que a sincronização em andamento deve ser a de configuração inicial do ciclo letivo e que, portanto, todos os dados ativos devem ser trazidos (linha 10). Se tiver havido uma anterior, quer dizer que a sincronização em andamento deve ser de atualização e que, portanto, apenas os dados que foram cadastrados ou modificados entre a última sincronização e a em andamento devem ser trazidos (linha 19).

Após o preparo dos parâmetros de entrada, o algoritmo faz a requisição ao SGA através dos serviços da ID-SGA. Então, o Integrador processa todos os registros recebidos,

transformando-os no formato adequado para ser atribuídos nos parâmetros de entrada da ID-AVA. Após o processamento, os dados são repercutidos no AVA de destino através dos serviços da ID-AVA (linhas 14 e 23). Por fim, a data e a hora de início da sincronização corrente são armazenadas no banco de dados do Integrador (linha 28) para que, na próxima sincronização, apenas os dados cadastrados e modificados no SGA nesse intervalo de tempo sejam obtidos.

5.2.5 Outros Aspectos: Integração Reversa e Integração sob Demanda

No contexto das IEs, os AVAs dependem de um subconjunto dos dados administrativos que estão armazenados nos repositórios do SGA (BJELJAC; ZEČEVIĆ; PERIŠIĆ, 2015). É por isso que, em uma integração AVA-SGA, o sentido prevalecente do fluxo de dados parte do SGA para os AVAs.

No entanto, existem casos em que dados precisam ser enviados no sentido contrário, ou seja, dos AVAs para o SGA. Um cenário que é discutido na literatura (BJELJAC; ZEČEVIĆ; PERIŠIĆ, 2015; JUNIOR; CORREA; FONSECA, 2018) e que ocorreu na UFPB e no IFPB diz respeito às notas. Ao longo das atividades das turmas EAD, frequentemente os professores e tutores avaliam o desempenho dos alunos através de notas, que são atribuídas nos próprios AVAs. Ao final do ciclo letivo, os registros das avaliações precisam ser cadastrados e consolidados no SGA pelos professores. A inserção e replicação manual das notas nos dois sistemas muitas vezes constitui uma tarefa morosa e sujeita a erros de digitação – especialmente em turmas com uma grande quantidade de alunos, o que é comum na modalidade EAD. Uma integração de notas, portanto, é bastante bem-vinda para muitas instituições.

No âmbito da ARIAS, essa integração reversa pode ser implementada através da criação e disponibilização dos serviços necessários de leitura dos dados no lado dos AVAs e dos respectivos serviços de escrita no lado do SGA. Tarefas podem ser cadastradas no Agendador de Sincronização especificamente para disparar as sincronizações da integração reversa, com intervalos e recorrências distintos, se for necessário. Por fim, um parâmetro de integração adicional pode ser criado no lado do Integrador para coordenar a rotina de integração reversa, cujo algoritmo deve ser modificado.

Além da integração reversa, outra situação comumente presente nas instituições refere-se a integrações que não são realizadas automaticamente através de disparos em dias e horários pré-determinados, mas sob demanda a partir de ações de usuários. Um exemplo desse tipo de integração, também ocorrido tanto no UFPB como no IFPB, é a criação de turmas no AVA de apoio aos cursos presenciais. Devido à grande quantidade de turmas, usuários e vínculos frequentemente existentes no ensino presencial, no lugar de uma integração AVA-SGA automática e recorrente de todos os dados, é atribuída aos professores que queiram utilizar turmas virtuais a ação de disparar a criação de turmas. Outro exemplo de integração sob demanda ocorre nos casos em que o setor de EAD, por qualquer motivo, precisa executar uma sincronização dos dados do SGA fora do horário estipulado no Agendador de Sincronização.

Naturalmente, uma integração sob demanda não é invocada através de um AS, mas sim por usuários – por exemplo, pelos professores no caso da criação de turmas de apoio ao ensino presencial. Por isso, é necessário que a equipe de integração implemente interfaces gráficas que possam ser acessadas pelos usuários, através das quais as ações poderão ser disparadas. Na Seção 6.1.4 são mostradas algumas interfaces gráficas do sistema de integração AVA-SGA criado para a SEAD/UFPB.

6 DEMONSTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ARIAS: PROVA DE CONCEITO NO ÂMBITO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Conforme detalhado na Seção 3.1.4, nos passos metodológicos da DSRM é esperada a demonstração do artefato construído, através da resolução de uma instância do problema (Atividade 4), e a avaliação de sua eficácia (Atividade 5). No caso deste trabalho, essas atividades foram conduzidas na forma de uma prova de conceito na qual foi projetado, construído, testado e avaliado um sistema de integração AVA-SGA funcional, baseada na ARIAS, para a Superintendência de Educação a Distância (SEAD) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

6.1 Demonstração da ARIAS: Implementação e Execução de um Sistema de Integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB

Entre os projetos e programas da SEAD, existe a oferta de onze cursos de graduação na modalidade a distância através do sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). Atualmente, mais de 2000 alunos ativos¹ estão matriculados nesses cursos, que alcançam 29 municípios de cinco estados do Nordeste através de seus polos de apoio presencial.

Por serem cursos da UFPB, os dados relativos a eles – alunos, vínculos, polos etc. – são registrados e ficam armazenados oficialmente no SGA da instituição, o SIGAA, que é gerenciado e controlado pelo setor de TI da instituição, a Superintendência de Tecnologia da Informação (STI). Há alguns anos, a SEAD desenvolveu uma solução própria de integração AVA-SGA para automatizar o encaminhamento dos dados do SIGAA para o Moodle no qual são realizadas as atividades de ensino e aprendizagem desses cursos, denominado Moodle UAB. Essa solução constitui um dos módulos do Sistema de Apoio à Gestão (SAG), aplicação web criada pela coordenação de TI da SEAD que permite a gestão e a automatização de diversas rotinas e processos da EAD.

No entanto, a construção da integração AVA-SGA atual da SEAD foi conduzida de modo apressado, pois o tamanho da equipe de TI era reduzido e havia outros projetos que demandavam atenção. Por essa razão, embora esteja funcionando adequadamente até o presente momento, a integração foi construída de uma forma tal que há um grau considerável de dependência entre ela e a estrutura do Moodle UAB e do SIGAA. Isso implica que qualquer mudança na aplicação do Moodle ou no SGA – como, por exemplo, o lançamento de uma nova versão com alterações em sua estrutura de código ou de banco de dados – poderá acarretar na inoperabilidade da integração, constituindo um risco para a SEAD. Além disso, a integração atual funciona apenas para o

¹ Dados obtidos em 20/04/2022.

Moodle UAB e não pode ser facilmente adaptada a novos cenários e realidades que porventura venham a se apresentar na Superintendência, como, por exemplo, uma decisão de ofertar novos cursos em AVAs distintos.

Como caso concreto, recentemente foram atribuídos à SEAD dois novos projetos de cursos EAD, previstos para iniciar no segundo semestre de 2022, sendo um relativo a cinco especializações pós-técnicas e o outro, a uma nova graduação não vinculada à UAB. Cada um desses projetos terá um Moodle próprio, e será necessário integrar as informações desses cursos – armazenadas no SIGAA – aos respectivos AVAs, o que não é factível através da solução de integração hoje em funcionamento.

Em vista desse contexto, a prova de conceito ora apresentada teve início com o projeto e a construção da primeira versão de um novo sistema de integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB, baseado na arquitetura de referência (ARIAS) especificada por este estudo. É planejado que essa aplicação seja eventualmente aprimorada em uma segunda versão, que será implantada no ambiente de produção da SEAD em substituição à integração atualmente em funcionamento.

O sistema foi construído e testado em um ambiente de desenvolvimento local, utilizando dados reais relativos aos cursos de graduação do sistema UAB da SEAD do ano de 2021 (períodos 2021.1 e 2021.2). Para agilizar a implementação da solução e sua eventual incorporação aos demais sistemas da SEAD, as tecnologias escolhidas foram as mesmas utilizadas atualmente no SAG: linguagem de programação PHP, sistema de banco de dados PostgreSQL e servidor HTTP Apache. Nas próximas subseções, será detalhado o processo de análise e desenvolvimento do referido sistema, tendo como guia o conjunto de componentes e aspectos que foram especificados para a ARIAS, apresentados no Capítulo 5.

6.1.1 Implementação do Componente 1: Interface de Dados do SGA (ID-SGA)

Para esta solução de integração, foi instanciado um banco de dados denominado *sigaa* no ambiente local de desenvolvimento, que representa a base do SIGAA com as informações acadêmicas relativas aos cursos do sistema UAB da UFPB. Nele foram criadas oito tabelas, que contêm os atributos e armazenam os registros das entidades e relacionamentos do modelo de dados da ARIAS (Aspecto 1.1, detalhado na Seção 5.2.1.1): *aluno*, *professor*, *turma*, *grupo*, *vínculo_aluno_turma*, *vínculo_professor_turma*, *vínculo_aluno_grupo* e *vínculo_professor_grupo*. Na Figura 13 é apresentado o diagrama entidade-relacionamento (DER) gerado a partir do banco de dados.

Para cada tabela do banco, foi criado e implementado um serviço de acesso aos dados nela armazenados, em conformidade com os Aspectos 1.2 e 1.3 – Seções 5.2.1.2 e 5.2.1.3 – da ARIAS. No lado do Integrador, foi escrita a classe *SD_SGA*, que realiza o acesso aos serviços. Essa classe implementa a interface PHP *ID_SGA*, mostrada na Figura 14, que descreve formalmente os serviços de acesso ao banco *sigaa* e cujos argumentos e retornos equivalem, respectivamente, aos *parâmetros de entrada* e aos *dados de retorno* da ID-SGA da ARIAS.

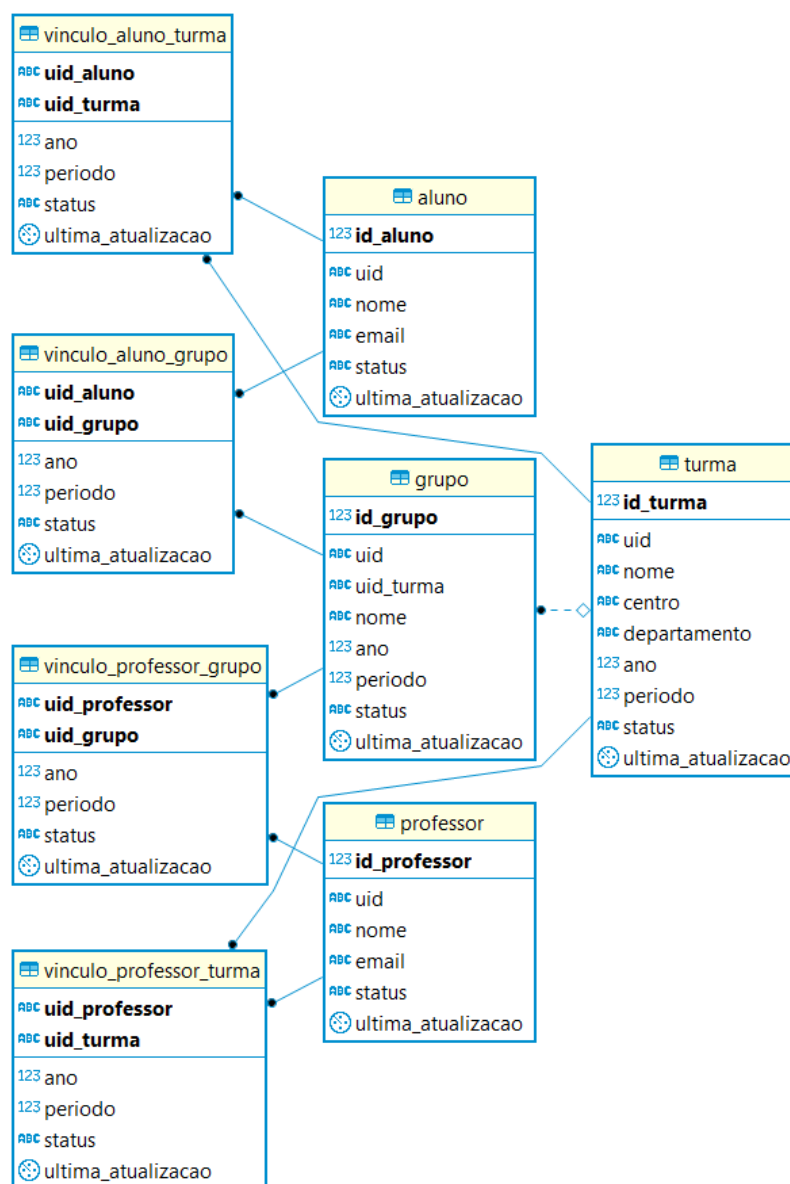


Figura 13 – Diagrama entidade-relacionamento do banco de dados de testes sigaa.

6.1.2 Implementação do Componente 2: Interface de Dados do AVA (ID-AVA)

A SEAD utiliza o Moodle como plataforma de ensino e aprendizagem de seus cursos e projetos de EAD. Por isso, para a implementação do sistema baseado na ARIAS, uma instância do Moodle foi instalada e configurada no ambiente local de desenvolvimento.

O Moodle é um AVA de código aberto com amplo suporte ao uso de *web services* através de sua API nativa². Por conta disso, não foi necessário construir a ID-AVA para a solução de integração, tendo sido suficiente a configuração da API no lado do Moodle e o desenvolvimento das classes e funções para acessá-la no lado do Integrador.

Similarmente à ID-SGA, foi criada a interface PHP *ID_AVA*, mostrada na Figura 15,

² https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions


```

interface ID_SGA {

    public function obterAlunos
        ($status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterProfessores
        ($status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterTurmas
        ($ano, $periodo, $status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterGrupos
        ($ano, $periodo, $status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterVinculosDeAlunosAsTurmas
        ($ano, $periodo, $status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterVinculosDeProfessoresAsTurmas
        ($ano, $periodo, $status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterVinculosDeAlunosAosGrupos
        ($ano, $periodo, $status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

    public function obterVinculosDeProfessoresAosGrupos
        ($ano, $periodo, $status, $ultimaAtualizacaoMaiorQue, $ultimaAtualizacaoMenorQue);

}
    
```

Figura 14 – Interface PHP com a definição dos serviços disponibilizados da ID-SGA da ARIAS.

que descreve os serviços da ID-AVA. Vale lembrar que os serviços da ID-AVA, ao contrário da ID-SGA, são de cadastro e de atualização dos dados, pois o sentido principal do fluxo de informação para essa implementação da integração é do sistema acadêmico oficial (SGA) para o AVA. Por fim, assim como na ID-SGA, os serviços definidos pela interface *ID_SGA* são implementados pela classe *SD_AVA* do Integrador.

6.1.3 Configuração do Componente 3: Agendador de Sincronização (AS)

Para a configuração do Agendador de Sincronização, foi utilizado o software de agendamento de tarefas do sistema operacional do ambiente local de desenvolvimento. Duas tarefas, denominadas *sincronizacaoUAB2021.1* e *sincronizacaoUAB2021.2*, foram criadas através do software para configurar as tarefas de integração, respectivamente, dos períodos 2021.1 e 2021.2 dos cursos UAB da SEAD.

Os dados da tarefa relativa ao período 2021.2 encontram-se na Tabela 2. Conforme visto na Seção 5.2.3, o identificador da integração, neste caso *uab-2021.2*, é enviado pelo AS ao Integrador sempre que chegar a hora designada de sincronização para que este saiba qual integração deverá ser executada. Já o intervalo da integração refere-se à duração do período 2021.2 e, portanto, ao intervalo em que as sincronizações devem ser continuamente executadas: a data inicial (28/07/2021) coincide com o primeiro dia de cadastro das informações do semestre no SIGAA pelo STI, e a data final (09/12/2021) corresponde ao último dia do período. Por fim, a recorrência de sincronização – todos os dias às 03h e às 13h – é a mesma configurada para os

```

interface ID_AVA {
    public function salvarOuAtualizarUsuarios
        ($usuarios);

    public function salvarOuAtualizarTurmas
        ($turmas);

    public function salvarOuAtualizarGrupos
        ($grupos);

    public function salvarOuAtualizarVinculosDosAlunosAsTurmas
        ($vinculosDosAlunosAsTurmas);

    public function salvarOuAtualizarVinculosDosProfessoresAsTurmas
        ($vinculosDosProfessoresAsTurmas);

    public function salvarOuAtualizarVinculosDosAlunosAosGrupos
        ($vinculosDosAlunosAosGrupos);

    public function salvarOuAtualizarVinculosDosProfessoresAosGrupos
        ($vinculosDosProfessoresAosGrupos);
}
    
```

Figura 15 – Interface PHP com a definição dos serviços disponibilizados da ID-AVA da ARIAS.

períodos letivos no atual sistema de integração da SEAD.

Tabela 2 – Tarefa da integração do período 2021.2 dos cursos UAB da SEAD no Agendador de Sincronização.

Dado	Valor
Identificador da integração	uab-2021.2
Intervalo da integração	28/07/2021 a 09/12/2021
Recorrência de sincronização	Todos os dias às 03h e às 13h

Por fim, a cada tarefa foi cadastrada uma ação, que deve ser executada nos dias e horários definidos nos parâmetros de sincronização, e que, no caso do sistema aqui apresentado, consiste em simplesmente executar a rotina PHP do Integrador que inicia a sincronização, passando o identificador da integração como parâmetro. Como exemplo, a ação da tarefa do período 2021.2 consiste no seguinte comando: *php /caminho/para/arquivo/sincronizar.php uab-2021.2*.

6.1.4 Implementação do Componente 4: Integrador

Conforme visto na Seção 5.2.4, o Integrador constitui a peça central da integração AVA-SGA, coordenando as leituras e os envios dos dados, além de seu processamento, entre os sistemas participantes. Seu desenvolvimento teve início com a criação de tabelas de bancos de dados, detalhadas na Figura 16 através de seu DER, que guardam as informações necessárias sobre os AVAs (tabela *ava*), as integrações (*integracao*) e as sincronizações das integrações

(*sincronizacao*), o que possibilita a execução consistente das rotinas de integração pelo componente. Essas informações incluem os parâmetros de integração detalhados no Aspecto 4.1 (Seção 5.2.4.1), como os identificadores únicos das integrações (utilizados pelo Agendador de Sincronização), os dados de acesso à ID-AVA (a url e o token dos *web services* dos AVAs), os registros de data e hora das sincronizações, entre outros dados.

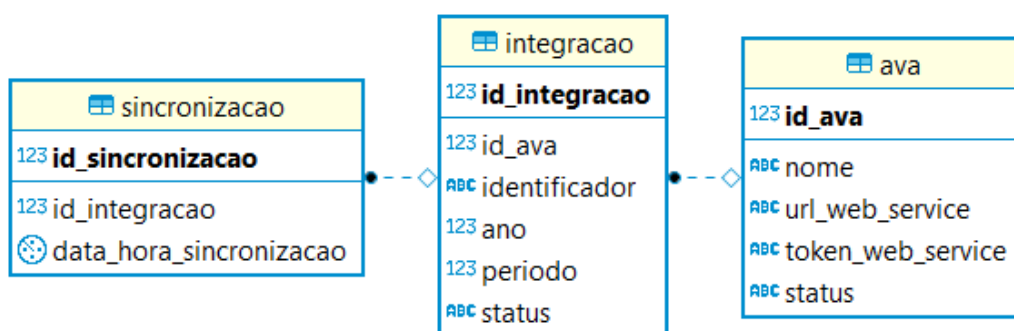


Figura 16 – Diagrama entidade-relacionamento das tabelas do Integrador.

Para facilitar o gerenciamento do Integrador, foram projetadas interfaces gráficas do usuário através das quais os administradores dos sistemas da SEAD poderão cadastrar e visualizar os AVAs e as integrações da Superintendência, consultar logs de sincronização, realizar sincronizações fora do horário determinado pelo Agendador de Sincronização, entre outras ações. Algumas dessas telas do usuário são mostradas nas Figuras 17, 18, 19 e 20.

Figura 17 – Interface gráfica de cadastro de novo AVA no Integrador.

Como etapa principal do desenvolvimento do Integrador, foi escrito o seu algoritmo de integração seguindo a sequência de passos especificada pela ARIAS, detalhada na Seção 5.2.4.2. O código-fonte do algoritmo encontra-se no arquivo *sincronizar.php*, que é chamado através das ações das tarefas do Agendador de Sincronização, juntamente com o identificador único da integração. Ao ser chamado pela tarefa do AS, o algoritmo utiliza o valor do identificador único para buscar no banco de dados os dados da integração e do AVA aos quais a sincronização

Lista de AVAs [Cadastrar novo AVA](#)

Nome do AVA	URL do web service	Token do web service
Moodle UAB 2021	http://localhost/moodle2021/webservice/rest/server.php	*****6d39
Moodle UAB 2020	http://localhost/moodle2020/webservice/rest/server.php	*****8a10
Moodle UAB 2019	http://localhost/moodle2019/webservice/rest/server.php	*****fc4a

Figura 18 – Interface gráfica da lista de AVAs no Integrador.

Cadastrar nova integração AVA-SGA [Voltar à lista de integrações](#)

AVA a ser integrado

Identificador único

Ano

Período

[Cadastrar integração AVA-SGA](#)

Figura 19 – Interface gráfica de cadastro de nova integração AVA-SGA no Integrador.

Lista de integrações AVA-SGA [Cadastrar nova integração](#)

AVA da integração	Identificador da integração	Ano	Período	
Moodle UAB 2021	uab-2021.2	2021	2	Sincronizar agora
Moodle UAB 2021	uab-2021.1	2021	1	Sincronizar agora

Figura 20 – Interface gráfica da lista de integrações AVA-SGA no Integrador.

se refere, e inicia a sua execução. Ao final da execução da sincronização, o AVA estará com os dados sincronizados com o SGA até aquele momento. As próximas sincronizações tratarão de repercutir no AVA os novos acontecimentos de cadastro e de atualização ocorridos do SGA desde o momento final da sincronização anterior, fazendo com que o AVA esteja constantemente atualizado.

6.1.5 Execução e Testes do Sistema de Integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB

Para essa parte da atividade, o sistema de integração AVA-SGA construído para a SEAD/UFPB foi implantado e testado no mesmo ambiente local de seu desenvolvimento. A base de dados *sigaa* foi populada com todos os dados reais – alunos, professores e vínculos às turmas e aos grupos – relativos aos períodos 2021.1 e 2021.2 dos onze cursos de graduação a distância do sistema UAB da SEAD/UFPB. Ao todo, foram inseridas 555 turmas, 1.718 alunos, 296 professores, 14.815 vínculos de alunos às turmas e 602 vínculos de professores às turmas na base *sigaa*. Já o AVA utilizado para receber os dados do banco *sigaa* foi a instância local do Moodle.

Após uma fase de pré-teste na qual foram corrigidos eventuais *bugs* e realizadas otimizações de performance no algoritmo do Integrador, a etapa inicial de teste do sistema consistiu na execução da primeira sincronização do período 2021.1 dos cursos UAB. De acordo com a especificação do algoritmo da ARIAS, na *sincronização inicial* o AVA deve ser populado com todos os dados necessários para o início do ciclo letivo. Portanto, todos os registros com *status* ativo devem ser obtidos do SGA e repercutidos no AVA, o que de fato ocorreu integralmente e sem erros ao término da sincronização. Na Figura 21 é mostrada uma tela do Moodle com algumas das turmas do período 2021.1 que foram cadastradas automaticamente via sincronização.



Figura 21 – Tela do Moodle com turmas do período 2021.1 que foram cadastradas via sincronização.

Outra tela do Moodle, relacionando os vínculos dos alunos e do professor a uma das turmas 2021.1, é exibida na Figura 22. Assim como o cadastro das turmas, tanto os usuários dos alunos e dos professores como os vínculos às turmas também foram refletidos no AVA automaticamente pela sincronização do sistema de integração.

Nome ^ / Sobrenome	Papéis	Estado
	+ -	+ + -
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Professor	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo

Figura 22 – Tela do Moodle com os alunos e o professor de uma turma do período 2021.1 cadastrados via sincronização.

Na segunda etapa do teste, dados do banco *sigaa* relativos a 2021.1 foram escolhidos aleatoriamente e tiveram seus campos alterados para reproduzir acontecimentos acadêmicos corriqueiros em um período letivo de uma instituição de ensino. Por exemplo, nomes e e-mails de alguns alunos foram modificados, reproduzindo, respectivamente, correções e atualizações cadastrais no SGA. Além disso, vínculos aleatórios de alguns alunos às turmas foram inativados, situação bastante comum durante o período de trancamento de matrículas ou por desistência do estudante. Nos registros que foram alterados, o campo *ultima_atualizacao* também foi atualizado com a nova data e hora.

Após as alterações aleatórias em alguns dados do *sigaa*, uma segunda sincronização foi executada. Segundo o algoritmo da ARIAS, as *sincronizações de atualização*, posteriores à primeira que foi executada para uma dada integração, devem buscar e refletir apenas os registros que foram modificados desde a última sincronização até o momento atual. Mais uma vez, o sistema de integração funcionou como esperado, atualizando os dados do AVA com as modificações que foram feitas no SGA.

Na Figura 23 é mostrada tela do Moodle da mesma turma exibida na Figura 22, dessa vez após a segunda sincronização. É possível observar que dois alunos foram automaticamente suspensos da turma pela sincronização, refletindo adequadamente a inativação de seus vínculos às turmas que foi realizada no banco *sigaa* (SGA). É oportuno destacar que esta implementação da integração da ARIAS não faz qualquer deleção de registros nos AVAs, de modo a evitar a exclusão de dados que possam vir a ser necessários tanto para os usuários (para permitir, por exemplo, a consulta de alunos às atividades e postagens feitas no AVA antes do trancamento do

vínculo) como para a própria EAD (por exemplo, em caso de auditorias ou para a confecção de relatórios de aprendizagem e de acesso à plataforma).

Nome ^ / Sobrenome	Papéis	Estado
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Suspense
[User Name]	Professor	Ativo
[User Name]	Estudante	Ativo
[User Name]	Estudante	Suspense
[User Name]	Estudante	Ativo

Figura 23 – Tela do Moodle destacando dois vínculos de alunos a uma turma que foram suspensos através da segunda sincronização.

Por fim, a terceira e última etapa do teste envolveu a execução de uma outra integração no mesmo Moodle local, dessa vez relativa ao período 2021.2, de forma a reproduzir o que ocorre atualmente na SEAD, onde os dois períodos de cada ano letivo dos cursos UAB ocorrem em uma mesma instância do Moodle. Assim como nas etapas anteriores, a execução do sistema de integração transcorreu sem problemas nem erros.

Na Figura 24 é mostrada uma tela do Moodle com as categorias 2021.1 e 2021.2, dentro das quais as turmas dos respectivos períodos foram inseridas automaticamente pela sincronização. Vale atentar que foram sincronizadas 289 turmas do período 2021.1 e 266 do período 2021.2, totalizando 555 turmas, o que corresponde exatamente à quantidade total de turmas inseridas no banco de testes do SGA.

6.2 Avaliação da ARIAS: Discussão sobre a Eficácia do Sistema de Integração AVA-SGA para a SEAD/UFPB

A implementação de uma solução de integração AVA-SGA baseada na ARIAS para a SEAD/UFPB, e a subsequente execução bem sucedida das três etapas do teste proposto, demonstraram a viabilidade de utilizar o artefato construído na solução de uma instância do problema, em conformidade com as diretrizes da Atividade 4 (Demonstração) da metodologia DSRM, que orienta este trabalho.



Figura 24 – Tela do Moodle com as categorias 2021.1 e 2021.2 nas quais foram inseridas as turmas via sincronização.

É importante destacar que esta versão do sistema de integração AVA-SGA desenvolvido para a SEAD/UFPB foi apresentada a pessoas-chave do setor, incluindo a membros da Coordenação de Tecnologia da Informação e à Superintendente. Após algumas considerações sobre a solução e sugestões de direcionamento, foi concedida aprovação para dar continuidade à construção da segunda versão do sistema, que eventualmente será implantada no ambiente de produção da SEAD.

Uma das formas de realizar a Atividade 5 (Avaliação) da DSRM envolve comparar as funcionalidades do artefato implementado com os objetivos da solução (Atividade 2) (PEFFERS et al., 2007). Vale lembrar que o objetivo da ARIAS, definido na Seção 3.1.2, é auxiliar as equipes de TI das IEs na construção de soluções de integração AVA-SGA adaptáveis às realidades sociotécnicas de suas instituições.

Ou seja, partindo do objetivo delineado, um atributo central da ARIAS deve ser a adaptabilidade, tanto no que diz respeito às diferentes formas com que as IEs constroem e organizam sua infraestrutura de AVAs e SGAs, como também flexível às mudanças de infraestrutura que frequentemente ocorrem dentro das próprias IEs ao longo do tempo. Foi dito no início deste capítulo que dois novos projetos de cursos EAD estão previstos para iniciar no segundo semestre de 2022 no âmbito da SEAD. É esperado que cada projeto tenha um Moodle próprio para a realização das atividades acadêmicas. Como os dados desses cursos residirão no SIGAA da UFPB, será necessária a integração entre o referido SGA e as duas instâncias do Moodle que serão instaladas.

A integração AVA-SGA atual da SEAD, embora esteja funcionando adequadamente para a infraestrutura corrente de sistemas do setor, não suporta alterações ou acréscimos na constelação de AVAs e, conseqüentemente, não poderá atender aos projetos vindouros supracitados nem, com efeito, a quaisquer outras mudanças que porventura sejam empreendidas pela superintendência. Através de sua estrutura modular, adaptável e orientada a serviços, a nova solução baseada na ARIAS permite o acréscimo rápido de outros AVAs às rotinas de integração, em conformidade com o objetivo designado para o artefato.

7 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma arquitetura de referência para a integração de ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) com sistemas de gestão acadêmica (SGAs) no âmbito das instituições de ensino (IEs), denominada ARIAS. Seu projeto e desenvolvimento foram concretizados através de uma pesquisa na abordagem *Design Science Research* (DSR), paradigma que orienta e legitima a construção de artefatos tecnológicos como meio de produzir conhecimento científico.

Em particular, a metodologia utilizada para a condução desta pesquisa do tipo DSR foi a *Design Science Research Methodology* (DSRM), que especifica um modelo de processo composto por seis atividades sequenciais e iterativas (PEFFERS et al., 2007). Como parte da primeira atividade – na qual é necessário definir o problema de pesquisa e justificar o valor de uma solução para resolvê-lo –, foi realizado um estudo exploratório do campo com o propósito de investigar e compreender em profundidade como a problemática da integração AVA-SGA vem sendo enfrentada, na prática, pelas IEs. Para esse estudo, foi utilizada uma abordagem que considerou dados quantitativos e qualitativos e na qual foram triangulados os resultados provenientes de uma revisão da literatura; de um levantamento baseado em questionário voltado a IEs nacionais de variados perfis demográficos; de entrevistas; e da experiência profissional deste autor com integração AVA-SGA no âmbito de uma universidade federal pública brasileira.

Os resultados obtidos pelo estudo exploratório indicam que a problemática da integração AVA-SGA é bastante concreta nas realidades das IEs. Além disso, os desafios enfrentados pelas equipes de TI não se limitam apenas a dificuldades de natureza tecnológica, mas também exorbitam de forma significativa em percalços administrativos, burocráticos, de comunicação intersetorial e de recursos humanos que se fazem presentes nas IEs. Além disso, embora tão ou mais presentes que os obstáculos tecnológicos, a revisão bibliográfica indicou que os fatores não-tecnológicos não são devidamente considerados por outros trabalhos que tratam de integração AVA-SGA.

Orientando-se pelos resultados do estudo exploratório do campo, foi projetada e desenvolvida a ARIAS, que, através da definição dos conceitos e da especificação de uma série de componentes e aspectos, tem o propósito de auxiliar as equipes de TI na construção de soluções de integração AVA-SGA adaptáveis às realidades de suas IEs. Após a construção da arquitetura, foi realizada, ainda como parte dos passos metodológicos da DSRM, uma demonstração da viabilidade do artefato e uma avaliação de sua eficácia através de uma prova de conceito, na qual uma primeira versão de um sistema de integração baseado na ARIAS foi construído para a Superintendência de Educação a Distância (SEAD) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

É oportuno aqui lembrar que embora mais de um terço das IEs participantes do levanta-

mento não tenham uma solução de integração AVA-SGA, a maior parte delas consideram-na indispensável para melhorar os processos e as rotinas de gestão da EAD. Além disso, entre as instituições que têm alguma solução de integração, mais de 90% delas relataram que foi necessário construí-la por conta própria.

Na prática, essas informações – somadas com as respostas abertas aos questionários, com o conteúdo das entrevistas, com a experiência de integração deste autor e com os relatos encontrados nos trabalhos da revisão da literatura – não apenas demonstram que muitas IEs tiveram e continuam tendo dificuldades em construir integrações AVA-SGA como apontam a existência de um grande contingente de pessoas nas IEs que, por não haver integração, ainda estão alocadas na realização de tarefas manuais, morosas e repetitivas, mas que poderiam dedicar-se a demandas e atividades mais produtivas caso houvesse a automatização da integração AVA-SGA.

Portanto, espera-se que, em linha com o objetivo definido para o artefato, a arquitetura desenvolvida por este projeto auxilie as instituições de ensino na elaboração de suas soluções de integração AVA-SGA.

7.1 Trabalhos Futuros

Como parte da Atividade 6 da DSRM (Comunicação, mostrada na Seção 3.1.5), é válido destacar que foi produzido e aceito um artigo científico a respeito do levantamento baseado em questionário com as IEs para a *13th annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2020)*, realizada em novembro de 2020 (SERRANO; MEDEIROS; JÚNIOR, 2020).

Na quadra dos trabalhos futuros, é prevista a publicação de artigos científicos e a confecção de documentos técnicos voltados tanto à própria ARIAS – juntamente com seus componentes e aspectos – como ao processo de construção e de validação da referida arquitetura através do paradigma DSR e da metodologia DSRM. Ademais, contribuições acadêmicas e tecnológicas são esperadas a partir do desenvolvimento e da implantação da segunda versão do sistema de integração AVA-SGA, baseado na ARIAS, que substituirá a integração atual da SEAD/UFPB.

Por fim, também serão buscadas parcerias e colaborações com outras IEs que ainda não tenham soluções próprias para viabilizar a construção de sistemas de integração AVA-SGA baseados na ARIAS nesses ambientes. Demonstrar a utilidade da ARIAS através de sua implementação em outras realidades institucionais poderá validá-la ainda mais como artefato tecnológico, além de potencialmente trazer novas ideias e dados que poderão servir de insumo para melhorias incrementais da arquitetura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. E. B. d. Tecnologia e educação a distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem. *Reunião anual da Anped*, v. 26, 2003. Citado na página 20.
- ALVES, L. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 10, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 20.
- BARATA, R. et al. Open apis in information systems for higher education. In: *20th EUNIS Congress, Johan Bergström (Ed.). Umeå, Sweden*. [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 17.
- BARBOSA, A. P.; FORNAZIN, M.; SANTOS, R. Cidades inteligentes: Uma arquitetura de referência para sistemas de informação baseada na perspectiva social. In: SBC. *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. [S.l.], 2021. p. 98–102. Citado na página 42.
- BJELJAC, P.; ZEČEVIĆ, I.; PERIŠIĆ, B. Integrating learning management system and faculty information system-service oriented approach. In: IEEE. *2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. [S.l.], 2015. p. 773–777. Citado 5 vezes nas páginas 22, 24, 46, 57 e 59.
- CARVALHO, R. S. et al. Integração entre o sistema de gestão acadêmica e o sistema de gestão da aprendizagem: identificando necessidades e prototipando requisitos favoráveis a prática docente. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 4, n. 1, p. 81–91, 2012. Citado na página 23.
- CONTE, T.; CABRAL, R.; TRAVASSOS, G. H. Aplicando grounded theory na análise qualitativa de um estudo de observação em engenharia de software—um relato de experiência. In: SN. *V Workshop "Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software" (WOSES 2009)*. [S.l.], 2009. v. 1, p. 26–37. Citado na página 30.
- EL-BAKRY, H. M. et al. E-learning and management information systems for e-universities. In: WSEAS. *WSEAS International Conference. Proceedings. Recent Advances in Computer Engineering*. [S.l.], 2009. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 23.
- EL-GHAREEB, H. A. E-learning and management information systems: Universities need both. *eLearn*, ACM New York, NY, USA, v. 2009, n. 9, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- EULÁLIO, A. D.; SOUZA, R. de; DINIZ, J. R. Integration of learning management systems with academic management systems using cloud computing. In: IEEE. *2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*. [S.l.], 2016. p. 1–4. Citado na página 24.
- FURTADO, U. de M.; LIMA, R. W. de; FARIAS, A. M. G. de. Modelo de integração adaptável entre ambientes virtuais de aprendizagem e sistemas de gestão acadêmica baseado em arquitetura orientada a serviços. *EmRede-Revista de Educação a Distância*, v. 2, n. 2, p. 173–185, 2015. Citado na página 24.

GONZÁLEZ, M. A. C. et al. Adapting lms architecture to the soa: an architectural approach. In: IEEE. *2009 Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services*. [S.l.], 2009. p. 322–327. Citado na página 24.

GROSSKURTH, A.; GODFREY, M. W. A reference architecture for web browsers. In: IEEE. *21st IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM'05)*. [S.l.], 2005. p. 661–664. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 42.

HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. *Scandinavian journal of information systems*, v. 19, n. 2, p. 4, 2007. Citado na página 27.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. *MIS quarterly*, JSTOR, p. 75–105, 2004. Citado na página 26.

HODA, R.; NOBLE, J.; MARSHALL, S. Developing a grounded theory to explain the practices of self-organizing agile teams. *Empirical Software Engineering*, Springer, v. 17, n. 6, p. 609–639, 2012. Citado na página 30.

JUNIOR, J. M. de O.; CORREA, L. P. do N.; FONSECA, L. C. C. Integração do moodle com sistema de gestão acadêmica. 2018. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 59.

KARLSSON, L. et al. Requirements engineering challenges in market-driven software development—an interview study with practitioners. *Information and Software technology*, Elsevier, v. 49, n. 6, p. 588–604, 2007. Citado na página 30.

LEAL, J. P.; QUEIRÓS, R. A comparative study on lms interoperability. In: *Virtual Learning Environments: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*. [S.l.]: IGI Global, 2012. p. 1613–1630. Citado 5 vezes nas páginas 17, 20, 21, 22 e 23.

LUCENA, K. T. et al. Uma arquitetura de agente rbc baseada em ontologias para suporte a ead. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 1537. Citado na página 15.

MOLINS, J.; BUSQUIEL, J. Sigma aie offers to facultat pere tarres the moodle learning platform, integrated with academic management system for teachers in software as a service (saas). *INTED2014 Proceedings, IATED*, p. 5760–5765, 2014. Citado na página 24.

MOURA, R.; BERNARDINO, J. Um modelo para a integração de serviços: Moodle e sistemas de gestão acadêmica. *RISTI: Iberian Journal on Information Systems & Technologies/Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, n. 5, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 21.

MOURA, R.; BERNARDINO, J. Integration moodle and academics systems. In: IEEE. *6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011)*. [S.l.], 2011. p. 1–6. Citado 4 vezes nas páginas 15, 17, 22 e 24.

MULLER, G. A reference architecture primer. *Eindhoven Univ. of Techn., Eindhoven, White paper*, 2008. Citado na página 42.

PALVIA, S. et al. *Online education: Worldwide status, challenges, trends, and implications*. [S.l.]: Taylor & Francis, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 15, 17 e 20.

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007. Citado 6 vezes nas páginas 26, 27, 31, 32, 71 e 72.

PIMENTEL, M.; FILIPPO, D.; SANTORO, F. M. Design science research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa*. Porto Alegre: SBC, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.

SERRANO, R.; MEDEIROS, F.; JÚNIOR, J. Integration of virtual learning environments and academic management systems: An exploratory study in brazilian higher education institutions. In: *ICERI2020 Proceedings*. IATED, 2020. (13th annual International Conference of Education, Research and Innovation), p. 9868–9873. ISBN 978-84-09-24232-0. ISSN 2340-1095. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21125/iceri.2020.2215>>. Citado na página 73.

SILVA, C. A. B. d. *Arquitetura Empresarial: um estudo de caso sobre a integração entre a Plataforma Moodle e o SIGAA na UFRN*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012. Citado na página 24.

SIMON, H. A. *The sciences of the artificial*. The MIT Press, 1969. Citado na página 26.

VASCONCELOS, A. et al. An information system architectural framework for enterprise application integration. In: IEEE. *37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2004. Proceedings of the*. [S.l.], 2004. p. 9–pp. Citado na página 22.

Apêndices

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE INTEGRAÇÃO ENTRE O AVA E O SGA EM INSTITUIÇÕES

Questionário sobre a integração entre ambientes virtuais de aprendizagem e sistemas de gestão acadêmica em instituições de ensino superior

Este instrumento tem o propósito de coletar informações sobre como as instituições de ensino superior com cursos de educação a distância (EAD) realizam a integração entre os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) e os sistemas de gestão acadêmica e administrativa (SGA). O objetivo é fazer um levantamento sobre se e como as instituições estão realizando a integração entre esses sistemas; quais as dificuldades e os desafios de integração que as instituições enfrentam; e quais os prováveis benefícios trazidos pela construção de um modelo mais eficiente de integração.

Neste questionário, a expressão "integração AVA-SGA" significa a forma como esses sistemas se comunicam e trocam dados entre si, seja de maneira automatizada (sistemas, rotinas de software etc.) ou não (cadastro manual, uso de arquivos de carga para importar e exportar dados entre os sistemas etc.).

Alguns exemplos de integração AVA-SGA são: cadastro de usuários no AVA a partir dos dados do SGA, vinculação de alunos, professores e tutores nas turmas virtuais do AVA a partir dos dados de matrícula do SGA, envio das notas das turmas do AVA para o SGA, composição de dados de dois ou mais sistemas para produção de relatórios e análises, dentre outros.

Observação: Caso sinta dificuldade em responder ao questionário, por favor, repasse-o para o analista do setor de tecnologia da informação (TI) responsável pela EAD de sua instituição.

***Obrigatório**

1. Quantos cursos na modalidade EAD sua instituição oferece atualmente?

Sua resposta _____

2. Quantos polos de EAD sua instituição possui atualmente?

Sua resposta _____

3. Quantos alunos ativos sua instituição possui atualmente na modalidade EAD?

- Menos de 1000 alunos
- Entre 1000 e 4999 alunos
- Entre 5000 e 9999 alunos
- 10 mil alunos ou mais

4. Como está organizada a equipe de TI da EAD da sua instituição?

- O setor de EAD tem uma equipe própria de TI
- O setor de EAD não tem uma equipe própria de TI, mas é atendida por um setor de TI da instituição
- Outro: _____

5. Qual o tamanho (quantidade de pessoas) da equipe de TI da EAD de sua instituição (aproximadamente)?

Sua resposta _____

6. Quais ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) são utilizados pelos cursos de EAD da sua instituição? Exemplo: Moodle, Blackboard, Google Classroom etc.

*

Sua resposta _____

7. Quais sistemas de gestão acadêmica e administrativa (SGA) são utilizados por sua instituição? Exemplo: SIGAA, SUAP, Q-Acadêmico etc. *

Sua resposta _____

8. Existe alguma integração automatizada AVA-SGA da sua instituição? *

- Não, os sistemas são bastante ou totalmente isolados
- Sim, alguns processos são feitos de maneira automatizada
- Sim, a maioria ou todos os processos são feitos de maneira automatizada

9. Marque quais dos processos abaixo são realizados de forma automatizada via integração AVA-SGA institucionais: *

- * Não há integração automatizada *
- Cadastro de alunos, professores e/ou tutores no AVA
- Atualização de dados de alunos, professores e/ou tutores no AVA
- Cadastro de turmas virtuais no AVA
- Cadastro de grupos das turmas no AVA
- Vinculação de alunos, professores e/ou tutores nas turmas virtuais no AVA
- Remoção ou suspensão de alunos, professores e/ou tutores do AVA
- Desvinculação de alunos, tutores e/ou professores das turmas virtuais do AVA
- Envio das notas das turmas do AVA para o SGA
- Consulta de dados de ambos os sistemas para produção de relatórios e análises
- Outro: _____

10. Como foi feita a integração automatizada AVA-SGA? *

- Não há integração automatizada
- Os AVA e SGA já vieram com uma solução própria de integração
- A equipe de TI da instituição ou do setor de EAD desenvolveu a solução de integração
- Outro: _____

11. Selecione as tecnologias e ferramentas desenvolvidas ou utilizadas para realizar a integração automatizada AVA-SGA: *

- * Não há integração automatizada ou não sei informar quais as tecnologias e ferramentas *
- Service-oriented architecture (SOA)
- Scripts de servidor
- Plug-ins para o AVA
- Web services (REST, SOAP etc)
- Scripts de banco de dados
- Software ou camada de integração
- Outro: _____

12. No meu contexto institucional, considero indispensável a automatização da integração AVA-SGA: *

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não discordo nem concordo
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

13. Considero a solução de integração AVA-SGA da minha instituição replicável em outra instituição: *

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não discordo nem concordo
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

14. Quais os maiores benefícios que sua instituição obteve devido à integração automatizada AVA-SGA? *

Sua resposta

15. Quais as maiores dificuldades enfrentadas por sua instituição para viabilizar a integração automatizada AVA-SGA? *

Sua resposta

16. Escreva qualquer outra informação ou pensamento que considerar relevante com relação à integração AVA-SGA no âmbito de sua instituição.

Sua resposta

Próxima

Seus dados

Qual a instituição em que você trabalha?

Sua resposta _____

Qual o seu cargo ou função na instituição?

Sua resposta _____

Qual a sua experiência no cargo ou função que exerce?

Sua resposta _____

Seu nome:

Sua resposta _____

Seu e-mail:

Sua resposta _____

Seu telefone:

Sua resposta _____

Não autorizo que os autores deste questionário entrem em contato comigo para assuntos sobre a pesquisa:

Não autorizo

[Voltar](#) [Enviar](#)

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA EM PORTUGUÊS SOBRE INTEGRAÇÃO ENTRE AVA E SGA EM INSTITUIÇÕES

INÍCIO

Primeira Parte: Perguntas de Contexto e *Background*

1. Fale sobre sua experiência em educação a distância.
2. Qual seu papel atual na instituição?
3. Você pode falar um pouco sobre como funciona a educação a distância na sua instituição? (Fale um pouco sobre as diferentes modalidades de aprendizagem a distância oferecidas: presencial com atividades online adicionais, blended learning, aprendizagem totalmente a distância).
4. Quantos cursos sua instituição oferece dentro dessas modalidades?
5. Quantos alunos ativos estão matriculados nesses cursos?

Segunda Parte: Perguntas sobre os Sistemas Utilizados

6. Você poderia falar sobre o sistema de gestão acadêmica (SGA) adotado por esta instituição?
7. Você poderia elencar as tecnologias usadas na educação a distância em sua instituição?
8. Quantos e quais ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) são usados para gerenciar os cursos?
9. Quantos e quais sistemas de informação, além dos AVAs, são usados por sua instituição para apoiar as atividades de educação a distância?

Terceira Parte: Perguntas sobre a Integração entre os Sistemas

10. Há alguma forma de integração, comunicação ou interoperabilidade entre os ambientes virtuais de aprendizagem e os outros sistemas de gestão?
11. Se a resposta à pergunta 10 for “sim”:
 - 11.1. Como funciona a integração?
 - 11.2. Que aspectos você considera que poderia melhorar na integração?
 - 11.3. Quais soluções e *features* de software existem?
 - 11.4. Como foram desenvolvidas as soluções e *features* existentes?
 - 11.5. Existem *features* não desenvolvidas que você considera importantes?
12. Se a resposta à pergunta 10 for “não”:

12.1. Por que não há integração?

FIM

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA EM INGLÊS SOBRE INTEGRAÇÃO ENTRE AVA E SGA EM INSTITUIÇÕES

START

Part One: Context and background questions

1. Tell me about your experience in distance education.
2. What is your current role in the institution?
3. Could you talk a little about how distance education works in your institution? (Talk a little about different modalities of distance learning offered: face-to-face with additional online activities, blended learning, full distance learning).
4. Which types of higher education courses with distance online content are offered by your institution? Ex.: Face-to-face with additional online activities, blended learning, fully distance learning.
5. How many courses does your institution offer within these types?
6. How many active students are enrolled in these courses?

Part Two: Questions about the systems used

7. Tell me a bit about the technologies used in distance education.
8. What about technologies related specifically to management?
9. How many and which virtual learning environments (VLE) are used to run the courses?
10. How many and which information systems apart from VLEs are used by your institution?

Part Three: Questions about systems integration

11. Is there any form of integration, communication or interoperability between VLEs and other management systems?
12. If the answer to question 11 is "yes":
 - 12.1. How does the integration work?
 - 12.2. What aspects do you think could improve integration?
 - 12.3. What software solutions and features are there?
 - 12.4. How were existing solutions and features developed?
 - 12.5. Are there undeveloped features that you consider to be important?

13. If the answer to question 11 is "no":

13.1. Why is there no integration?

END