Desafios na Segurança de Avaliações on-line em Ambientes Virtuais de Aprendizado: um Estudo de Caso no AVA-UFMS

Libero Passador Neto

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FACOM-UFMS

Data de Depósito:

Assinatura:_____

Libero Passador Neto

Orientador: *Prof. Dr. Marcelo Augusto Santos Turine*
Profissional Consultor: *Prof. MSc. Hercules da Costa Sandim*

Dissertação apresentada à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - FACOM-UFMS como parte dos requisitos necessários à obtenção para do título em Mestre em Computação Aplicada.

UFMS - Campo Grande
Setembro de 2024

Aos meus pais,
Libero e Suzi,

Às minhas irmãs,
Lorena e Lara,

À Aila Christy.

"The greatest danger for most of us is not that our aim is too high and we miss it, but that it is too low and we reach it." - Michelangelo

Abstract

Higher Education Institutions (HEIs) have experienced significant growth in adopting Distance Education (DE) and Distance Learning (DL), driven by the Covid-19 pandemic. This emerging scenario poses critical challenges and when digital technologies are used to supervise students, teachers and tutors adjust their practices to improve their presence in the teaching-learning process, in order to regard the security and integrity of on-line assessments. The main objective of this study was to investigate and develop a systematic approach to ensure the security and integrity of on-line evaluations conducted in the Virtual Learning Environment (VLE), web-based platform for digital courses at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), hereafter referred to as VLE-UFMS. To achieve this goal, a literature review was conducted to identify currently implemented security mechanisms and practices in VLEs, particularly, on-line academic supervision tools. Based on this review, an adaptable strategy was proposed, designed to integrate the specific needs of UFMS and potentially applicable to other HEIs using similar platforms. After case studies monitored at AVA-UFMS, the expected final outcome was the development of an integrated model in VLE-UFMS that incorporates existing open source software solutions, aiming to guarantee the safe and efficient execution of on-line assessments. This proposal guarantees greater security and efficiency in on-line assessments in the VLE.

Resumo

Nos últimos anos, há um crescente aumento de cursos na modalidade de ensino de Educação à Distância - EaD nas Instituições de Ensino Superior - IES, impulsionadas pela pandemia da Covid-19 e pelas novas tecnologias de informação e comunicação. Esse cenário apresenta desafios, especialmente relacionados à segurança e integridade das avaliações de aprendizagem *on-line*. O presente trabalho tem como objetivo principal investigar, desenvolver e propor um método sistemático para assegurar a segurança e a integridade das avaliações *on-line* no Ambiente Virtual de Aprendizagem - AVA da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS intitulado AVA-UFMS. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma revisão da literatura com o intuito de identificar os mecanismos e as práticas de segurança já implementados em AVAs disponíveis nacional e internacionalmente. Com base nesta revisão, foi proposto um modelo adaptável, desenhado para integrar e atender às necessidades específicas da UFMS e potencialmente aplicável a outras IES que utilizem plataformas similares. Espera-se como resultado a elaboração de um modelo integrado ao AVA-UFMS que incorpore soluções de software livre, visando garantir a realização de avaliações *on-line* de forma segura e eficiente. Após os estudos de caso monitorados no AVA-UFMS, foi proposto um modelo integrado a fim de combinar ferramentas de supervisão acadêmica *on-line* com práticas inovadoras de segurança digital, estabelecendo um equilíbrio entre a integridade das avaliações e a flexibilidade requerida pelo ensino à distância. A implementação deste modelo servirá como referência para outras instituições que enfrentam desafios similares, promovendo um ambiente de aprendizagem *on-line* mais seguro e confiável.

Sumário

Sumário vii
Lista de Figuras ix
Lista de Tabelas x
Lista de Abreviaturas x

1 Introdução **1**
1.1 Motivação 1
1.2 Objetivos 2
1.3 Organização do Texto 3

2 Revisão da Literatura **4**
2.1 Conceito e evolução da EaD 4
2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem - AVA 5
2.3 Estudo de caso: AVA-UFMS 6
2.4 Segurança e Confiabilidade nas Avaliações *on-line* 7
2.5 Programas de Supervisão Remota 11

3 Proposta da Abordagem para Segurança das Avaliações *on-line* **14**
3.1 Introdução 14
3.2 Fase 1: Revisão de Programas de Supervisão Remota em AVA-Moodle 15
3.3 Fase 2: Elaboração da Tabela Comparativa 19
3.4 Fase 3: Testes Experimentais 19

4 Resultados do Modelo Proposto **21**
4.1 Introdução 21
4.2 Resultados da Fase 1: Revisão dos Programas de Supervisão Remota em AVAs Moodle 21
4.2.1 Programas Internos ao Repositório Moodle 21
4.2.2 Programas Externos ao Repositório Moodle 25
4.3 Resultados da Fase 2: Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota 34

4.4 Resultados da Fase 3: Testes Experimentais 42
4.4.1 Testes: Moodle Proctoring 44
4.4.2 Testes: SEB 49
4.5 Proposta de Programa de Supervisão Remota para o AVA-UFMS . 50

5 Implementação e Avaliação do Uso do Moodle Proctoring no AVA-UFMS 52
5.1 Introdução 52
5.2 Objetivo do Teste Piloto 52
5.3 Metodologia - Estudo de Caso 53
5.3.1 Etapa 1: Instalação e Configuração do *plugin* Moodle Proctoring no AVA-UFMS 53
5.3.2 Etapa 2: Identificação de Pré-Requisitos para a Eficácia do Estudo de Caso 54
5.3.3 Etapa 3: Seleção e Contato com Docentes 54
5.3.4 Etapa 4: Execução do Teste Piloto e Análise de Dados . . . 54
5.3.5 Etapa 1: Configuração e Coleta de Dados Iniciais 56
5.3.6 Etapa 2: Aplicação e Monitoramento do Estudo de Caso . . 56
5.4 Etapa 3: Análise dos Dados Coletados 57
5.5 Estimativa de Investimentos 61
5.5.1 Custos de Armazenamento 63
5.5.2 Custos de Reconhecimento Facial 64
5.5.3 Custo Total 67

6 Conclusões e Trabalhos Futuros 72
6.1 Conclusões 72
6.1.1 Conclusões por Objetivos Específicos 73
6.2 Trabalhos Futuros 78

7 Apêndice 80

Referências 87

Lista de Figuras

2.1 Monitoramento Contínuo baseado em [37], p.8. 9

3.1 Visão geral da abordagem, destacando as três fases principais e suas inter-relações. 15
3.2 Fluxograma ilustrando os passos realizados durante a Fase 1 da abordagem. 18
3.3 Ilustração da Fase 2 da abordagem, destacando os resultados obtidos. 19
3.4 Fluxograma detalhando as etapas e procedimentos da Fase 3 do projeto, incluindo a execução dos testes experimentais, análise dos resultados, e sugestão de um modelo para implementação no Ambiente Virtual de Aprendizagem da UFMS (AVA-UFMS). 20

4.1 Fluxograma dos Resultados da Fase 1 para os Programas Internos ao Repositório Moodle. 22
4.2 Lista dos 32 programas de supervisão remota selecionados a partir do G2 e Capterra. 27
4.3 Modelo de *e-mail* utilizado para contato com as empresas. 28
4.4 Fluxograma dos Resultados da Fase 1 para os Programas Externos ao Repositório Moodle. 29
4.5 Configuração da AWS Rekognition mostrando as credenciais utilizadas. 44
4.6 Processo de *upload* da imagem do estudante. 44
4.7 Configuração necessária para ativar o *plugin* Moodle Proctoring. . 45
4.8 Etapa pré-avaliação, em que o estudante concorda que será supervisionado via *webcam* e que suas imagens serão armazenadas. 46
4.9 Exemplo de supervisionamento via *webcam* do estudante durante a avaliação *on-line*. 47

4.10 Alerta informando o estudante sobre um problema detectado na captura de imagem via *webcam* durante a realização de uma avaliação *on-line*. 47
4.11 Informações de supervisionamento pós-avaliação. 47
4.12 Imagens salvas do estudante durante a avaliação *on-line*. 48
4.13 Imagem selecionada do estudante para ser analisada. 48
4.14 Configurações de Navegador (*Browser*) da ferramenta Safe Exam Browser (SEB) Configuration Tool. 49
4.15 Configurações de comandos de teclado e mouse (*Hooked Keys*) da ferramenta SEB Configuration Tool. 50

5.1 Página inicial da disciplina de Computação Distribuída no AVA-UFMS. 55
5.2 Atividade para envio da foto dos estudantes. 56
5.3 Atividade para avaliação *on-line* no AVA-UFMS. 57
5.4 Relatório obtido pelo *plugin* após a finalização do teste piloto. Os nomes e endereços de *e-mail* foram ocultados para preservar a privacidade dos estudantes. 58
5.5 Imagens capturadas referente ao Estudante 1. 59
5.6 Imagens capturadas referente ao Estudante 2. 59
5.7 Imagens capturadas referente ao Estudante 3. 59
5.8 Imagens capturadas referente ao Estudante 6. 60
5.9 Imagens capturadas referente ao Estudante 8. 60
5.10 Imagens capturadas referente ao Estudante 10. 61
5.11 Código do *Script* em Python utilizado para calcular o tamanho médio das imagens em formato *.png* 62
5.12 Gráfico da projeção de custos de armazenamento para avaliações mensais. 65
5.13 *Script* em Python responsável por gerar o gráfico mostrado na Figura 5.12. 65
5.14 *Script* em Python responsável por gerar a Tabela 5.3 67
5.15 Gráfico, em escala logarítmica, da projeção de custos de reconhecimento facial para avaliações mensais. 68
5.16 *Script* em Python responsável por gerar o gráfico mostrado na Figura 5.15 e pela Tabela 5.4 70
5.17 Gráfico, em escala logarítmica, da projeção de custo total para avaliações mensais. 71
5.18 *Script* em Python responsável por gerar o gráfico mostrado na Figura 5.17. 71

Lista de Tabelas

4.1 Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota . 38
4.2 Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota . 38
4.3 Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota . 39
4.4 Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota . 39

5.1 Dados obtidos a partir do relatório do *plugin* Moodle Proctoring após o término do teste piloto. 58
5.2 Preços do AWS Rekognition para processamento de imagens retirados de [48]. 63
5.3 Relação entre o número de avaliações e o custo mensal para o armazenamento de imagens 66
5.4 Relação entre imagens por mês, em notação científica, e custo mensal, em reais, para processamento de dados de reconhecimento facial utilizando o AWS Rekognition. 67
5.5 Relação entre o número de avaliações e os custos mensais em reais (R$). 69

Lista de Abreviaturas

AGEAD-UFMS Agência de Educação Digital e a Distância da UFMS

AP Automated Proctoring - Supervisão Automatizada

AVA Ambiente Virtual de Aprendizagem

AVA-Moodle Ambiente Virtual de Aprendizagem baseado no *Moodle*

AVA-UFMS Ambiente Virtual de Aprendizagem da UFMS

AWS Amazon Web Services

EaD Educação a Distância

GDPR General Data Protection Regulation

IES Instituições de Ensino Superior

INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LGPD Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

LIA-UFMS Laboratório de Inteligência Artificial da UFMS

LMS Learning Management System

LP Live Proctoring - Supervisão ao Vivo

OLP Proctoring Program ou On-line Proctoring Program

RP Recorded Proctoring - Supervisão Gravada

SEB Safe Exam Browser

TIC Tecnologia da Informação e Comunicações

UFMS Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

IIITK Indian Institute of Information Technology, Kottayam

AGC Australian Global College

BBC Big Blue Communications

UP University of Porto

Unisa University of South Africa

UAb Universidade Aberta - Portugal

PNG Portable Network Graphics

CAPÍTULO

1

Introdução

1.1 Motivação

Nos últimos anos, as Instituições de Ensino Superior (IES) estão em processo permanente de transformações digitais, especialmente com a adoção da Educação à Distância (Educação a Distância (EaD)) e da Inteligência Artificial. Tais transformações foram aceleradas pela pandemia da Covid-19, que impôs restrições à educação presencial e catalisou uma mudança global para uma educação *on-line*. Consequentemente, surgiram desafios no que se refere à segurança e à integridade dos processos de avaliações *on-line*.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) foi uma das 69 Universidades Federais do Brasil que não paralisou suas atividades de ensino, pesquisa e extensão durante a pandemia da Covid-19. Implantou um modelo de transição educacional ágil e eficiente por meio da formação dos professores, tutores e estudantes em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) denominado AVA-UFMS. Assim, atendeu os dois grandes direitos constitucionais brasileiros: continuar oferecendo um educação de qualidade e garantir a saúde da sua comunidade universitária. Entretanto, tornou-se imperativo assegurar que as avaliações realizadas neste ambiente sejam seguras e integrais, protegendo tanto a integridade acadêmica quanto a privacidade e os dados dos estudantes.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal investigar e desenvolver uma abordagem para reforçar a segurança e a integridade das avaliações *on-line* no AVA-UFMS, evitando as más condutas de estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Para alcançar este objetivo, é

realizada uma revisão da literatura a fim de compreender as práticas e os mecanismos de segurança em uso em ambientes virtuais de aprendizagem. O foco está em identificar estratégias e ferramentas educacionais e tecnológicas que possam ser implementadas no AVA-UFMS, considerando suas necessidades e especificidades.

A metodologia adotada neste trabalho é baseada em uma abordagem analítica e comparativa, que permite a identificação de soluções inovadoras e eficientes. A revisão da literatura deverá revelar e explicar várias práticas e mecanismos de segurança que já foram implementados em outros contextos, oferecendo um caminho para a formulação de uma estratégia adaptável para a UFMS.

O resultado esperado deste trabalho de mestrado é a elaboração de um modelo integrado para o AVA-UFMS, que utilize soluções de *software* livre e código aberto. Espera-se que este modelo não apenas garanta a realização segura e eficiente das avaliações *on-line*, mas também sirva como um exemplo viável de supervisão acadêmica remota para outras instituições que enfrentam desafios semelhantes em seus próprios ambientes de aprendizagem virtual. A implementação deste modelo visa fortalecer a confiabilidade das avaliações *on-line*, garantindo a qualidade na formação acadêmica e a integridade no processo educacional.

1.2 Objetivos

Objetivo Geral

Propor um modelo de integração de ferramentas de supervisão acadêmica remota no AVA-UFMS a fim de incrementar a segurança e a confiabilidade nos processos avaliativos *on-line* da Universidade.

Objetivos específicos

1. Investigar o estado da arte de programas e ferramentas de supervisão remota compatíveis com Ambiente Virtual de Aprendizagem baseado no *Moodle* (AVA-Moodle);

2. Identificar, dentre os programas analisados, aqueles que atendem aos requisitos de avaliação estabelecidos pela UFMS;

3. Testar e analisar as funcionalidades dos programas selecionados no ambiente de homologação do AVA-UFMS;

4. Conduzir um estudo de caso - teste piloto no AVA-UFMS utilizando um dos programas de supervisão remota escolhidos após a realização dos

testes; e

5. Analisar, comparativamente, os resultados obtidos, identificando possíveis pontos de melhoria e propor um modelo de programa de supervisão acadêmica *on-line* para futura implementação no AVA-UFMS.

1.3 Organização do Texto

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, cada um abordando aspectos fundamentais da pesquisa realizada. No Capítulo 1, são discutidas as tendências e as motivações que orientam este estudo, seguidas pela definição dos objetivos e a própria organização do texto.

O Capítulo 2 é dedicado à revisão da literatura, apresentando os conceitos e a evolução da Educação a Distância (EaD), os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), com um estudo de caso focado no AVA da UFMS. Além disso, as questões de segurança e confiabilidade nas avaliações *on-line* e os programas de supervisão remota existentes são discutidos.

No Capítulo 3 é apresentada a proposta da abordagem para a segurança das avaliações *on-line*. A abordagem é subdividida em três fases: (1) revisão de programas de supervisão remota em AVAs Moodle, (2) elaboração de uma tabela comparativa desses programas e (3) realização de testes experimentais.

No Capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados parciais e conclusões da proposta de trabalho. São compartilhados os resultados obtidos nas três fases da pesquisa e proposto um modelo com integração de ferramentas para um programa de supervisão remota específico para o AVA da UFMS.

No Capítulo 5 são apresentados os procedimentos para a implementação do estudo de caso direcionado como um teste piloto, sendo que os dados coletados são utilizados para avaliar a eficiência e o custo da proposta.

Por fim, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros para continuidade da presente pesquisa.

CAPÍTULO

2

Revisão da Literatura

2.1 Conceito e evolução da EaD

O modelo de ensino por meio da Educação a Distância (EaD) é concebido para assegurar um processo de ensino-aprendizagem eficiente e de qualidade, superando as barreiras geográficas. Para alcançar suas finalidades, a EaD faz uso intensivo das Tecnologias da Informação e Comunicação (Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC)s), que constituem um arsenal de recursos tecnológicos integrados e orientados para fins educacionais [43].

Para que uma modalidade de ensino seja considerada Educação a Distância (EaD), é imprescindível que haja suporte tutorial e uma distribuição adequada de carga horária entre atividades que empregam diversos recursos midiáticos. Esses recursos são essenciais para atender aos objetivos da proposta pedagógica [4]. Além disso, a EaD se destaca por sua estrutura didático-pedagógica, que se baseia na flexibilidade temporal, abrangendo modalidades síncronas e assíncronas para fomentar uma interação efetiva entre estudantes, professores e tutores [10].

Conforme dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)), observou-se um incremento de 378,9% no número de matrículas em EaD de 2009 a 2019 [26]. Este incremento sinaliza que, mesmo antes da pandemia do COVID-19, a EaD se estabelecia como uma tendência em ascensão no cenário educacional do Brasil e no mundo. A pandemia, por sua vez, ampliou a relevância desta modalidade, diante da necessidade de manter o distanciamento social e a educação nas suas diferentes modalidades.

Dessa forma, torna-se essencial reconhecer a interconexão entre a EaD e o impacto das inovações tecnológicas na educação moderna. Ainda que determinados segmentos possam retomar as atividades presenciais, o período pós-pandêmico revela uma demanda crescente por espaços de aprendizado multidisciplinares e pela adoção de estratégias pedagógicas inovadoras apoiadas pela tecnologia [30].

2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem - AVA

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) se consolidam como plataformas tecnológicas essenciais na Educação a Distância, atuando como facilitadores na oferta de serviços educacionais, na implementação de atividades didáticas e na disponibilização de conteúdo pertinente ao processo ensino-aprendizagem [46].

Essas plataformas são amplamente adotadas por instituições na oferta de cursos de EaD, não se restringido à realização de avaliações *on-line*. Elas se caracterizam como uma central de acesso a materiais do curso, promovendo interações entre os estudantes e os tutores e oferecendo funcionalidades que enriquecem a experiência educacional a distância.

Conforme [32], os AVAs congregam várias ferramentas computacionais integradas à Internet, propiciando diversos tipos de interação e a combinação de múltiplas mídias. As funcionalidades são projetadas prioritariamente para fomentar a colaboração e a comunicação entre estudantes e docentes, beneficiando o processo ensino-aprendizagem.

As ferramentas dos AVAs podem ser categorizadas para:

1. interação síncrona ou assíncrona, incluindo chat, mensageiro instantâneo, webconferência, *email* e fórum;

2. gestão de conteúdos, abarcando páginas, arquivos, pastas, links e conteúdos interativos; e

3. gestão de atividades, como questionários e tarefas que podem ser dissertativas *on-line* ou de envio de arquivos.

Nas Instituições Federais de Ensino (IFEs) no Brasil, o AVA comumente utilizado é baseado no *Moodle*, um *software* de código aberto (*Open Source*), colaborativo, aberto e gratuito, configurável para diferentes contextos educacionais. Além disto, o *Moodle* reúne uma comunidade internacional de desenvolvedores e apresenta-se como um sistema web integrado que disponibiliza um conjunto de ferramentas para interações diversas e integração de várias mídias [32].

Além do Moodle, existem outras ferramentas de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem - Learning Management System (LMS), como o *Canvas*, *Blackboard OpenLMS* e *edX* [31]. Estas plataformas apresentam particularidades e diferenças em relação ao Moodle, que incluem aspectos de personalização, interatividade, suporte a recursos multimídia e integração com outras ferramentas tecnológicas. Por exemplo, o *Canvas* é conhecido por sua interface intuitiva e capacidade de integração com uma ampla variedade de ferramentas educacionais [27]. O *Blackboard OpenLMS*, por outro lado, destaca-se pela robustez em termos de funcionalidades de avaliação e acompanhamento do progresso dos estudantes [5]. Já o *edX*, uma plataforma aberta de cursos *on-line*, é notável pelo seu vasto catálogo de cursos disponíveis e pela parceria com renomadas instituições de ensino [40]. Cada um desses sistemas oferece um conjunto único de funcionalidades que atendem a diferentes necessidades educacionais, refletindo a diversidade de abordagens no campo de EaD.

2.3 Estudo de caso: AVA-UFMS

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS adotou uma versão personalizada do *Moodle*, conhecida como AVA-UFMS, para apoiar institucionalmente a Educação a Distância. A governança desse ambiente é da Agência de Educação Digital e a Distância - Agência de Educação Digital e a Distância da UFMS (AGEAD-UFMS), orientada por instruções normativas, sendo a primeira emitida em 2019 [51] e a mais recente em 2022 [52]. Essas diretrizes asseguram atualizações regulares do sistema, que atualmente opera na versão 3.11.11 do Moodle.

No contexto da UFMS, o AVA é intensamente utilizado pelos estudantes participantes do Programa Especial de Educação Digital e Inovadora, que pode se acessado por https://www.gov.br/mec/pt-br/reunidigital/sobre-o-projeto, um programa desenvolvido em parceria com o Ministério da Educação (MEC) e pelo Governo Federal, que visa promover a expansão e a melhoria da qualidade do ensino EaD nas instituições federais de ensino superior.

Atualmente, o AVA-UFMS atende a mais de 5.000 estudantes inscritos exclusivamente em disciplinas EaD. No primeiro semestre de 2023, registrou-se a realização de cerca de 350 mil avaliações *on-line*, com a projeção de que esse número alcance 400 mil no segundo semestre de 2024 [53]. O sistema está hospedado em infraestrutura de nuvem, o que proporciona a escalabilidade necessária para suportar um volume elevado de acessos e avaliações *on-line* simultâneas.

A melhoria contínua do AVA-UFMS faz parte da política institucional, sendo

aplicável a modalidades de ensino tanto a distância quanto presenciais. Os desafios associados a EaD na UFMS são administrados pela AGEAD-UFMS, unidade que coordena as políticas de oferta de cursos e atividades que utilizam TICs para graduação, pós-graduação e programas de extensão na modalidade EaD.

2.4 Segurança e Confiabilidade nas Avaliações on-line

A segurança e a integridade das avaliações *on-line* têm sido objeto pesquisa e estudo contínuo, especialmente em resposta à expansão da EaD provocada pela pandemia de COVID-19. A má conduta acadêmica no Ambiente Virtual de Aprendizagem traz oportunidades para novas soluções de investigação científica [29, 37].

Os pesquisadores enfatizam a importância de abordar a má conduta acadêmica no contexto da aprendizagem *on-line* de maneira holística, integrando soluções tecnológicas e pedagógicas que assegurem a integridade das avaliações [12]. [21] conduziram uma revisão da literatura e identificaram os principais temas associados à má conduta acadêmica, delineando motivadores, mecanismos de fraude, estratégias de prevenção e o uso de tecnologia na detecção de infrações.

As motivações para a má conduta acadêmica são classificadas em fatores individuais, como as características pessoais dos estudantes, e fatores ambientais, que incluem os elementos do curso e as oportunidades para fraude. Os mecanismos empregados na má conduta são variados, englobando desde o compartilhamento de credenciais até o plágio e a exploração de vulnerabilidades nos sistemas de avaliação [21].

A análise conduzida por [21] compilou diversos estudos publicados entre 2016 e 2021 e propôs uma categorização dos seguintes quatro temas críticos associados à má conduta acadêmica nos AVAs:

1. Motivos para a má conduta:
    - Fatores individuais: Referem-se aos traços de personalidade dos estudantes e sua motivação para obter sucesso; e
    - Fatores ambientais: Envolvem aspectos ligados ao curso e às várias oportunidades disponíveis para os estudantes durante as avaliações *on-line*.
2. Mecanismos utilizados na má conduta:
    - Empréstimo de credenciais;

- Conhecimento sobre como burlar a tecnologia;
- Uso de ferramentas proibidas durante a realização das avaliações;
- Plágio; e
- Manipulação do sistema para coleta de informações (jogo com o sistema).

3. Estratégias para lidar com a má conduta:
    - Implementação de diferentes formas de avaliação;
    - Bloqueio de atalhos e facilitadores no computador;
    - Autenticação da identidade do estudante;
    - Supervisão remota;
    - Assegurar a autoria das avaliações com ferramentas de detecção de plágio; e
    - Análise de dados da interação do estudante com a plataforma de ensino.
4. Estratégias de aprendizagem:
    - Uso de *Machine Learning* e ferramentas de Inteligência Artificial para identificar má conduta.

Um modelo voltado para a segurança em avaliações *on-line* em AVAs foi proposto por [37], o qual é estruturado em subsistemas técnicos e sociais. A seguir, detalham-se as etapas do subsistema técnico:

- Autenticação utilizando usuário e senha;
- Verificação da funcionalidade da *webcam*, do áudio/microfone e da velocidade de conexão à internet;
- Download e instalação do *software* de aplicação para a avaliação *on-line*;
- Ativação da *webcam*, do áudio/microfone;
- Implementação do monitoramento remoto em tempo real;
- Confirmação da identidade do examinando;
- Validação da assinatura digital do examinando;
- Inspeção e garantia da integridade do *software* de avaliação *on-line*; e
- Execução da avaliação *on-line*.

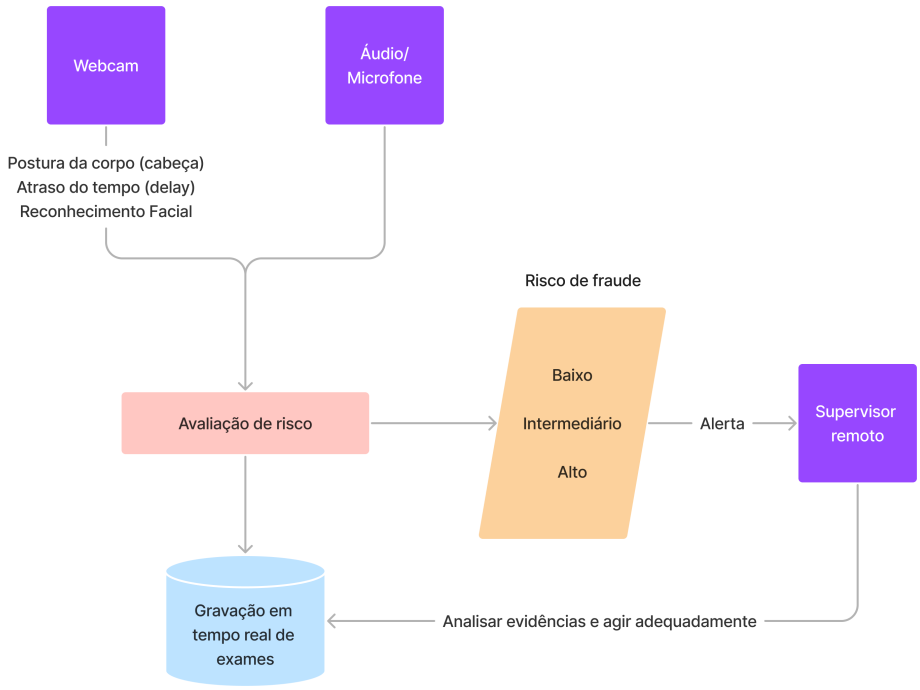

Figura 2.1: Monitoramento Contínuo baseado em [37], p.8.

Adicionalmente, na Figura 2.1 é ilustrado um fluxograma para o subsistema técnico mencionado. Os subsistemas sociais, por sua vez, abrangem elementos como políticas educacionais, estruturas organizacionais e competências individuais. As políticas educacionais estabelecem diretrizes e normas para a condução de avaliações *on-line*, incluindo aspectos de integridade acadêmica e privacidade dos estudantes.

As estruturas organizacionais em instituições educacionais proporcionam a coordenação entre diferentes departamentos, tais como Tecnologia da Informação e administração acadêmica. As competências dos envolvidos no processo, que englobam estudantes, professores e equipe técnica, referem-se à utilização de tecnologias e ao cumprimento de padrões de integridade acadêmica. Os aspectos culturais e sociais influenciam as percepções e atitudes em relação as avaliações *on-line*, enquanto o acesso e igualdade tratam da disponibilidade de recursos tecnológicos para todos os estudantes. Assim, os subsistemas sociais, integrando elementos humanos e organizacionais às soluções tecnológicas, são componentes que contribuem para a efetividade das avaliações *on-line*.

Além disso, algumas das estratégias para combater a má conduta acadêmica, segundo [21], incluem a diversificação dos métodos de avaliação, restrição de acessos, verificação de identidade, monitoramento remoto, uso de ferramentas anti plágio e análise comportamental.

Adicionalmente, [2] sugerem que a biometria comportamental desempenha um papel crucial na garantia contínua de identidade e autoria ao longo de todas as atividades de aprendizagem em AVAs. A aplicação da biometria comportamental serve para quantificar o grau de colaboração do estudante com os colegas e sua interação com o conteúdo do curso, validando simultaneamente a identidade do estudante e a autoria de seus artefatos acadêmicos.

Conforme apontado por [18], a combinação de diversas respostas biométricas (como reconhecimento facial, voz, toque, movimentação do mouse e pressionamento de teclas) em relação ao dispositivo utilizado e à interação com o mesmo pode permitir que o sistema verifique de maneira confiável a identidade do estudante ao longo da experiência de aprendizagem.

Portanto, a eficácia na prevenção da má conduta acadêmica em avaliações *on-line* requer uma abordagem integrada que englobe tanto soluções tecnológicas quanto estratégias pedagógicas, visando promover a integridade acadêmica e garantir a segurança das avaliações *on-line* e a credibilidade do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo o [9], um dos principais desafios na política de EaD é desenvolver metodologias que identifiquem e mitiguem a má conduta em avaliações *on-line* em AVAs. Além disso, um *benchmarking* realizado pelo MEC [9] buscou traçar um panorama internacional de Instituições de Ensino Superior públicas que já participam de iniciativas de EaD. Ao analisar as avaliações propostas por essas instituições, notou-se que os métodos implementados para assegurar a segurança e a credibilidade em avaliações *on-line* são simples e apresentam várias lacunas para más condutas acadêmicas.

Por exemplo, na Universidade Nacional de Educação a Distância (UNED), as avaliações das atividades são corrigidas pelos tutores, que revisam as atividades e provas de cada disciplina na modalidade EaD. Entretanto, os parâmetros utilizados nessas avaliações não são especificados, o que sugere a possibilidade de ocorrência de má conduta acadêmica devido à falta de supervisão ou de outros aspectos já mencionados por [21].

A UFMS emprega várias estratégias para avaliações *on-line*, como autenticação com usuário e senha, biblioteca de questões e geração aleatória de questões. Contudo, o AVA-UFMS não possui mecanismos para supervisão remota ou confirmação de identidade dos estudantes durante os processos de avaliação *on-line*

Assegurar a segurança das avaliações *on-line* em AVAs é uma atividade de gestão administrativa e pedagógica complexa. A UFMS ainda não tem ferramentas integradas ao AVA-UFMS para a supervisão remota dos estudantes, tornando-se um desafio identificar uma possível má conduta ou confirmar a identidade dos estudantes durante as avaliações *on-line*.

2.5 Programas de Supervisão Remota

Uma estratégia promissora para mitigar os desafios associados à prevenção de fraudes em avaliações *on-line* é a utilização de Programas de Supervisão Remota (*Proctoring Program ou On-line Proctoring Program (OLP)*). Esses programas empregam métodos digitais para monitorar e supervisionar os estudantes durante a realização de avaliações *on-line*, por meio de *webcams* ou conexões de internet [25].

O objetivo principal dos *OLPs* é prevenir e detectar quaisquer comportamentos inadequados por parte dos estudantes. Além de prevenir a má conduta, esses *softwares* coletam e analisam dados sobre a conduta do estudante durante a avaliação, fornecendo também funcionalidades que auxiliam na confirmação da identidade do mesmo [3].

A análise detalhada das funcionalidades e dos serviços oferecidos por esses programas revelou a possibilidade de categorizá-los em três grupos distintos. Embora essas categorias não sejam mutuamente exclusivas, cada uma delas apresenta características e abordagens particulares.

A primeira categoria é a Supervisão ao Vivo (*Live Proctoring - Live Proctoring - Supervisão ao Vivo (LP)*), caracterizada pela monitoramento em tempo real do estudante durante a avaliação *on-line*. Um supervisor, de um local remoto, observa as atividades do estudante em tempo real, garantindo sua autenticação e prevenindo ações desonestas. Este método de supervisão foi introduzido e testado pela primeira vez em 2006, segundo [42] e [22]. Embora essa abordagem exija o agendamento das avaliações de acordo com a disponibilidade do supervisor, similarmente às avaliações presenciais, ela demanda do supervisor competência técnica e uma vigilância constante [34].

A segunda categoria é a Supervisão Gravada (*Recorded Proctoring - Recorded Proctoring - Supervisão Gravada (RP)*), que apresenta uma abordagem alternativa para o monitoramento de avaliações *on-line*. Distinta da supervisão em tempo real, a RP elimina a necessidade de um supervisor humano estar presente durante todo o período da avaliação. As atividades dos estudantes são registradas em vídeo por meio de uma câmera *webcam* e *logs*. Estes registros de *log* são arquivos que documentam todas as ações executadas pelo estudante no sistema durante a avaliação, como acessos, respostas submetidas e teclas pressionadas, funcionando como um diário eletrônico da sessão de avaliação.

Após o término da avaliação, é de responsabilidade dos professores ou supervisores a revisão das gravações em busca de padrões de comportamento atípicos que possam indicar tentativas de fraude. Esta modalidade oferece a vantagem de permitir que as provas sejam realizadas em qualquer horário, facilitando também a realização de múltiplas avaliações de forma simultânea.

No entanto, a supervisão gravada requer um processo detalhado de revisão humana, o que pode ser exigente e representar um desafio em relação à escalabilidade.

A terceira categoria é a Supervisão Automatizada (*Automated Proctoring - Supervisão Automatizada (AP)*). Distinto dos modelos que requerem supervisão humana, o AP grava as ações do estudante durante a avaliação *on-line* e utiliza um sistema automatizado com tecnologia de análise de áudio e vídeo para examinar as gravações em busca de atividades atípicas ou proibidas [49]. O sistema identifica momentos críticos que podem indicar fraude e notifica o supervisor para que estes momentos sejam revisados a fim de determinar a presença de irregularidades [50]. Este método é frequentemente utilizado para eliminar a necessidade de supervisores em tempo real, restrições de agendamento e a dependência de disponibilidade humana. Além disso, sua alta escalabilidade, ao substituir a supervisão humana por algoritmos de inteligência artificial, o torna uma opção viável economicamente [28]. Contudo, a familiaridade dos estudantes com o sistema pode conduzir ao desenvolvimento de métodos para burlar a supervisão. Além disso, existe o risco de falsos positivos, onde comportamentos inocentes são erroneamente identificados como fraude [50].

Além da classificação baseada na metodologia de supervisão, os *OLPs* podem ser diferenciados em programas gratuitos e pagos, considerando-se a diferença significativa em suas funcionalidades. Os programas gratuitos, frequentemente desenvolvidos com foco em plataformas como o Moodle, caracterizam-se por serem de código aberto e sem objetivos comerciais. Por outro lado, os programas comerciais, disponibilizados por empresas focadas em segurança digital para avaliações *on-line*, são projetados para oferecer não apenas supervisão remota, mas também uma ampla gama de funcionalidades relacionadas à segurança nos AVAs.

A comunidade do repositório do Moodle intitula os programas de supervisão remota internos ao Moodle, como *plugins*. Estes são acessíveis por meio do repositório oficial, disponível no site da plataforma Moodle. Tais *plugins*, extensões que se integram ao sistema do Moodle, expandem suas funcionalidades originais. O Moodle, sendo um *software* de código aberto, conta com contribuições de sua comunidade de desenvolvedores. Dentre essas contribuições, destacam-se os dois *plugins* mais utilizados para avaliações e atividades *on-line*: *Moodle Proctoring* e *SEB* [35, 47].

Muitas empresas especializadas em segurança digital estão oferecendo soluções robustas para a supervisão de avaliações *on-line*. A identificação dessas soluções foi realizada por meio de pesquisa em *websites* de avaliação de *software*, como *G2* [20] e *Capterra* [11]. Essas plataformas fornecem uma

base de dados de *feedback* de usuários fundamentais para orientar as escolhas para contratações de *softwares*, indicando as seguintes funcionalidades para assegurar a integridade e a segurança das avaliações *on-line*:

- Integração com plataformas de aprendizagem, como o Moodle;
- Sistemas de autenticação para confirmar a identidade dos estudantes;
- Ferramentas de bloqueio para prevenir ações como copiar e colar, abrir novas abas ou acessar aplicativos externos;
- Recursos de monitoramento, que incluem gravação de tela, áudio e vídeo por meio de *webcam* e microfone; e
- Suporte a algoritmos e inteligência artificial para supervisão remota.

CAPÍTULO

3

Proposta da Abordagem para Segurança das Avaliações *on-line*

3.1 Introdução

Para atingir os objetivos propostos no presente trabalho, neste Capítulo será apresentada uma revisão da literatura para identificar os programas de supervisão remota aplicáveis ao Moodle para subsidiar a proposta deste trabalho. Espera-se como resultado gerar uma lista de programas, que serão analisados em termos de usabilidade, funcionalidades e custos/planos. Com base nas análises, será elaborada uma tabela comparativa a fim de analisar as funcionalidades de cada programa. Inferências derivadas desta tabela e das análises dos programas levarão à seleção dos softwares para testes experimentais, nos quais se avaliará a eficácia das funcionalidades de supervisão remota, a compatibilidade e a usabilidade em contextos de avaliações *on-line* no AVA-Moodle.

Testes serão realizados para simular a execução de avaliações *on-line* por estudantes utilizando esses programas. A partir dos testes experimentais, espera-se obter dados para mensurar a qualidade e o nível de supervisão remota proporcionados por cada programa. Finalmente, será proposto um modelo com uma solução integrada de um programa ou vários programas para implementação no AVA-UFMS, visando aumentar a segurança e a integridade das avaliações *on-line* e mitigar a má conduta acadêmica dos estudantes nos processos avaliativos.

É importante destacar que a abordagem proposta está organizada em três

fases distintas, conforme método ilustrado na Figura 3.1. Adicionalmente, cada uma dessas fases será detalhada nas seções subsequentes.

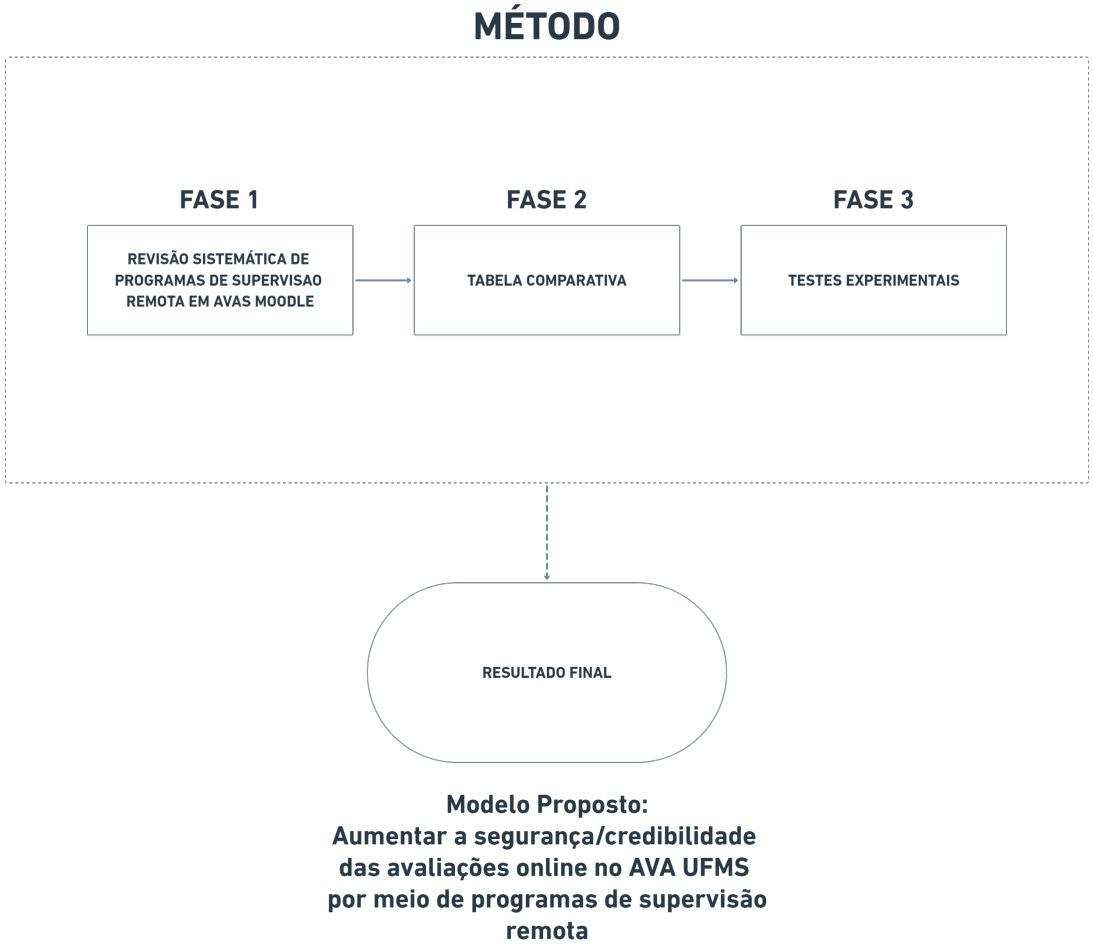

Figura 3.1: Visão geral da abordagem, destacando as três fases principais e suas inter-relações.

3.2 Fase 1: Revisão de Programas de Supervisão Remota em AVA-Moodle

A Fase 1 consiste na busca, identificação e classificação de programas de supervisão remota compatíveis com AVA-Moodle. O objetivo desta fase é compilar uma lista abrangente de programas a fim de analisar suas funcionalidades, características, modos de uso e opções de configuração. Para tanto, serão adotadas duas abordagens distintas: a primeira consiste em uma revisão sistemática no repositório oficial do Moodle, enquanto a segunda aborda programas que não estão incluídos nesse repositório. Os critérios de busca específicos, bem como os critérios de inclusão e exclusão para cada abordagem, serão detalhados nas seções subsequentes.

Para ter acesso aos programas internos ao Repositório oficial do Moodle, as seguintes etapas foram realizadas:

1. **Acessar o Repositório Oficial de *plugins* do Moodle**: Este passo é fundamental devido à abrangência e confiabilidade do Repositório Oficial, disponível em https://moodle.org/plugins. Escolher este repositório assegura o acesso a programas certificados e aprovados pela comunidade Moodle, garantindo que os *plugins* selecionados sejam de alta qualidade e segurança;

2. **Selecionar a categoria *Quiz* e a subcategoria *Quiz Access Rule***: A importância dessa seleção reside na necessidade de identificar programas específicos para avaliações *on-line* no AVA-Moodle. Esta etapa direciona a busca para *plugins* que são projetados especificamente para atender às necessidades de avaliações *on-line*, garantindo uma seleção mais precisa e relevante;

3. **Aplicar critérios de ordenação e seleção com base em Mais Utilizados e Quantidade de Downloads**: Esses critérios são adotados para identificar os programas mais relevantes e confiáveis dentro da comunidade Moodle. A popularidade e a quantidade de downloads servem como indicadores da eficácia e aceitação dos *plugins*, sugerindo que eles são amplamente utilizados e bem recebidos pelos usuários.

4. **Utilizar o critério de inclusão para os programas que oferecem funcionalidades de supervisão remota para avaliações *on-line***: A supervisão remota é essencial para assegurar que os programas selecionados atendam aos requisitos necessários de autenticação, bloqueio e monitoramento. Isso é crucial para mitigar a má conduta acadêmica e aumentar a segurança e credibilidade das avaliações *on-line* em AVA-Moodle; e

5. **Elaborar uma lista detalhada dos programas selecionados, incluindo suas funcionalidades, características, modos de uso e opções de configuração**: Esta etapa consiste em realizar uma análise minuciosa dos programas escolhidos. A elaboração de uma tabela comparativa com base nesta análise permitirá identificar tanto as funcionalidades comuns quanto aquelas que diferenciam os programas entre si. Este processo ajuda na escolha do *plugin* mais adequado para as necessidades específicas do projeto.

Para ter acesso aos programas externos ao Repositório oficial do Moodle, as seguintes etapas foram realizadas:

1. **Acesso aos *websites* G2 e Capterra**: A escolha dos *websites* G2[1] e Capterra[2] se justifica pela sua reputação em fornecer avaliações verificadas de

[1]Disponível em https://www.g2.com/
[2]Disponível em https://www.capterra.com/

usuários. Esses sites são reconhecidos por ajudar na seleção de softwares com base em experiências reais, sendo fundamentais para identificar o *software* ideal através de comparações detalhadas;

2. **Utilização de strings de busca específicas**: é utilizada para identificar os programas de supervisão remota mais eficientes e bem avaliados, conforme a percepção dos usuários. Esta abordagem foca na eficácia e reputação do *software* no mercado.

   (a) No G2: utilizando a *string* de busca *Best on-line Proctoring Software* (Melhor Programa de Supervisão Remota *on-line*);

   (b) No Capterra: utilizando a *string* de busca "*Proctoring Software*" (Programa de Supervisão Remota);

3. **Aplicação de critérios de seleção distintos**:

   (a) No G2, o critério "Satisfação do Usuário versus Popularidade" é aplicado para encontrar programas que sejam populares, mas também altamente avaliados, balanceando assim a popularidade com a qualidade real percebida pelos usuários.

   (b) No Capterra, o critério "Melhor Avaliação" é utilizado para focar em softwares que receberam as mais altas avaliações, indicando um alto nível de satisfação dos usuários.

4. **Contato via *e-mail* com as empresas**: Este passo é essencial para obter informações detalhadas sobre funcionalidades, compatibilidade com o AVA-Moodle e preços/planos. O contato direto permite esclarecer dúvidas específicas e obter informações que podem não estar disponíveis publicamente; e

5. **Realização de uma análise aprofundada**: Após o contato inicial, a análise aprofundada das funcionalidades, compatibilidade e preços/planos é crucial para elaborar uma tabela comparativa eficiente. Isso ajuda a tomar uma decisão informada sobre qual *software* atende melhor às necessidades do projeto.

Como resultado da Fase 1, espera-se obter informações detalhadas sobre os programas de supervisão remota selecionados por meio da Revisão. Adicionalmente, o fluxograma que se segue, apresentado na Figura 3.2, ilustra os passos realizados durante a Fase 1 da abordagem, contribuindo para uma melhor compreensão do processo proposto.

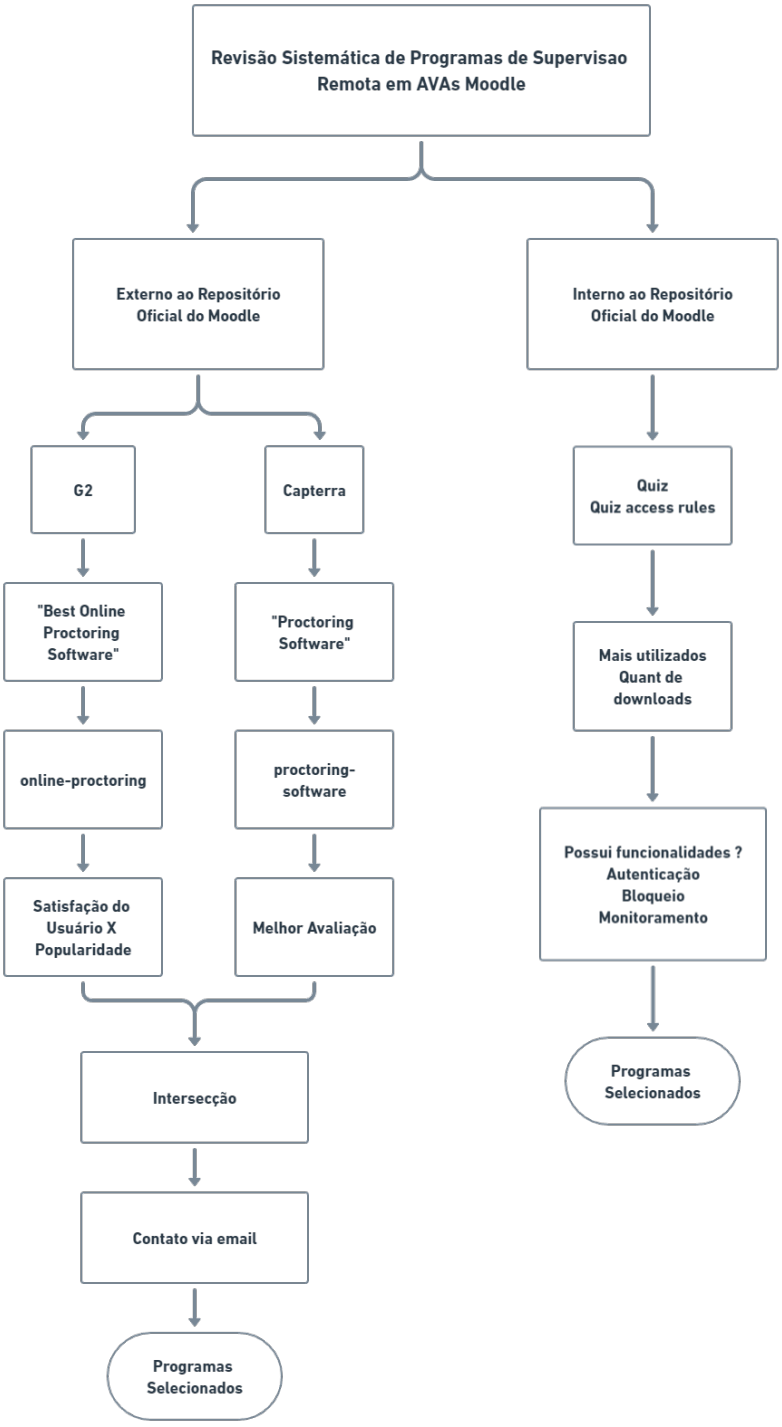

Figura 3.2: Fluxograma ilustrando os passos realizados durante a Fase 1 da abordagem.

3.3 Fase 2: Elaboração da Tabela Comparativa

Nesta Fase 2 será utilizada a análise dos programas de supervisão remota, resultante da Fase 1, como base para a criação de uma tabela comparativa. Nesta tabela serão apresentadas uma visão geral das funcionalidades de cada programa de acordo com o modelo proposto por [19].

A análise das funcionalidades dos programas proporcionará uma visão abrangente, facilitando a seleção dos softwares e ferramentas mais adequadas para uso no AVA-UFMS. Como resultado, espera-se a escolha dos programas para a realização de testes experimentais, embasados nas informações contidas na tabela. Na Figura 3.3 é ilustrada a conexão entre as Fases 1 e 2, bem como seus respectivos resultados.

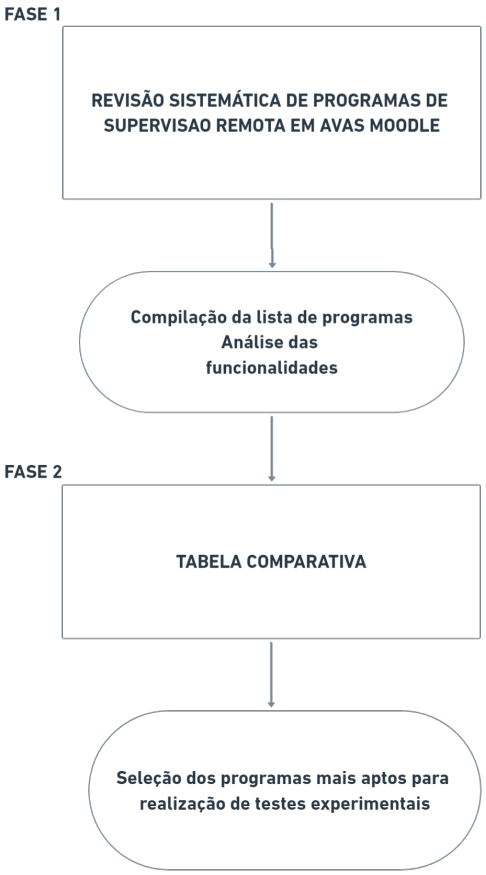

Figura 3.3: Ilustração da Fase 2 da abordagem, destacando os resultados obtidos.

3.4 Fase 3: Testes Experimentais

A Fase 3 é dedicada à realização de testes experimentais com os programas de supervisão remota selecionados na Fase 2. Esses testes serão executados no ambiente de homologação do AVA-UFMS, visando avaliar as funcionalidades e a eficácia desses programas em um contexto real de uso no AVA-Moodle.

Para isso, será empreendida uma análise detalhada dos resultados dos testes a fim de identificar o programa ou o conjunto de programas que se mostre mais eficiente na prevenção de condutas inadequadas em avaliações *on-line* no AVA-UFMS. Este processo é fundamental para reforçar a segurança e a credibilidade das avaliações *on-line* neste ambiente.

Com base nos resultados obtidos, será proposto um modelo de supervisão acadêmica *on-line* para implementação no AVA-UFMS.

Resumidamente, na Figura 3.4 é apresentado o fluxograma detalhado, descrevendo as etapas e procedimentos das três fases, bem como o resultado esperado desta pesquisa: o aumento da segurança e da credibilidade das avaliações *on-line* no AVA-UFMS, por meio de programas de supervisão remota.

Figura 3.4: Fluxograma detalhando as etapas e procedimentos da Fase 3 do projeto, incluindo a execução dos testes experimentais, análise dos resultados, e sugestão de um modelo para implementação no AVA-UFMS.

CAPÍTULO

4

Resultados do Modelo Proposto

4.1 Introdução

Nesta seção, são apresentados os resultados parciais obtidos, conforme abordagem apresentada no Capítulo 3. Estes resultados visam atender aos objetivos estabelecidos nas seções 3.2 e 3.3.

4.2 Resultados da Fase 1: Revisão dos Programas de Supervisão Remota em AVAs Moodle

4.2.1 Programas Internos ao Repositório Moodle

Na categoria *Quiz* e na subcategoria *Quiz access rules* do repositório Moodle, foram identificados um total de 19 *plugins*. Os *plugins* foram filtrados com base em critérios como número de downloads e quantidade de sites que os utilizam. Foram avaliados também se cada *plugin* oferece funcionalidades essenciais para supervisão remota. Com base nesses critérios, foram selecionados dois *plugins* interessantes: Moodle Proctoring e SEB.

Conforme ilustrado na Figura 4.1, apresentamos o fluxograma com os resultados obtidos na Fase 1 para os programas internos ao repositório Moodle.

Dos dois *plugins* selecionados, foi realizada uma análise detalhada de suas funcionalidades, descrição de uso e configuração no AVA-Moodle. A seguir, são apresentados os resultados obtidos desta análise para cada um dos *plugins*.

Figura 4.1: Fluxograma dos Resultados da Fase 1 para os Programas Internos ao Repositório Moodle.

Moodle Proctoring

O Moodle Proctoring [35] é um *plugin* que visa capturar imagens do estudante por meio da *webcam* durante a realização de atividades ou avaliações *on-line* no Moodle. Este *plugin* armazena uma imagem a cada 30 segundos[1] para análise subsequente. Com as imagens obtidas, professores ou tutores podem validar a identidade do estudante empregando ferramentas de reconhecimento facial, como o Amazon Rekognition[2], ou por meio de verificação manual.

As principais funcionalidades do Moodle Proctoring são:

- Captura de Imagens: captura imagens do usuário/estudante via *webcam*;
- Restrição de Acesso: impedimento do acesso a avaliação *on-line* sem a ativação da *webcam*;
- Armazenamento de Imagens: armazenamento de imagens no Moodle em formato Portable Network Graphics (PNG), permitindo a exclusão individual ou em massa;
- Configurações Personalizáveis: personalização do tamanho máximo da imagem e dos intervalos de captura;
- Relatório de Monitoramento: geração de *logs*[3] de monitoramento para professores/tutores verificarem atividades suspeitas dos estudantes após as avaliações *on-line*; e
- Reconhecimento Facial: compatibilidade com serviços de reconhecimento facial, como Amazon Rekognition, para validar as imagens dos estudantes.

As duas versões do Moodle Proctoring disponíveis são a versão 1.3.2, destinada ao Moodle 4.2, e a versão 1.3.1, compatível com as versões do Moodle de 3.7 a 4.1. Ambas as versões foram lançadas em 11 de Setembro de 2023 [35].

Quanto às estatísticas de uso e downloads, o *plugin* está em operação em 1.560 sites. O Moodle 4.1 é a versão mais utilizada com o *plugin*, com 530 instâncias, seguida pela versão 3.11 com 278 instâncias — sendo esta a versão corrente do AVA-UFMS. O total de downloads de Novembro de 2022 a Outubro de 2023 atingiu 5.548, sendo 1.764 downloads registrados somente em Agosto - Outubro de 2023. [35].

[1] Este intervalo de tempo é ajustável, permitindo a seleção de um período específico conforme desejado.

[2] Mais informações em https://docs.aws.amazon.com/pt_br/rekognition/latest/dg/what-is.html

[3] Arquivos que documentam as ações executadas pelo estudante no Moodle durante a avaliação.

É importante destacar que determinados *plugins* do Moodle são desenvolvidos e mantidos por empresas comerciais. Como exemplo, pode-se citar o Moodle Proctoring, que é gerenciado pela empresa *Brain Station 23*, localizada em Bangladesh [17]. Neste contexto, há uma versão aprimorada e paga[4] deste *plugin*, denominada Moodle Proctoring Pro [17]. As funcionalidades desta versão incluem:

- Todas as funcionalidades do Moodle Proctoring;
- Detecção de ativação da *webcam* durante todo o período da avaliação *on-line*;
- Identificação de mudança para outra aplicação pelo usuário/estudante;
- Detecção de redimensionamento de tela;
- Identificação de ocorrência de cópia/cola;
- Detecção de pressionamento do botão F12;
- Relatório detalhado do administrador de cada *log* de evento e imagens da *webcam*; e
- Relatório resumido para administradores do Moodle.

Uma das limitações do Moodle Proctoring (ou Pro) é a instabilidade do suporte ao usuário por parte da empresa responsável, o que pode resultar em desafios na resolução de problemas ou na obtenção de assistência técnica. Além disso, o uso de ferramentas terceirizadas de reconhecimento facial e de servidores para armazenamento de imagens gera custos adicionais. Outro ponto crítico é a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) ou General Data Protection Regulation (GDPR), pois o envio e armazenamento de imagens dos estudantes para plataformas externas exige autorização tanto da instituição de ensino quanto dos estudantes envolvidos. Assim, a adoção do Moodle Proctoring deve considerar não apenas as dificuldades de suporte e o impacto financeiro, mas também as exigências legais relacionadas à proteção de dados pessoais conforme a LGPD/GDPR.

Safe Exam Browser (SEB)

O SEB é um *plugin* que pode ser integrado ao Moodle, responsável por realizar o bloqueio do navegador (*browser lockdown*). É importante destacar que, a partir do Moodle 3.9, o SEB já vem integrado por padrão no Moodle e não é necessário a instalação do *plugin* [47].

[4]Disponível mediante um pagamento único de $149,85, com desconto para a UFMS; o valor original é de $999,00

O SEB opera de forma similar aos navegadores web tradicionais, como Google Chrome[5] e Mozilla Firefox[6]; contudo, ele converte temporariamente o computador do usuário em uma estação de trabalho segura para avaliações. Quando ativado, o SEB restringe o uso de funcionalidades do sistema, como copiar/colar, abrir novas abas e o acesso a sites externos, como Google ou ChatGPT. Para utilizar o SEB, é necessário que o docente ou a pessoa responsável pela administração do Moodle configure previamente o *software* e que os estudantes o instalem em seus dispositivos antes da realização das avaliações *on-line*.

As principais funcionalidades do SEB no Moodle incluem:

- Restrição de Navegação: Impede o acesso a links que possam desviar o estudante para outras seções do Moodle ou para outros sites durante um exame;
- Compatibilidade Exclusiva com SEB: Assegura que a avaliação só possa ser acessada por meio do SEB; e
- Verificação das Configurações do SEB: Confirma se as configurações autorizadas e a versão correta do SEB estão em uso.

Apesar das suas robustas características de segurança e de sua adoção por instituições internacionais, como a Universidade do Porto (U.Porto) [16], o SEB apresenta limitações significativas. As mais proeminentes são a sua incapacidade de monitorar os estudantes por meio de câmera/*webcam* durante as avaliações *on-line* e a inexistência de mecanismos para confirmar a identidade do avaliado por reconhecimento facial ou captura de imagens. Além disso, a obrigatoriedade de instalar um programa adicional nos dispositivos dos estudantes representa uma barreira técnica no processo.

4.2.2 Programas Externos ao Repositório Moodle

A pesquisa foi realizada nos *websites* G2 e Capterra, empregando as seguintes *strings* de busca:

1. No G2: Melhores Softwares de Proctoring *on-line*,
2. No Capterra: Software de Proctoring.

As buscas nesses sites revelaram categorias específicas de programas:

1. No G2, na categoria *on-line proctoring*, identificou-se uma lista contendo 56 programas.

[5]Mais informações em https://www.google.com/intl/pt-BR/chrome/
[6]Mais informações em https://www.mozilla.org/pt-BR/firefox/

2. No Capterra, na categoria *proctoring software*, listaram-se 33 programas.

Para aprimorar a seleção inicial, foram aplicados critérios baseados na satisfação do usuário e popularidade no G2, e critérios de alta avaliação no Capterra. Esse processo resultou na seleção de 32 programas de supervisão, sendo 17 no G2 e 15 no Capterra (Figura 4.2). Em seguida, realizou-se a intersecção das listas do G2 e Capterra, resultando em um total de 22 programas. Foi elaborado um modelo de *e-mail* para solicitar informações adicionais sobre as funcionalidades, compatibilidade com o AVA-Moodle e planos/preços específicos para a UFMS (Figura 4.3).

Das empresas contatadas, foram obtidas respostas de 16 delas[7]. Estes programas foram então analisados detalhadamente quanto a suas funcionalidades, compatibilidade com AVA-Moodle, modo de uso, configurações e seus valores/planos.

Na Figura 4.4, apresenta-se o fluxograma com os resultados obtidos na Fase 1 para os programas externos ao repositório Moodle.

A partir das análises realizadas pelo item (6), foi possível obter informações para os 16 programas selecionados. Segue uma descrição para cada um dos programas:

1. **Hornolock**: o serviço de monitoramento Honorlock funciona por meio de uma extensão para o Google Chrome. Este serviço promove a integridade das avaliações ao desativar as funções de copiar, colar e imprimir, além de re*string*ir o uso de múltiplos monitores e o acesso a arquivos no computador do usuário. Antes do início da avaliação, o sistema realiza o registro da imagem facial e da identificação do estudante para autenticação e executa uma varredura de 360 graus do ambiente. Durante a avaliação, Honorlock grava a tela, áudio/vídeo e as atividades na web no computador do estudante. Algoritmos avançados de inteligência artificial são empregados para identificar vozes não reconhecidas ou o uso de dispositivos secundários, como smartphones, tablets ou laptops. Ademais, o sistema inclui um mecanismo de intervenção em tempo real por um fiscal, ativado por comportamentos suspeitos. Este recurso tem como objetivo diminuir o tempo necessário para a análise de relatórios e sequências de vídeo pós-avaliação.

2. **Proctorio**: é um *software* que permite a autenticação ao vivo e automatizada, utilizando aprendizado de máquina para a verificação de identidade e detecção facial. Este sistema exige o uso do navegador web Google

[7]Alguns desses contatos evoluíram para etapas subsequentes, como reuniões via Google Meet e discussões aprofundadas para contextualizar as especificidades/necessidades do AVA-UFMS.

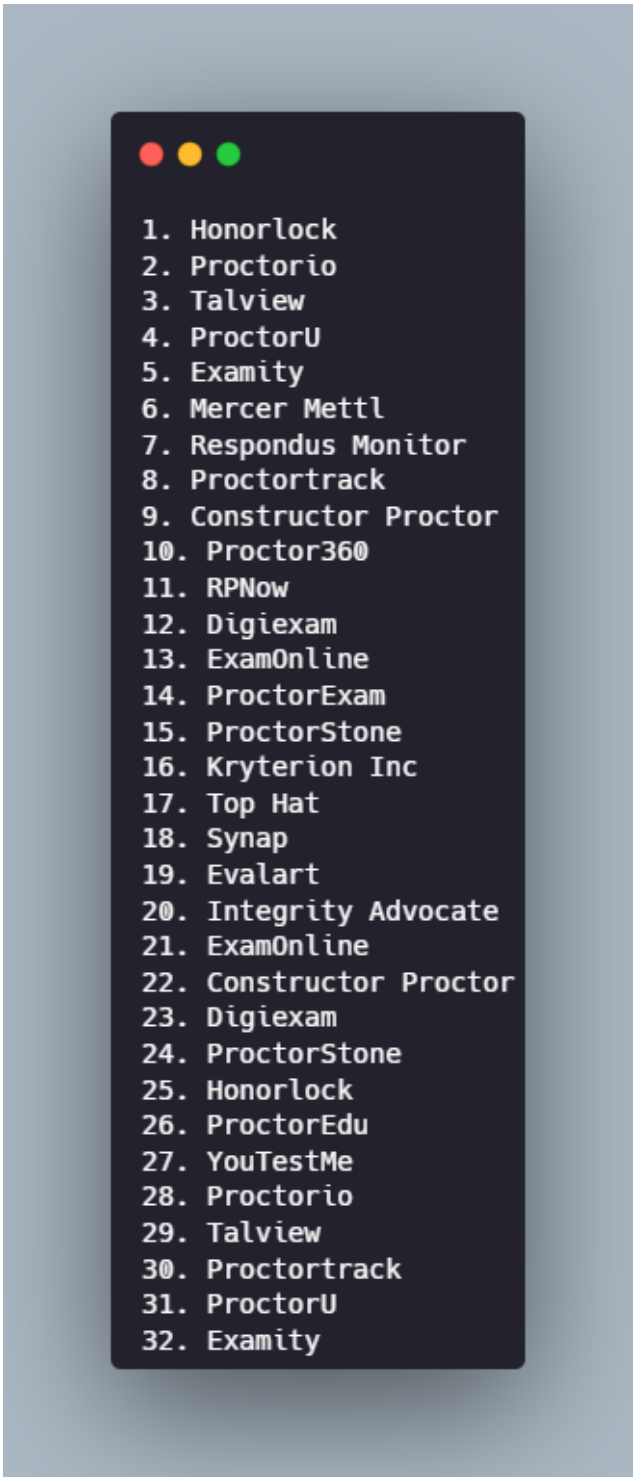

Figura 4.2: Lista dos 32 programas de supervisão remota selecionados a partir do G2 e Capterra.

Chrome e um *plugin* específico do Proctorio, o qual habilita a gravação por *webcam* e microfone, além de oferecer recursos de bloqueio do navegador. Durante a avaliação, o Proctorio desativa diversas funções do computador do examinando, tais como a abertura de novas abas na Internet, impressão, uso da área de transferência e a funcionalidade de clique direito do mouse, com o objetivo de impedir o acesso a outros programas e a

```
Subject: Request for Online Proctoring Software Demonstration, Pricing, and User References

Body:
Dear [insert the name of the company or proctoring software],

I hope this message finds you well.

I am writing on behalf of my institution, the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS) in Brazil,
where we are currently assessing various online learning platforms. Our goal is to find a robust solution
that can effectively support remote proctoring during our online assessments. Your platform has come to
our attention as a potential candidate due to its innovative approach towards online proctoring.

To gain a more comprehensive understanding of your platform, we would like to request a demonstration or
trial at your earliest convenience. This would allow us to understand the features, functionalities, and
overall effectiveness of your solution in an educational environment.

Additionally, we would like to discuss the pricing structure for your services. We cater to a significant
student population, and it would be beneficial to know about the pricing options available. Specifically,
we are interested in any educational discounts or packages that you might offer for large-scale
deployments.

Lastly, if you could provide us with references from other universities that are currently utilizing your
platform, it would greatly assist our decision-making process. We are particularly interested in
understanding their experiences with your platform and how they have integrated it into their existing
Learning Management Systems, particularly those using Moodle.

We appreciate your attention to this matter and look forward to your response. We are eager to explore
the potential of utilizing your platform to enhance the integrity of our online assessments.

Best regards,

Líbero Passador Neto
Master Student of Applied Computing,
Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS) - Brazil
Email: libero.neto@ufms.br
```

Figura 4.3: Modelo de *e-mail* utilizado para contato com as empresas.

retenção ou redistribuição de materiais da avaliação. O *software* é capaz de realizar uma varredura do ambiente do examinando tanto no início do exame quanto em situações em que detecta ruídos suspeitos. Durante a avaliação, o Proctorio grava vídeo e áudio pela *webcam*, monitora as atividades do examinando e coleta informações adicionais, como movimentos dos olhos, boca e cabeça, para identificar e sinalizar comportamentos anômalos. Estes são registrados em um relatório para revisão posterior.

3. **ProctorU**: este serviço oferece monitoramento tanto automático quanto ao vivo. Antes de iniciar o exame, os estudantes devem verificar sua identidade, comparando seu cartão de identificação estudantil com uma fotografia previamente armazenada no banco de dados da instituição. O ProctorU disponibiliza diversas versões: uma delas possibilita a intervenção imediata de um fiscal humano para identificar e prevenir comportamentos suspeitos. Outras versões empregam tecno*log*ias de inteligência artificial para detectar e registrar eventos suspeitos, os quais são posteriormente revisados após a conclusão do exame. Uma análise preliminar da digitação é realizada para assegurar que a mesma pessoa permaneça presente

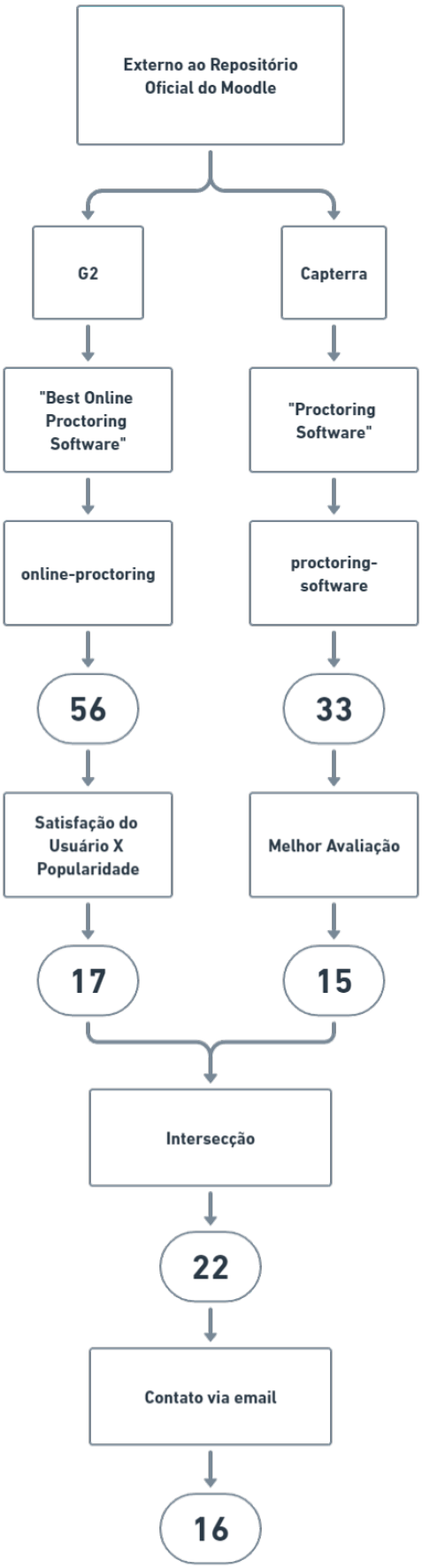

Figura 4.4: Fluxograma dos Resultados da Fase 1 para os Programas Externos ao Repositório Moodle.

durante toda a sessão. Para sua funcionalidade, o ProctorU requer a instalação de uma extensão específica para os navegadores Chrome ou Firefox.

4. **Mercer Mettl**: as funções de monitoramento da Mercer Mettl são autenticadas por meio de fotografia, cartão de identificação ou OTP (senha única). O procedimento de monitoramento, que utiliza inteligência artificial, é projetado para detectar, em tempo real, qualquer prática indevida, sinalizando diversos casos anômalos. Esses casos incluem a presença de telefones móveis, múltiplas pessoas no ambiente, momentos de distração dos examinandos e a ausência de quadros de formulários durante a realização do exame. O sistema calcula a probabilidade de má conduta, estabelecendo níveis de risco alto, médio e baixo para a ocorrência de trapaças. O MettL emprega o MettL Secure Browser, um *software* que bloqueia a abertura de novas abas do navegador, o acesso a sites listados na lista de negação, dispositivos USB, *e-mail*, máquinas virtuais e *desktops* remotos, visando maior segurança. Além disso, o material do exame é protegido para impedir que seja impresso, copiado ou transferido para outros dispositivos. O sistema é compatível com a GDPR, incluindo geocercamento, para garantir a localização adequada do examinando.

5. **Respondus Monitor**: esta ferramenta proporciona uma solução de monitoramento totalmente automatizada para exames realizados *on-line*, compatível com diversos Sistemas de Gestão de Aprendizagem (LMSs). Seu componente principal, o Respondus Monitor, assegura a integridade das questões do exame, inibindo funções como impressão, atalhos de teclado, copiar e colar, uso de programas de captura de tela, acesso a outras aplicações ou navegação em outros sites. Após instalado, o *software* inicia automaticamente pelo navegador do estudante, conduzindo a um procedimento inicial que inclui um teste de áudio e vídeo pela *webcam*. Antes do exame, uma sequência prévia é exigida para a identificação do estudante e a inspeção do ambiente. Durante a avaliação, a *webcam* grava o estudante e, em seguida, um algoritmo de inteligência artificial, denominado Monitor AI, analisa o vídeo para detectar comportamentos suspeitos. Concluídas estas etapas, o sistema compila um relatório, armazenado em um portal específico, que classifica os incidentes monitorados segundo o grau de risco de violações às normas do exame terem ocorrido.

6. **Proctortrack**: oferece um serviço de supervisão remota *on-line*, ao vivo e totalmente automatizado. Esse serviço verifica continuamente a identidade dos participantes de testes *on-line*, detectando e prevenindo qualquer comportamento inadequado. Proctortrack está totalmente integrado com

todos os principais sistemas de gerenciamento de aprendizagem (LMSs), tais como Moodle, e é capaz de funcionar até mesmo durante interrupções na Internet. Utilizando algoritmos de reconhecimento facial, a plataforma monitora o exame do estudante, controlando seu comportamento e detectando ações como a saída do local de trabalho, a busca por recursos adicionais *on-line* ou a comunicação com outra pessoa. O sistema verifica a identidade do estudante por meio de análise biométrica multifatorial, incluindo características faciais, cartões de identificação e escaneamento dos nós dos dedos, que são comparados com o perfil biométrico base do estudante, previamente armazenado. Além disso, Proctortrack fornece um aplicativo móvel que utiliza a câmera frontal do computador para confirmação facial e de identidade, oferecendo outras funcionalidades durante o exame ao vivo.

7. **Kryterion Inc**: exige a instalação de dois aplicativos para a realização de exames: Sentinel e Biometrics. O Sentinel é responsável pela análise do estilo de digitação do candidato no teclado. Para o ambiente de realização do exame, é necessário um local com fundo livre de obstruções, iluminação adequada e uma conexão estável com a Internet. É imprescindível que o estudante esteja sozinho no cômodo durante o exame. Além disso, navegar na Internet ou abrir janelas adicionais do navegador é estritamente proibido.

8. **Top Hat**: disponível para computadores e dispositivos móveis, o Top Hat oferece funcionalidades para verificação de identidade e análise das atividades dos estudantes. Utilizando tecno*log*ias avançadas de detecção facial e inteligência artificial, o sistema gera relatórios que destacam possíveis anomalias no comportamento dos estudantes. Inclui um conjunto abrangente de recursos de segurança, como a desabilitação de impressão, compartilhamento de materiais, captura de tela e downloads. Além disso, monitora o tráfego da web do examinando, bloqueia a abertura de novas abas no navegador e impede a captura de tela, aumentando a integridade das avaliações *on-line*.

9. **Talview**: é uma solução para o monitoramento de avaliações realizadas remotamente, projetada para garantir a integridade e eficiência dessas avaliações. Esta tecno*log*ia integra funcionalidades como reconhecimento facial, captura de identidade com foto e detecção de voz, visando autenticar os candidatos e assegurar um ambiente de teste seguro. Suas características principais incluem o Índice Proview, que monitora possíveis violações da integridade do exame; a marca d'água, utilizada para proteger o conteúdo do teste; e um sistema abrangente para verificar o ambiente

em um raio de 360 graus. Além disso, o sistema é capaz de identificar e emitir alertas sobre diversas irregularidades, como a presença de múltiplos rostos no campo de visão da câmera, tentativas de copiar e colar informações, alterações nas configurações da câmera ou do microfone, e a falta de detecção de rosto. Esta solução pode ser integrada em sistemas de avaliação já existentes, como o Moodle.

10. **Constructor Proctor**: o sistema de monitoramento de provas *on-line* Active Proctor AI, desenvolvido pela Constructor, oferece uma solução sofisticada para supervisão digital em exames realizados *on-line*. Este sistema incorpora funcionalidades baseadas em inteligência artificial, incluindo reconhecimento facial, detecção de fala, e identificação de pessoas e dispositivos não autorizados. Disponibiliza três modos de monitoramento: Automatizado, Revisão Pós-Prova e Tempo Real. O Monitoramento Automatizado realiza a identificação do examinando e a gravação abrangente de áudio, vídeo e atividades na tela do computador, gerando um relatório detalhado acerca de potenciais violações. A modalidade de Revisão Pós-Prova amplia essa abordagem, adicionando uma análise manual das gravações por um fiscal após a realização da prova. Já o Monitoramento em Tempo Real intensifica o processo de supervisão, possibilitando a observação ao vivo e a intervenção direta do fiscal durante o exame. Adicionalmente, o sistema permite o uso de um smartphone como câmera secundária, aprimorando a supervisão do ambiente de prova. Sua escalabilidade é evidenciada pela capacidade de gerenciar até 25.000 candidatos simultaneamente no modo Revisão Pós-Prova e 500 no modo Tempo Real.

11. **Digiexam**: representa uma plataforma de exames *on-line*, destacando-se por sua confiabilidade, facilidade de uso e robustez em medidas de segurança. A plataforma foi adotada por aproximadamente 900 instituições educacionais, facilitando cerca de 12 milhões de exames em escala global. Com uma presença consolidada no setor de EdTech sueco e mais de uma década de experiência, o Digiexam disponibiliza soluções abrangentes para o ciclo completo dos exames. Suas características principais abrangem capacidades avançadas de monitoramento, opções de acessibilidade, funcionalidades de bloqueio, suporte offline, monitoramento baseado em IA e mecanismos eficazes de prevenção de trapaças. Projetada para atender a rigorosos padrões regulatórios e de privacidade de dados em exames *on-line*, a plataforma assegura um ambiente de avaliação seguro e eficaz para educadores e estudantes.

12. **ProctorStone**: posicionando-se como um fornecedor de soluções de monitoramento *on-line* e segurança para exames, a ProctorStone se destaca

no mercado por sua interface amigável e pela ausência de necessidade de instalação de softwares, incluindo extensões para o Chrome. A empresa oferece opções flexíveis de monitoramento, caracterizadas por um modelo de precificação baseado em exames e uma licença *all-in-one*. O modelo baseado em exame é versátil, permitindo aos clientes combinar múltiplos módulos, como BrowserLock e Monitoramento por IA, com custos calculados conforme a quantidade de avaliações. Em contraste, a licença *all-in-one* oferece acesso ilimitado por um semestre. Priorizando a conveniência do cliente, a ProctorStone evita a necessidade de transferência de dados ou alterações no sistema e disponibiliza suporte 24/7.

13. **Synap**: é uma plataforma de avaliações *on-line* projetada para facilitar processos de avaliação seguros e eficientes. Integra capacidades completas de fiscalização, incluindo um modo de bloqueio com gravação contínua de vídeo e tela, para garantir a integridade do exame. A plataforma emprega uma combinação de inteligência artificial (IA) e supervisão humana para detectar e tratar incidentes de potencial fraude em tempo real. Synap oferece recursos abrangentes além das ferramentas padrão de exame, englobando opções de personalização de marca, análises, gerenciamento de banco de questões e diversos tipos de perguntas. O controle de acesso baseado em função é outra característica chave, permitindo acesso e responsabilidades sob medida para diferentes categorias de usuários, como elaboradores de questões e administradores da plataforma.

14. **Integrity Advocate**: apresenta uma abordagem híbrida para a supervisão *on-line*, combinando métodos ao vivo e automatizados sem a necessidade de downloads de *software*. Seus serviços incluem verificação de identidade, monitoramento de participantes e checagem de integridade acadêmica, todos com foco na privacidade do usuário. A plataforma é agnóstica em relação a dispositivos, amigável para dispositivos móveis e acessível em vários dispositivos como laptops e Chromebooks. Opera com um modelo de preços por estudante e por atividade. As principais vantagens incluem a adesão aos princípios de 'Privacidade por Design', garantindo privacidade e conveniência ao usuário, e disponibilidade 24/7 em vários dispositivos, aumentando a acessibilidade e a facilidade de uso.

15. **ProctorEdu**: trata-se de uma solução de supervisão remota projetada para otimizar a realização de avaliações *on-line* de maneira segura e eficiente. Esta plataforma é compatível com operação baseada em nuvem, suportando diversos navegadores web e sistemas operacionais. Sua integração é facilitada com múltiplas plataformas educacionais, como o Moodle, e conta com medidas de segurança avançadas, incluindo a integração de

link único, proteção contra cópia de conteúdo e prevenção de *logins* simultâneos. Dentre suas principais funcionalidades, destaca-se o suporte à utilização de câmeras de smartphones para uma visão ampla do ambiente de trabalho, além de verificações automáticas de equipamentos e autenticação de identidade do participante por meio de reconhecimento facial e comparação com foto de identidade. O ProctorEdu oferece modalidades de supervisão síncrona e assíncrona, permitindo tanto o monitoramento em tempo real por professores/tutores quanto a avaliação automatizada por meio de análise algorítmica.

16. **YouTestMe**: esta plataforma de testes *on-line* foi desenvolvida para proporcionar experiências de teste eficientes e seguras em diversas organizações. O *software* apresenta uma gama de funcionalidades, incluindo supervisão automatizada e em tempo real. Essas funcionalidades asseguram a integridade dos exames por meio de monitoramento baseado em inteligência artificial e supervisão humana. A plataforma suporta verificação de identidade, captura facial e verificações de equipamento antes da realização dos exames, além de monitorar práticas potencialmente inadequadas durante os testes. As capacidades pós-exame incluem gravações de vídeo, nas quais atividades suspeitas são destacadas, e relatórios detalhados de credibilidade. Projetado para ser escalável, o modelo de precificação do YouTestMe varia conforme o número de tentativas de teste e o nível de supervisão requerido, adaptando-se assim às necessidades de testes em pequena e grande escala.

4.3 Resultados da Fase 2: Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota

Após o filtro dos OLPs seguindo os critérios mencionados anteriormente, foi realizada uma pesquisa comparativa entre os OLPs selecionados. Para isso, a pesquisa foi inspirada na metodologia proposta por [3, 19, 24], utilizada para identificar o estado da arte e as principais funcionalidades dos OLPs.

As principais funcionalidades identificadas são:

- **Integração com Moodle:** Este critério indica que o OLP oferece integração fluída com sistemas com o Moodle.
- **Escalabilidade:** Refere-se à capacidade intrínseca de um sistema aumentar seu desempenho por meio da provisão de recursos adicionais.
- **Suporte para Dispositivos Secundários:** Esta característica implica que o OLP permite a utilização de tecnologias adicionais, como *smartphones*,

para monitorar o comportamento do estudante e realizar uma varredura do ambiente físico onde o exame está sendo conduzido.

- **Funções de Autenticação:** Este critério aborda os diversos métodos de identificação do estudante, que podem incluir verificação de identidade (nome de usuário e senha), verificação por *email*, documentos de identificação, reconhecimento facial, de voz, impressões digitais, reconhecimento da íris, outras métricas biométricas e análise de teclas digitadas.

- **Funções de Bloqueio:** Refere-se à funcionalidade que o OLP proporciona como um navegador de bloqueio, com recursos para desabilitar a função de copiar e colar, desabilitar o clique direito do mouse, impedir a abertura de novas abas, bloquear a função de impressão, impedir a captura de tela, proibir o acesso a determinados sites, registrar o tráfego na web e bloquear aplicativos externos, como o *Skype*.

- **Funções de Monitoramento:** Este critério especifica as funcionalidades que o OLP oferece para garantir a integridade do exame, tais como gravar o ambiente físico onde o exame está sendo realizado, registrar ou sinalizar incidentes ou comportamentos suspeitos com um carimbo de data/hora, suporte a inteligência artificial (IA), gravação da tela do estudante, gravação do *feed* da *webcam*/microfone, análise de áudio em tempo real, monitoramento de movimentos da cabeça e olhos do estudante, revisão do comportamento do estudante por uma segunda vez, *geofencing*; uso de GPS para definir limites geográficos onde a avaliação é permitida ocorrer, e suporte a segunda *webcam*.

- **Forçar a Conclusão do Exame:** Este critério indica que o OLP tem a capacidade de encerrar um exame se um comportamento suspeito é detectado.

- **Suporte via Chat ao Vivo:** Refere-se à possibilidade de interação direta com o professor durante o exame *on-line*.

- **Conformidade com o GDPR/LGPD:** Este critério denota que o OLP está em conformidade com o *General Data Protection Regulation (GDPR)* ou Regulamento Geral de Proteção de Dados, Regulamento Europeu nº 2016/679 ou a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD.

- **Gratuidade:** Este critério determina se o sistema de supervisão é gratuito ou pago.

- **Facilidade de Uso:** Avalia se o OLP é de fácil utilização, mesmo para indivíduos não especializados.

- **Plataformas:** Este critério identifica a compatibilidade do OLP com sistemas operacionais específicos: Windows, macOS e *Linux* para *desktops*, e Android e iOS para dispositivos móveis.
- **Extensão de Navegador:** Este critério determina se o OLP requer a instalação de um navegador específico, por exemplo, o Google Chrome.
- **Necessidade de Instalação do Cliente:** Este critério especifica se o OLP requer a instalação de componentes de rede no diretório raiz de um computador cliente.
- **Conexão à *Internet*:** Este critério determina se o acesso à internet é necessário para o uso do OLP.
- ***Open Source*:** Este critério estabelece se o *software* é de código aberto, ou seja, não é protegido por direitos autorais, sendo livremente acessível e editável pelos usuários.
- **Categoria:** Este critério identifica a qual das categorias de supervisão o OLP pertence; Automated Proctoring - Supervisão Automatizada (AP), Live Proctoring - Supervisão ao Vivo (LP) ou Recorded Proctoring - Supervisão Gravada (RP).
- **Valores/Planos:** Este critério examina a estrutura de preços do OLP, levando em consideração fatores como o custo por usuário, a existência de planos com diferentes níveis de funcionalidades, e a disponibilidade de descontos para aquisições em grande escala.

As funcionalidades definidas por [3, 19, 24] estão alinhadas com os objetivos desta pesquisa, que visa analisar os OLPs e selecionar aqueles que atendam de forma mais eficaz às necessidades da UFMS.

Dessa forma, as funcionalidades de cada programa foram organizadas em três tabelas, designadas como Tabela 4.2, Tabela 4.3 e Tabela 4.4. Para uma visão mais abrangente, essas três tabelas foram consolidadas na Tabela 4.3. A partir delas, foi possível estabelecer um panorama detalhado das funcionalidades de cada programa analisado.

	Honorlock	Proctorio	Talview	ProctorU	Mercer Mettl	Respondus Monitor	Proctortrack	Constructor	Digieam	ProctorStone	Synap	Integrity Advocate	ProctorEdu	Kryterion & Inc	Top Hat	YouTestMe	Moodle Proctoring	Safe Exam Browser
Integração com Moodle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escalabilidade		✓		✓	✓	✓								✓				
Suporte para Dispositivo Secundário		✓					✓		✓				✓					
Funções de Autenticação:																		
Documentos de Identidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		
Reconhecimento Facial		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓			✓	✓	
Reconhecimento de Voz			✓					✓					✓			✓		
Impressão Digital					✓													
Análise de Digitação				✓		✓								✓		✓		
Autenticação Ao Vivo				✓				✓						✓				
Autenticação Automatizada			✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓		✓	
Funções de Bloqueio:																		
Navegador de Bloqueio	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓		✓
Desabilitar Copiar e Colar	✓	✓	✓			✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
Desabilitar Clique Direito		✓				✓				✓								✓
Desabilitar Novas Abas		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓		✓			✓
Desabilitar Impressão	✓	✓			✓	✓				✓				✓	✓			✓
Desabilitar Captura de Tela	✓	✓			✓	✓				✓				✓	✓			✓
Prevenir Acesso a Sites	✓	✓			✓	✓	✓		✓			✓	✓					✓
Registrar Tráfego na Web		✓									✓	✓			✓			
Prevenir Execução de Aplicações Externas		✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓			✓
Funções de Monitoramento:																		
Gravação do Ambiente Físico (Varredura de Sala)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						✓					
Registrar ou Sinalizar Incidente com Hora Marcada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓		
Suporte a IA	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		
Gravação de Tela	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓			
Supervisão Automatizada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓				
Supervisão Ao Vivo	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓		✓			✓		
Gravação de Vídeo da Webcam	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Gravação de Áudio do Microfone	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		
Análise de Áudio em Tempo Real	✓		✓	✓						✓	✓							
Movimentos da Cabeça/Olhos								✓										
Revisão do Comportamento do Estudante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	
Geo-fencing					✓													
Suporte para Segunda Webcam							✓	✓	✓				✓					
Forçar Finalização de Exame		✓	✓			✓										✓		
Suporte de Chat Ao Vivo		✓	✓						✓	✓		✓		✓		✓		
Conformidade com GDPR		✓			✓	✓				✓	✓	✓				✓		
Interface Amigável ao Usuário		✓				✓			✓	✓		✓		✓				
Plataformas (Desktop/Móvel):																		
Windows	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Mac	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Linux		✓						✓		✓	✓	✓				✓	✓	
Android			✓					✓			✓	✓	✓					
iOS da Apple			✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓					✓
Extensão de Navegador/Plugin	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓							✓			
Necessita de Instalação do Cliente							✓		✓		✓							✓
Conexão com Internet	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gratuito																	✓	✓
Código Aberto																	✓	✓
Categoria	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP,LP,RP	AP, RP	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP, LP, RP	AP, RP	AP, LP, RP	AP, RP	RP		RP	RP

	Honorlock	Proctorio	Talview	ProctorU	Mercer Mettl	Respondus Monitor
Integração com Moodle	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escalabilidade		✓		✓	✓	✓
Suporte para Dispositivo Secundário		✓				
Funções de Autenticação:						
Documentos de Identidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Reconhecimento Facial		✓	✓	✓	✓	✓
Reconhecimento de Voz			✓			
Impressão Digital					✓	
Análise de Digitação				✓		✓

Tabela 4.1: Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota

	Honorlock	Proctorio	Talview	ProctorU	Mercer Mettl	Respondus Monitor
Integração com Moodle	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escalabilidade		✓		✓	✓	✓
Suporte para Dispositivo Secundário		✓				
Funções de Autenticação:						
Documentos de Identidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Reconhecimento Facial		✓	✓	✓	✓	✓
Reconhecimento de Voz			✓			
Impressão Digital					✓	
Análise de Digitação				✓		✓
Autenticação Ao Vivo				✓		
Autenticação Automatizada			✓	✓		✓
Funções de Bloqueio:						
Navegador de Bloqueio	✓	✓	✓		✓	✓
Desabilitar Copiar e Colar	✓	✓	✓			✓
Desabilitar Clique Direito		✓				✓
Desabilitar Novas Abas		✓	✓	✓	✓	✓
Desabilitar Impressão	✓	✓			✓	✓
Desabilitar Captura de Tela	✓	✓			✓	✓
Prevenir Acesso a Sites	✓	✓			✓	✓
Registrar Tráfego na Web		✓				
Prevenir Execução de Aplicações Externas		✓	✓	✓	✓	✓
Funções de Monitoramento:						
Gravação do Ambiente Físico (Varredura de Sala)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Registrar ou Sinalizar Incidente com Hora Marcada	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Suporte a IA	✓	✓		✓	✓	✓
Gravação de Tela	✓	✓	✓	✓	✓	
Supervisão Automatizada	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Supervisão Ao Vivo	✓	✓	✓	✓	✓	
Gravação de Vídeo da *webcam*	✓	✓		✓	✓	✓
Gravação de Áudio do Microfone	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Análise de Áudio em Tempo Real	✓		✓	✓		
Movimentos da Cabeça/Olhos						
Revisão do Comportamento do Estudante	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geo-fencing					✓	
Suporte para Segunda *webcam*						
Forçar Finalização de Exame		✓	✓			✓
Suporte de Chat Ao Vivo		✓	✓			
Conformidade com GDPR		✓			✓	✓
Interface Amigável ao Usuário		✓				✓
Plataformas (Desktop/Móvel):						
Windows	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mac	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Linux		✓				
Android			✓			
iOS			✓			✓
Extensão de Navegador/*plugin*	✓	✓		✓	✓	✓
Necessita de Instalação do Cliente						
Conexão com Internet	✓	✓		✓	✓	✓
Gratuito						
Código Aberto						
Categoria	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP,LP,RP**	**AP, RP**
Preços/Planos	**$16/usuario/ano avaliações ilimitadas**	**$9/usuario/ano (3000 - 9.999) $8/usuario/ano (+10.000) avaliações ilimitadas**		**$22,500 (pgto unico) teste piloto**		**$6,3/usuario/ano (5.000 estudantes) 6,9/usuario/ano (10.000 estudantes) avaliações ilimitadas**

Tabela 4.2: Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota

	Proctortrack	Constructor	Digieam	ProctorStone	Synap	Integrity Advocate
Integração com Moodle	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escalabilidade						
Suporte para Dispositivo Secundário	✓		✓			
Funções de Autenticação:						
Documentos de Identidade	✓	✓	✓	✓		✓
Reconhecimento Facial	✓	✓				✓
Reconhecimento de Voz		✓				
Impressão Digital						
Análise de Digitação						
Autenticação Ao Vivo		✓				
Autenticação Automatizada	✓		✓		✓	✓
Funções de Bloqueio:						
Navegador de Bloqueio	✓		✓	✓	✓	
Desabilitar Copiar e Colar				✓	✓	
Desabilitar Clique Direito				✓		
Desabilitar Novas Abas	✓	✓		✓		
Desabilitar Impressão				✓		
Desabilitar Captura de Tela				✓		
Prevenir Acesso a Sites	✓		✓			✓
Registrar Tráfego na Web					✓	✓
Prevenir Execução de Aplicações Externas	✓					✓
Funções de Monitoramento:						
Gravação do Ambiente Físico (Varredura de Sala)	✓					
Registrar ou Sinalizar Incidente com Hora Marcada	✓	✓	✓			✓
Suporte a IA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gravação de Tela	✓		✓	✓	✓	✓
Supervisão Automatizada	✓		✓		✓	✓
Supervisão Ao Vivo	✓	✓	✓		✓	
Gravação de Vídeo da *webcam*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gravação de Áudio do Microfone	✓	✓		✓	✓	
Análise de Áudio em Tempo Real				✓	✓	
Movimentos da Cabeça/Olhos		✓				
Revisão do Comportamento do Estudante	✓	✓	✓		✓	✓
Geo-fencing						
Suporte para Segunda *webcam*	✓	✓	✓			
Forçar Finalização de Exame						
Suporte de Chat Ao Vivo			✓	✓		✓
Conformidade com GDPR				✓	✓	✓
Interface Amigável ao Usuário			✓	✓		✓
Plataformas (Desktop/Móvel):						
Windows	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mac	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Linux		✓		✓	✓	✓
Android		✓			✓	✓
iOS		✓	✓		✓	✓
Extensão de Navegador/*plugin*	✓	✓				
Necessita de Instalação do Cliente	✓		✓		✓	
Conexão com Internet	✓	✓		✓	✓	✓
Gratuito						
Código Aberto						
Categoria	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP, LP, RP**	**AP, RP**
Preços/Planos	**$24,500 (instalação/configuração) + $25/usuário/ano testes/horas ilimitadas**		**$4,368.85/ano (licença) + $8.65/usuário/ano (0 - 5000) $7.56/usuário/ano (5001 - 10000)**	**$140,000/semestre usuários e avaliações ilimitadas**	**$25,512.33/ano**	**$2/usuário**

Tabela 4.3: Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota

	ProctorEdu	Kryterion & Inc	Top Hat	YouTestMe	Moodle Proctoring	Safe Exam Browser
Integração com Moodle	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escalabilidade		✓				
Suporte para Dispositivo Secundário	✓					
Funções de Autenticação:						
Documentos de Identidade	✓		✓	✓		
Reconhecimento Facial	✓			✓	✓	
Reconhecimento de Voz	✓			✓		
Impressão Digital						
Análise de Digitação		✓		✓		
Autenticação Ao Vivo		✓				
Autenticação Automatizada		✓	✓		✓	
Funções de Bloqueio:						
Navegador de Bloqueio			✓	✓		✓
Desabilitar Copiar e Colar	✓	✓	✓	✓		✓
Desabilitar Clique Direito						✓
Desabilitar Novas Abas	✓		✓			✓
Desabilitar Impressão		✓	✓			✓
Desabilitar Captura de Tela		✓	✓			✓
Prevenir Acesso a Sites	✓					✓
Registrar Tráfego na Web			✓			
Prevenir Execução de Aplicações Externas	✓	✓	✓			✓
Funções de Monitoramento:						
Gravação do Ambiente Físico (Varredura de Sala)	✓					
Registrar ou Sinalizar Incidente com Hora Marcada	✓			✓		
Suporte a IA	✓			✓		
Gravação de Tela	✓		✓			
Supervisão Automatizada	✓	✓				
Supervisão Ao Vivo	✓			✓		
Gravação de Vídeo da *webcam*	✓	✓	✓	✓	✓	
Gravação de Áudio do Microfone	✓	✓	✓	✓		
Análise de Áudio em Tempo Real						
Movimentos da Cabeça/Olhos						
Revisão do Comportamento do Estudante	✓		✓	✓	✓	
Geo-fencing						
Suporte para Segunda *webcam*	✓					
Forçar Finalização de Exame				✓		
Suporte de Chat Ao Vivo		✓		✓		
Conformidade com GDPR				✓		
Interface Amigável ao Usuário		✓				
Plataformas (Desktop/Móvel):						
Windows		✓	✓	✓	✓	✓
Mac		✓	✓	✓	✓	✓
Linux				✓	✓	
Android	✓					
iOS	✓					✓
Extensão de Navegador/*plugin*			✓			
Necessita de Instalação do Cliente						✓
Conexão com Internet	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gratuito					✓	✓
Código Aberto					✓	✓
Categoria	**AP, LP, RP**	**AP, RP**	**RP**		**RP**	**RP**
Preços/Planos	**$6,5/usuário**			**$28,000/ano (1000 usuarios) + $35/usuário adicional/ano OU $58,000 (pgto único p/ 1000 usuários) + $ 35/usuário adicional**		

Tabela 4.4: Tabela Comparativa entre os Programas de Supervisão Remota

Com a seleção final dos programas de supervisão remota, foi possível prosseguir com análises mais detalhadas e avançar para a etapa de identificação dos programas que satisfazem os critérios estipulados pela UFMS.

Para identificar os programas de supervisão remota que atendem aos critérios estabelecidos pela UFMS, a Diretoria da AGEAD-UFMS/UFMS definiu os seguintes critérios estratégicos:

1. **Integração com o AVA-Moodle (Versão 3.11.11)**: A UFMS utiliza uma adaptação customizada do Moodle, fazendo com que a compatibilidade com a versão 3.11.11 seja necessário para o funcionamento adequado;

2. **Funções de Autenticação (Reconhecimento Facial ou Documento de Identidade)**: Conforme mencionado na Seção 2.4, estas funcionalidades são consideradas fundamentais para aumentar a segurança nas avaliações *on-line*;

3. **Funções de Bloqueio (Teclado, Mouse e Navegador)**: Restrições como copiar/colar e abertura de novas abas são mencionadas na Seção 2.4 como medidas para reduzir a possibilidade de fraudes durante as avaliações;

4. **Monitoramento (Gravação via Webcam e Análise de Comportamento do Estudante)**: A AGEAD-UFMS destaca a gravação da *webcam* do estudante e a análise de comportamento como úteis para desenvolver a integridade das avaliações *on-line*;

5. **Conformidade com o GDPR**: A proteção das imagens dos estudantes armazenadas é um ponto discutido com a AGEAD-UFMS;

6. **Gratuidade**: Dada a limitação orçamentária da UFMS, a gratuidade do programa é um requisito indispensável, como informado pelo orientador;

7. **Compatibilidade com Sistemas Operacionais**: A necessidade de abranger a maioria dos estudantes leva à recomendação de compatibilidade com sistemas como Windows, Mac OS e Linux;

8. **Não Exigência de Instalação de Plugins ou Extensões de Navegador**: A AGEAD-UFMS menciona a importância de evitar instalações específicas para facilitar o acesso dos estudantes ao programa;

9. **Não Exigência de Instalação de Cliente**: A facilidade de uso e acessibilidade são motivos para evitar a necessidade de instalações adicionais, conforme destacado pela AGEAD-UFMS;

10. **Código Aberto (*Open Source*)**: A possibilidade de futuras melhorias ou adições de funcionalidades é uma razão para a preferência por um programa de código aberto, como mencionado pelo diretor da AGEAD-UFMS;

11. **Requerimento de Conexão com a Internet**: A operação do AVA-UFMS exclusivamente com conexão à internet leva à necessidade de o programa de supervisão também requerer conexão;

12. **Enquadramento em Categorias de Supervisão Remota**: O programa deve se enquadrar em uma das categorias, mencionadas na Seção 2.5, para ser considerado apropriado para uso em avaliações *on-line*.

13. **Métricas de Popularidade e Utilização**: É necessário verificar a popularidade e a utilização dos programas selecionados, considerando sua adoção por instituições de ensino públicas ou privadas e de outras organizações pertinentes. Além disso, devem ser analisadas métricas como a quantidade de sites que utilizam o programa e o número de downloads realizados em um período sugerido de 6 a 12 meses.

Com base nos critérios e justificativas estabelecidos, evidencia-se a necessidade de excluir programas de supervisão remota que não são de domínio público. Restam, portanto, quatro programas gratuitos e de código aberto:

1. SEB
2. Block Concurrent Sessions Quiz Access Rule
3. Proctoring Quiz Access Rule
4. Moodle Proctoring

Dentre as opções avaliadas, o SEB foi descartado para uso amplo na UFMS devido à necessidade de instalação em dispositivos dos estudantes e sua compatibilidade limitada aos sistemas operacionais Windows e macOS/iOS [47]. A decisão foi baseada na falta de recursos da UFMS para oferecer suporte técnico a todos os estudantes em possíveis problemas de instalação, além da incapacidade de garantir a compatibilidade com todos os sistemas operacionais. No entanto, o autor realizou testes com o SEB exclusivamente em ambiente local, considerando essas limitações e a complexidade de sua instalação e configuração no ambiente real do AVA-UFMS.

O programa Block Concurrent Sessions Quiz Access Rule atende aos requisitos de autenticação e bloqueio, mas não oferece funcionalidades de monitoramento via *webcam*, portanto, também foi descartado.

Os programas Moodle Proctoring e Proctoring Quiz Access Rule destacam-se por sua maior aderência aos critérios definidos. No entanto, o número de sites que utilizam o Moodle Proctoring é de 1644, e o número total de downloads nos últimos 90 dias é de 1235 [35], enquanto o Proctoring Quiz Access Rule possui métricas bem inferiores, com 38 sites utilizando e 179 downloads nos últimos 90 dias [36].

Além disso, instituições como Indian Institute of Information Technology, Kottayam (IIITK) [8], Australian Global College (AGC) [6], Big Blue Communications (BBC) [7], University of Porto (UP)[8] [38], University of South Africa (Unisa) [39], e Universidade Aberta - Portugal (UAb) [45] utilizam o Moodle Proctoring, demonstrando sua confiabilidade e ampla adoção no contexto acadêmico. Com base nessas informações e nas funcionalidades descritas nas Tabelas 4.2, 4.3 e 4.4, o *plugin* Moodle Proctoring foi selecionado para prosseguir para a fase de testes, por melhor atender aos critérios estabelecidos e apresentar uma base de usuários substancialmente maior em comparação com outras soluções avaliadas.

4.4 Resultados da Fase 3: Testes Experimentais

Antes de prosseguir com os testes e as análises das funcionalidades dos programas de supervisão remota, é essencial esclarecer os seguintes conceitos de testes em desenvolvimento de *software*, particularmente, os ambientes de produção, homologação e local. A seguir, são detalhados cada um destes ambientes no contexto do AVA-UFMS:

1. **Ambiente de Produção:** plataforma principal utilizada rotineiramente por professores e estudantes da UFMS. É o sistema em operação ativa, onde ocorrem as interações diárias de ensino e aprendizagem.

2. **Ambiente de Homo*log*ação:** sistema com acesso restrito aos administradores do Moodle e técnicos especializados em desenvolvimento, destinado ao teste de novas funcionalidades e à análise de possíveis falhas antes de sua implementação no Ambiente de Produção. A homologação é uma etapa crucial para garantir a estabilidade e a disponibilidade do sistema em uso, prevenindo interrupções e assegurando a qualidade do serviço oferecido.

3. **Ambiente Local**: cenário de testes controlados, onde é possível executar e avaliar os sistemas de *software* em um computador ou rede local. No contexto da UFMS, o Ambiente Local pode ser configurado utilizando máquinas pertencentes à Universidade a fim de simular o funcionamento do AVA-UFMS ou de programas de supervisão remota. Esse ambiente é essencial para testes preliminares, pois permite aos desenvolvedores realizar ajustes e corrigir erros antes de promover as aplicações para os ambientes de homologação ou produção, garantindo que mudanças mais significativas sejam implementadas com maior segurança e eficiência.

[8]A University of Porto (UP) também utiliza o plugin Safe Exam Browser (SEB) para complementar a segurança em avaliações online [38].

Dessa forma, os ambientes de homologação e de local desempenham um papel fundamental na gestão de riscos, permitindo a validação de atualizações e novas funcionalidades sem comprometer a integridade e a operacionalidade do ambiente de produção, que é crítico para a continuidade das atividades acadêmicas e não pode apresentar falhas ou períodos de inatividade.

Adicionalmente, na prática de desenvolvimento de *software*, adota-se a abordagem de teste piloto, onde uma nova funcionalidade, já validada no ambiente de homologação, é submetida a uma avaliação no ambiente de produção, embora limitada a um grupo restrito de usuários — neste caso, um grupo de estudantes selecionados da UFMS. O teste piloto é conduzido em um ambiente controlado, o que permite um monitoramento efetivo e a segurança de que eventuais falhas serão contidas e administradas sem maiores impactos.

As ferramentas do ambiente de homologação, de local e de teste piloto são fundamentais na metodologia deste trabalho, razão pela qual é essencial fornecer uma explicação detalhada de seu funcionamento. A implementação dessas etapas representa uma estratégia proativa de gestão de riscos, visando a manutenção da integridade operacional do AVA-UFMS.

O objetivo principal destes testes é avaliar e analisar a eficácia das funcionalidades dos programas de supervisão remota em sua integração com o AVA-UFMS. Os aspectos-chave a serem avaliados incluem:

- **Compatibilidade:** Verificação da compatibilidade dos *plugins* com a versão atual do Moodle, utilizada pelo AVA-UFMS;
- **Funcionalidade:** Teste das principais funcionalidades, incluindo restrições de navegação/acesso, captura de imagens e reconhecimento facial;
- **Integração:** Avaliação da integração dos programas ao AVA-UFMS, considerando a fluidez da interface e a interação com outros componentes do sistema; e
- **Viabilidade:** Determinação da viabilidade da solução para o contexto da UFMS, levando em conta critérios técnicos e orçamentários.

Em decorrência do ataque cibernético sofrido pela UFMS[9], foi impossibilitado utilizar o ambiente de homologação do AVA-UFMS. Pois, em resposta a este incidente, a UFMS suspendeu a maioria dos seus serviços digitais *online*, incluindo tanto o ambiente de produção quanto o de homologação do AVA-UFMS.

Cabe destacar que o acesso ao ambiente de homologação do AVA-UFMS, quando realizado externamente às instalações da UFMS, exige o uso de uma

[9]Informações adicionais estão disponíveis em: https://www.ufms.br/ataques-hackers-deixam-a-ufms-sob-alerta/

VPN[10] autenticada pelo Passaporte UFMS[11]. No entanto, tal acesso foi temporariamente interrompido devido ao mencionado ataque cibernético.

Diante dessas limitações, optou-se por realizar os testes dos programas de supervisão remota (Moodle Proctoring e o SEB) em ambiente local, utilizando uma imagem Docker do Moodle 3.11.12[12]. Essa abordagem foi escolhida por não exigir licenças de empresas especializadas e devido à complexidade de instalação/configuração do SEB no ambiente real.

4.4.1 Testes: Moodle Proctoring

A versão utilizada do Moodle Proctoring nos testes foi a 1.3.1 (2023091000), atualizada em 11 de setembro de 2023, e compatível com o Moodle 3.7 até 4.1. Após a instalação do Moodle Proctoring no ambiente local do AVA-UFMS, procedeu-se à sua configuração. Na configuração, utilizou-se o serviço de reconhecimento facial AWS Rekognition, exigindo o uso de credenciais pessoais do autor para acesso a este serviço (Figura 4.5). Além disso, foi necessário enviar uma foto de perfil do autor para uso na identificação facial (Figura 4.6).

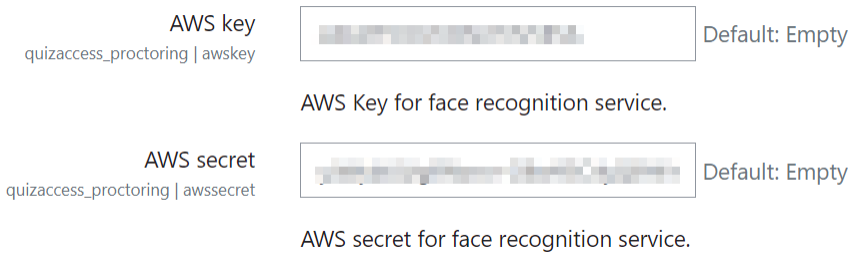

Figura 4.5: Configuração da AWS Rekognition mostrando as credenciais utilizadas.

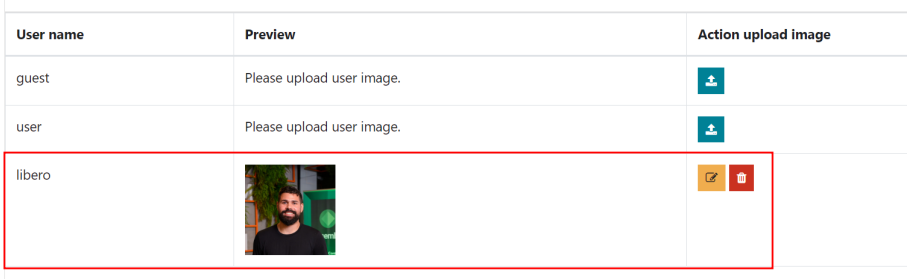

Figura 4.6: Processo de *upload* da imagem do estudante.

[10]Uma Rede Privada Virtual (*VPN*) é uma tecnologia que cria uma conexão segura e criptografada sobre uma rede, como a internet, permitindo acesso remoto seguro a recursos de rede e proteção de dados.

[11]Conforme descrito pela Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação (AGETIC) da UFMS, é "o sistema de gerenciamento de contas de usuários para acesso aos computadores da UFMS e os sistemas desenvolvidos pela AGETIC."

[12]Mais informações em https://hub.docker.com/r/bitnami/moodle

Após configurar o AWS Rekognition e fazer o *upload* da imagem do estudante a ser supervisionado - neste caso, o próprio autor - criou-se um novo *quiz*. Na opção *Extra restrictions on attempts*, selecionou-se *webcam identity validation: must be acknowledged before starting an attempt*. Isso implica que o estudante que realizará a avaliação *on-line* deve concordar com o uso da *webcam identity validation: must be acknowledged before starting an attempt* e com o armazenamento e uso de suas imagens para reconhecimento facial ou avaliação manual por tutores/professores após a avaliação, constituindo uma aceitação simplificada dos termos de GPD (Figura 4.7).

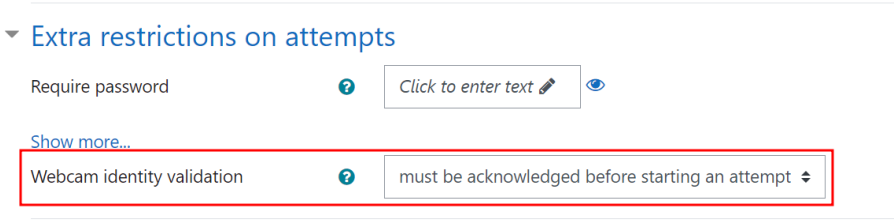

Figura 4.7: Configuração necessária para ativar o *plugin* Moodle Proctoring.

Ao iniciar o *quiz*, o estudante deve ter uma *webcam* e concordar com os termos de uso para prosseguir com a avaliação *on-line* (Figura 4.8). Ao começar a avaliação, é exibida para o estudante a imagem de sua *webcam* em tempo real (Figura 4.9). Se houver algum bloqueio na *webcam* ou baixa iluminação, será exibida a mensagem de aviso *Face not found. Try changing your camera to a better lighting* (Figura 4.10), alertando o estudante sobre possíveis obstruções na *webcam*.

Após a finalização da avaliação *on-line*, o tutor/professor pode analisar o comportamento do estudante durante a avaliação. Na Figura 4.11, são apresentadas informações como nome do estudante, *e-mail*, data e hora de conclusão da avaliação, *warnings* - se houve alertas, como obstrução da *webcam* - e a visualização das imagens salvas do estudante pela *webcam* durante a avaliação.

A Figura 4.12 mostra as imagens capturadas pela *webcam* do estudante durante a avaliação *on-line*. Ao clicar em *Analyse Images*, pode-se utilizar o AWS Rekognition para comparar as imagens capturadas com a foto enviada na etapa de configuração. As imagens podem ser visualizadas individualmente em maior tamanho e definição, como poder ser visualizado pela Figura 4.13, permitindo uma análise detalhada. Importante ressaltar que a identificação da identidade do estudante pode ser realizada tanto pelo AWS Rekognition quanto manualmente pelo tutor/professor.

A partir dos testes realizados com o Moodle Proctoring, a eficiência do *plugin* foi evidenciada, destacando-se a importância das imagens capturadas. Estas não só são cruciais para a análise e identificação facial, realizadas via AWS

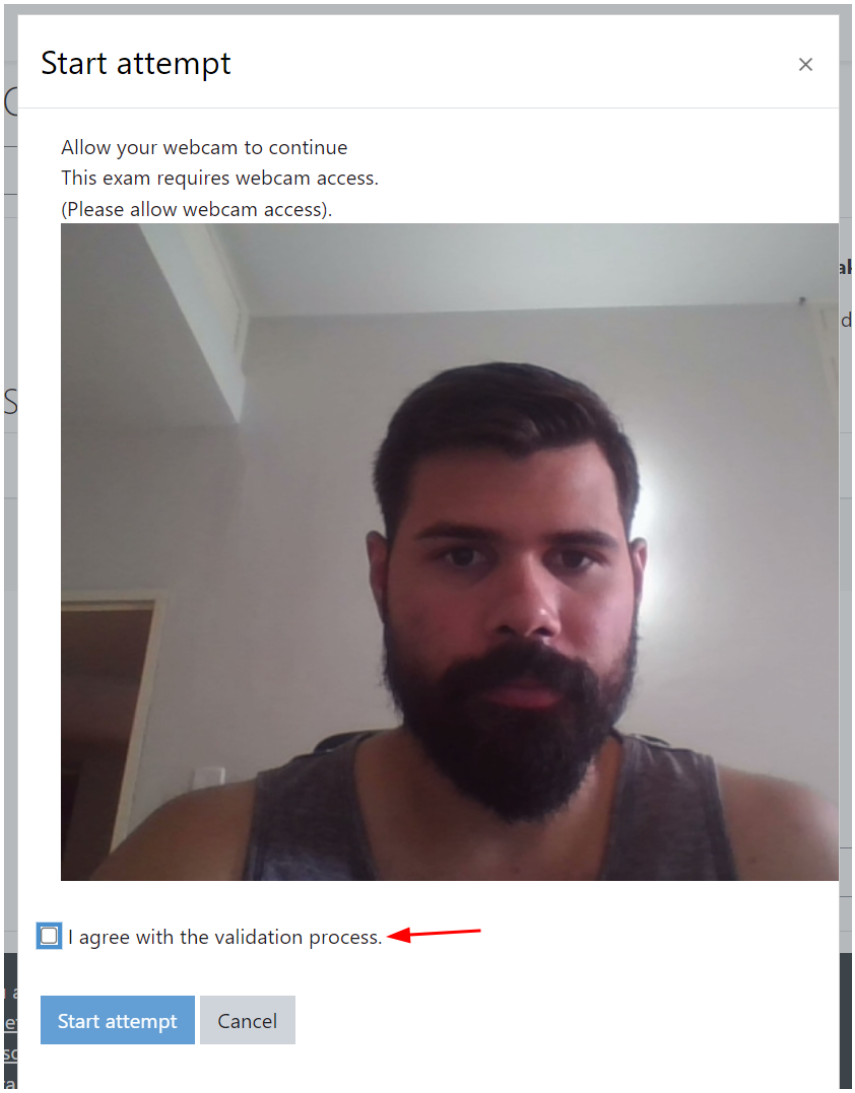

Figura 4.8: Etapa pré-avaliação, em que o estudante concorda que será supervisionado via *webcam* e que suas imagens serão armazenadas.

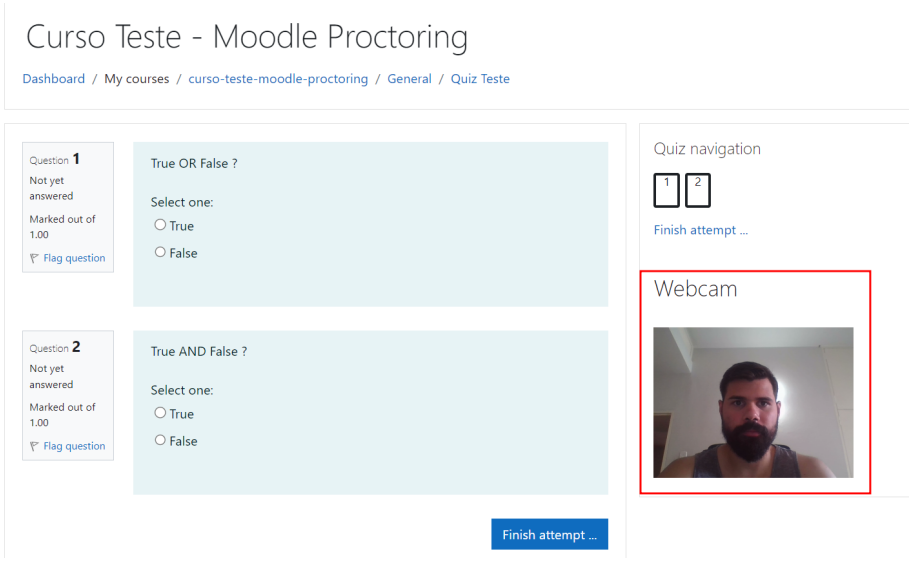

Figura 4.9: Exemplo de supervisionamento via *webcam* do estudante durante a avaliação *on-line*.

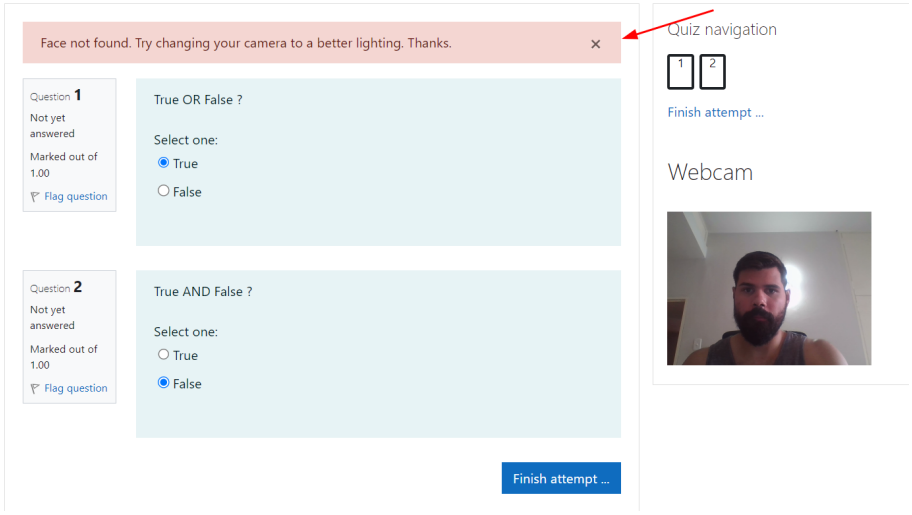

Figura 4.10: Alerta informando o estudante sobre um problema detectado na captura de imagem via *webcam* durante a realização de uma avaliação *on-line*.

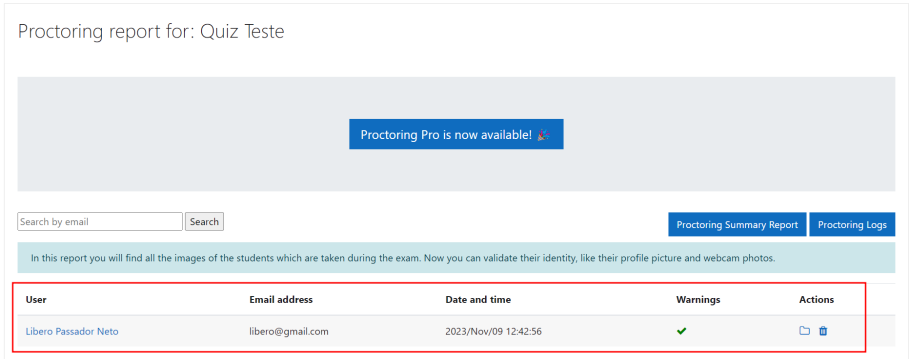

Figura 4.11: Informações de supervisionamento pós-avaliação.

Rekognition ou manualmente pelos professores/tutores, mas também são fundamentais para a detecção de má conduta acadêmica durante as avaliações.

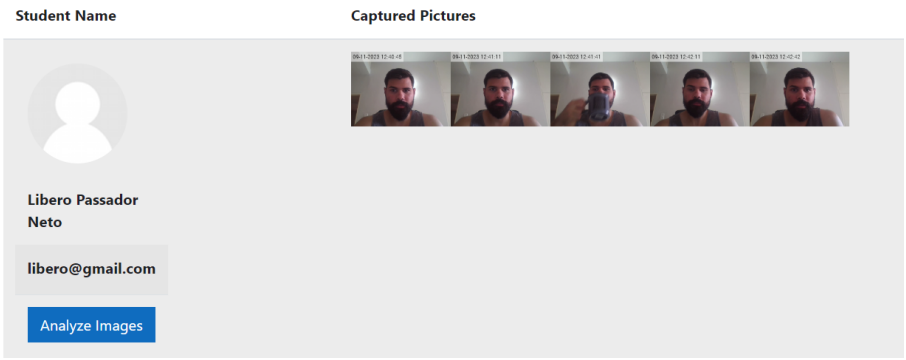

Figura 4.12: Imagens salvas do estudante durante a avaliação *on-line*.

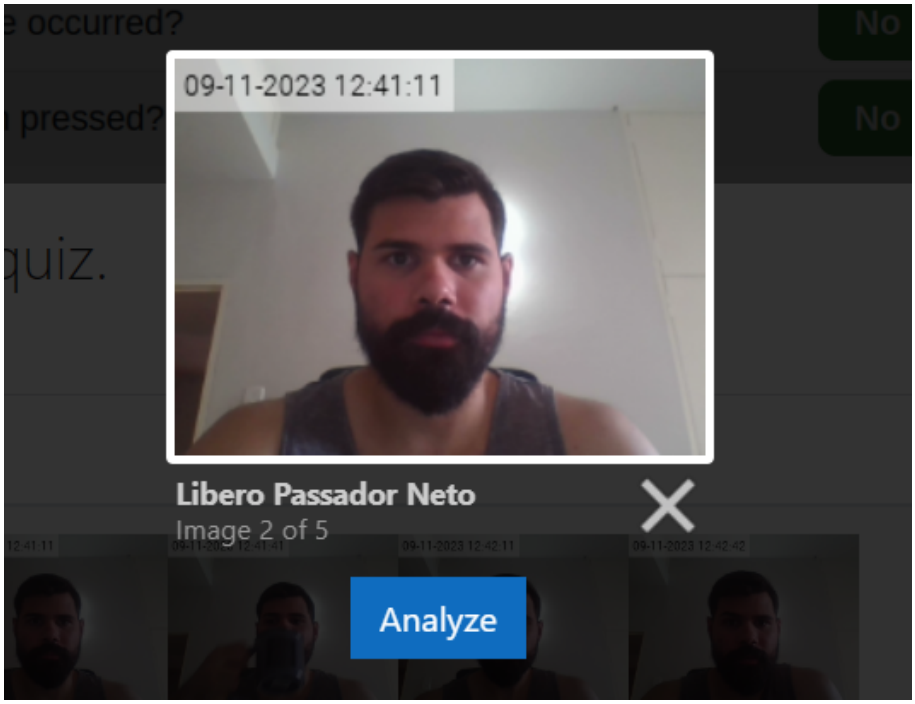

Figura 4.13: Imagem selecionada do estudante para ser analisada.

Esta abordagem oferece aos educadores a capacidade de fundamentar suas decisões de validar ou invalidar as avaliações em evidências concretas. Além disso, a consciência dos estudantes sobre o monitoramento no AVA-UFMS tende a reduzir significativamente a incidência de comportamentos inadequados.

No entanto, é importante ressaltar que esta opção mostrou-se inferior em comparação com outros programas pagos mencionados em 4.2.2, exigindo uma análise cuidadosa de suas limitações e adequação às necessidades específicas da UFMS.

Em suma, o Moodle Proctoring (ou *Pro*) apresenta-se como uma opção promissora para adoção no AVA-UFMS. Suas funcionalidades contribuem significativamente para a credibilidade e integridade das avaliações *on-line* realizadas pela instituição.

4.4.2 Testes: SEB

Os testes do SEB foram conduzidos exclusivamente em ambiente local, devido à complexidade de sua instalação e configuração no ambiente real do AVA-UFMS. A utilização do ambiente local permitiu avaliar tecnicamente as funcionalidades do SEB, embora suas limitações em termos de escalabilidade e suporte técnico tenham sido fatores decisivos para a não adoção da UFMS.

A complexidade e a essencialidade do SEB residem primordialmente em sua configuração. Para gerar o arquivo de configuração, é imprescindível ter o programa instalado no sistema operacional e utilizar a ferramenta SEB Configuration Tool. Essa abordagem permite configurar e personalizar uma ampla gama de funcionalidades, as quais estão categorizadas e podem ser consultadas no manual do usuário disponível em http://tinyurl.com/3n34e336 e pelas Figuras 4.14 e 4.15.

As configurações são adaptáveis aos critérios da UFMS, permitindo o uso de funcionalidades criteriosas e rígidas. Exemplos incluem o bloqueio da função copiar/colar, a proibição de acesso a dispositivos externos (como monitores), a utilização de aplicativos específicos (como calculadora e bloco de notas), restrições a determinadas teclas e comandos do mouse, exigência de sistemas operacionais Windows, e a proibição de teclas especiais como F1-F12, tecla de *print screen* e o botão direito do mouse. As configurações são inúmeras e totalmente personalizáveis.

Portanto, o desafio consiste em compreender o nível de segurança necessário para as avaliações *on-line* da instituição, buscando ativar as funcionalidades apropriadas no SEB. É importante destacar que, embora um maior número de funcionalidades ativas resulte em mais segurança, isso pode impor dificuldades adicionais para o estudante durante a avaliação, exigindo adaptação aos critérios configurados pelo SEB.

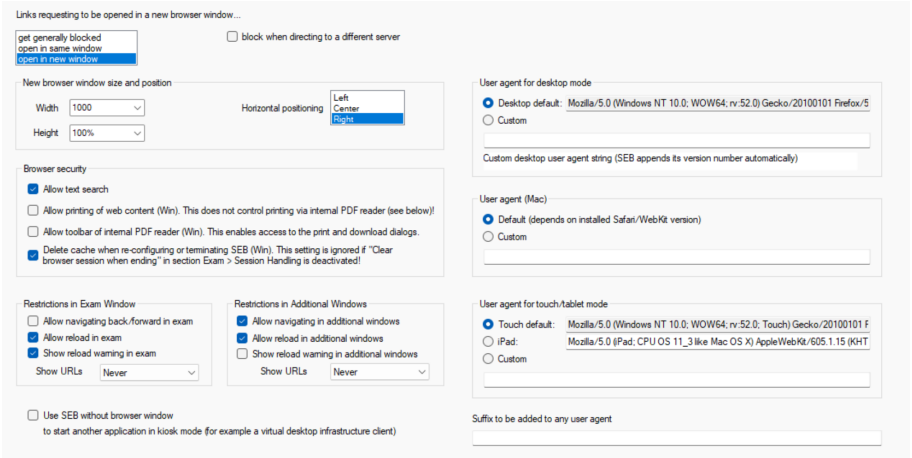

Figura 4.14: Configurações de Navegador (*Browser*) da ferramenta SEB Configuration Tool.

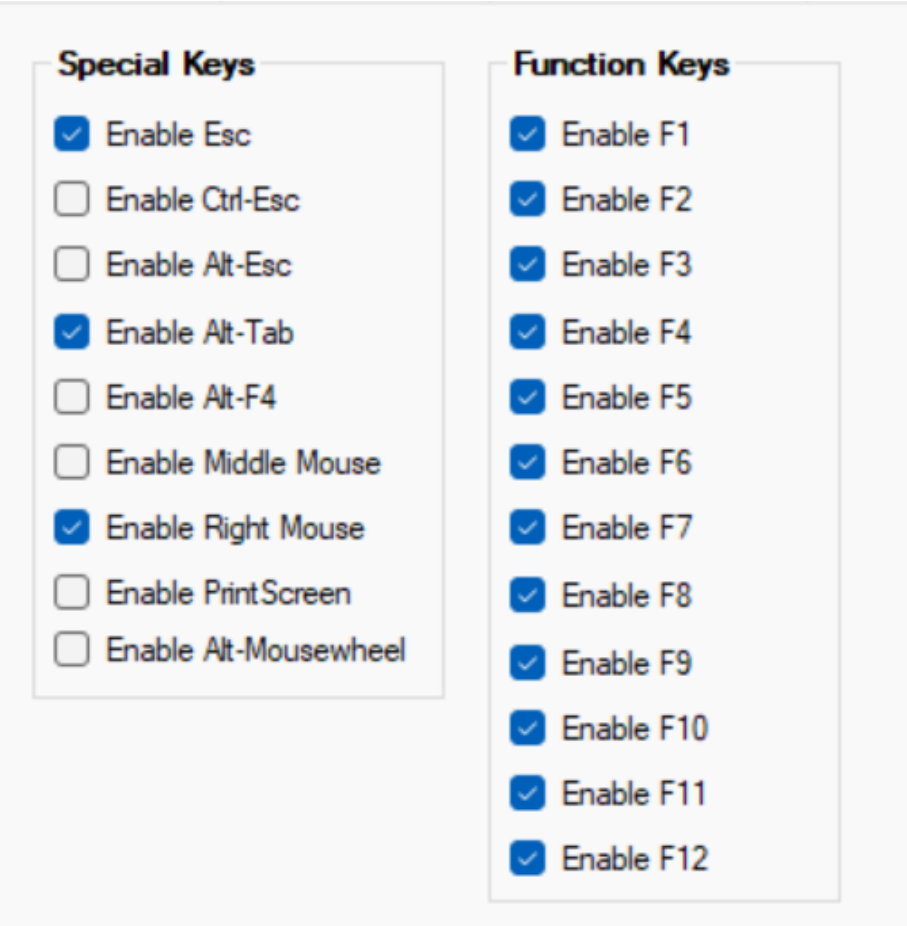

Figura 4.15: Configurações de comandos de teclado e mouse (*Hooked Keys*) da ferramenta SEB Configuration Tool.

4.5 Proposta de Programa de Supervisão Remota para o AVA-UFMS

Em decorrência dos testes realizados, foi possível identificar e validar programas de supervisão remota que satisfazem os critérios da UFMS. Como resultado, elaborou-se a Tabela 4.2, que cataloga e avalia a conformidade desses programas com os critérios estabelecidos pela UFMS.

A análise detalhada da Tabela 4.2 sugere alternativas promissoras para a implementação de programas de supervisão remota no AVA-UFMS. Dentre as diversas opções analisadas, o Moodle Proctoring (Pro) e o SEB destacam-se devido às suas funcionalidades específicas. No entanto, visando aprimorar os padrões de segurança e fortalecer a credibilidade das avaliações *on-line* no AVA-UFMS, este estudo recomenda a integração conjunta do Moodle Proctoring (Pro) com o SEB.

Esta abordagem integrada é considerada estratégica: o Moodle Proctoring (Pro) contribui para a identificação dos estudantes e monitoramento das atividades via *webcam*, enquanto o SEB restringe as interações externas e bloqueia

comandos de teclado e mouse, além dos bloqueios específicos no navegador. Consequentemente, a união dessas tecnologias representa um avanço significativo na garantia de segurança e integridade nas avaliações *on-line* no AVA-UFMS.

Foi apresentada uma análise do estado da arte de *plugins* gratuitos e comerciais que podem ser integrados ao AVA-Moodle. Entretanto, para o contexto da UFMS, a categoria de *plugins* escolhida é dos gratuitos, pois, a política da UFMS é adotar *softwares* livres com código aberto. Além disso, a Direção da AGEAD-UFMS propôs que a UFMS faz jus ao uso de softwares gratuitos e de código aberto. Portanto, a escolha que mais se encaixa no contexto da UFMS são os *plugins* gratuitos do Moodle.

Um aspecto de destaque é que a empresa Mercer Mettl [33] está entre as fornecedoras de soluções de supervisão remota. Esta empresa se destaca por ser a única das listadas a possuir um representante no Brasil e oferecer suporte das ferramentas na língua portuguesa. A barreira da língua é um fator crucial a ser considerado para superar os desafios das avaliações *on-line* na UFMS, de modo que o representante do *software* possa compreender os requisitos de forma clara e concisa. A solução da Mercer Mettl não se limita a resolver questões linguísticas; ela também oferece funcionalidades de autenticação e monitoramento que se alinham aos desafios específicos da UFMS. Essa adequação às necessidades locais, aliada à acessibilidade linguística, posiciona a Mercer Mettl como uma alternativa atraente para o contexto da universidade.

CAPÍTULO

5

Implementação e Avaliação do Uso do Moodle Proctoring no AVA-UFMS

5.1 Introdução

Neste capítulo é apresentada a metodologia empregada no estudo de caso realizado utilizando um dos Programas de Supervisão Remota identificados para o AVA-UFMS, além de discutir os resultados obtidos. Adicionalmente, é apresentada uma estimativa de custos para um cenário hipotético e recomendações para futuras melhorias nas avaliações *on-line* no AVA-UFMS, utilizando o *plugin* Moodle Proctoring.

5.2 Objetivo do Teste Piloto

O teste piloto, frequentemente referido como *beta testing* em engenharia de *software*, possui o objetivo de validar as funcionalidades de software em condições similares à operação real, mas dentro de um ambiente controlado. Este processo permite a coleta de dados sobre o desempenho e a usabilidade da aplicação, fornecendo uma oportunidade única para ajustes antes de sua implementação em larga escala.

No contexto deste trabalho, o teste piloto visa assegurar que as funcionalidades do *plugin* Moodle Proctoring promovam a integridade acadêmica sem comprometer a usabilidade para os usuários finais.

5.3 Metodologia - Estudo de Caso

A metodologia do estudo de caso foi dividida em quatro etapas, cada uma com um propósito específico. A seguir, são apresentados os detalhes de cada uma das etapas do método adotado:

1. Configuração do *plugin* Moodle Proctoring no AVA-UFMS com base nos testes experimentais.

2. Identificação de pré-requisitos para a eficácia do estudo de caso / teste piloto com base nos testes experimentais.

3. Seleção e contato com docentes e elaboração do plano de execução do teste piloto.

4. Execução do teste piloto e análise dos dados.

Com a metodologia proposta, espera-se como resultado a conclusão do estudo de caso, focando na avaliação dos resultados obtidos, destacando:

- Número de estudantes participantes e dados quantitativos sobre as imagens capturadas.

- Eficácia do *plugin* Moodle Proctoring em termos de reconhecimento facial e monitoramento durante as avaliações *on-line*.

- Identificação de pontos fortes e áreas para melhoria, visando otimizar futuras implementações e testes.

5.3.1 Etapa 1: Instalação e Configuração do plugin Moodle Proctoring no AVA-UFMS

A primeira etapa do estudo de caso envolveu a instalação e configuração do *plugin* Moodle Proctoring no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). As configurações foram baseadas nos resultados de testes experimentais preliminares. Entre as configurações principais, destacam-se:

- Utilização do serviço AWS Rekognition para reconhecimento facial.

- Definição de 70% como a porcentagem mínima da imagem que deve ser reconhecida, uma vez que essa configuração apresentou os melhores resultados nos testes preliminares.

5.3.2 Etapa 2: Identificação de Pré-Requisitos para a Eficácia do Estudo de Caso

Para garantir a eficácia do estudo de caso, foram estabelecidos os seguintes pré-requisitos para os estudantes:

- Envio de uma foto de perfil atualizada, conforme requisitos específicos (fundo neutro, posição do rosto, formato 3x4), para uso pelo *plugin* Moodle Proctoring.
- Disponibilidade de ferramentas necessárias, como webcam e acesso à internet.
- Informação prévia aos discentes sobre o monitoramento e supervisão durante a avaliação, além da obtenção de consentimento.
- Compartilhamento de tutoriais e suporte técnico, caso haja necessidade de instalação de ferramentas específicas.

5.3.3 Etapa 3: Seleção e Contato com Docentes

Para a realização do estudo de caso, foram identificados e selecionados docentes que atuam na UFMS e aplicam avaliações *on-line* via AVA-UFMS. Os passos seguidos foram:

1. Alinhamento com a AGEAD-UFMS e com o orientador para identificar os professores mais aptos para entrar em contato.
2. Contato com os docentes selecionados para apresentar os objetivos do projeto de pesquisa, a necessidade do teste piloto e as expectativas de resultados.
3. Elaboração conjunta do passo a passo do teste piloto, incluindo as etapas necessárias e o suporte prestado aos docentes no dia e horário do teste.
4. Definição das disciplinas e turmas onde o teste piloto seria aplicado, assim como a quantidade de discentes participantes, o número de questões e o tempo de avaliação.

5.3.4 Etapa 4: Execução do Teste Piloto e Análise de Dados

O estudo de caso será executado conforme o planejamento, e os dados coletados serão analisados da seguinte forma:

- Registro da participação dos estudantes, incluindo data e hora do teste.

- Quantidade de imagens capturadas por estudante durante a avaliação.

- Análise das imagens quanto ao tamanho em *bytes*, visibilidade e qualidade.

- Identificação e análise dos dados obtidos (imagens capturadas e *logs*) do teste piloto, identificando os casos bem-sucedidos e os *outliers*.

O estudo de caso foi realizado sob a supervisão do Prof. Dr. Mauro dos Santos de Arruda, professor adjunto da UFMS e responsável pela disciplina de Computação Distribuída, que é oferecida na modalidade de EaD pelo programa UFMS Digital.

O teste foi executado no ambiente AVA-UFMS, especificamente dentro do curso de Computação Distribuída, cuja página pode ser observada na Figura 5.1.

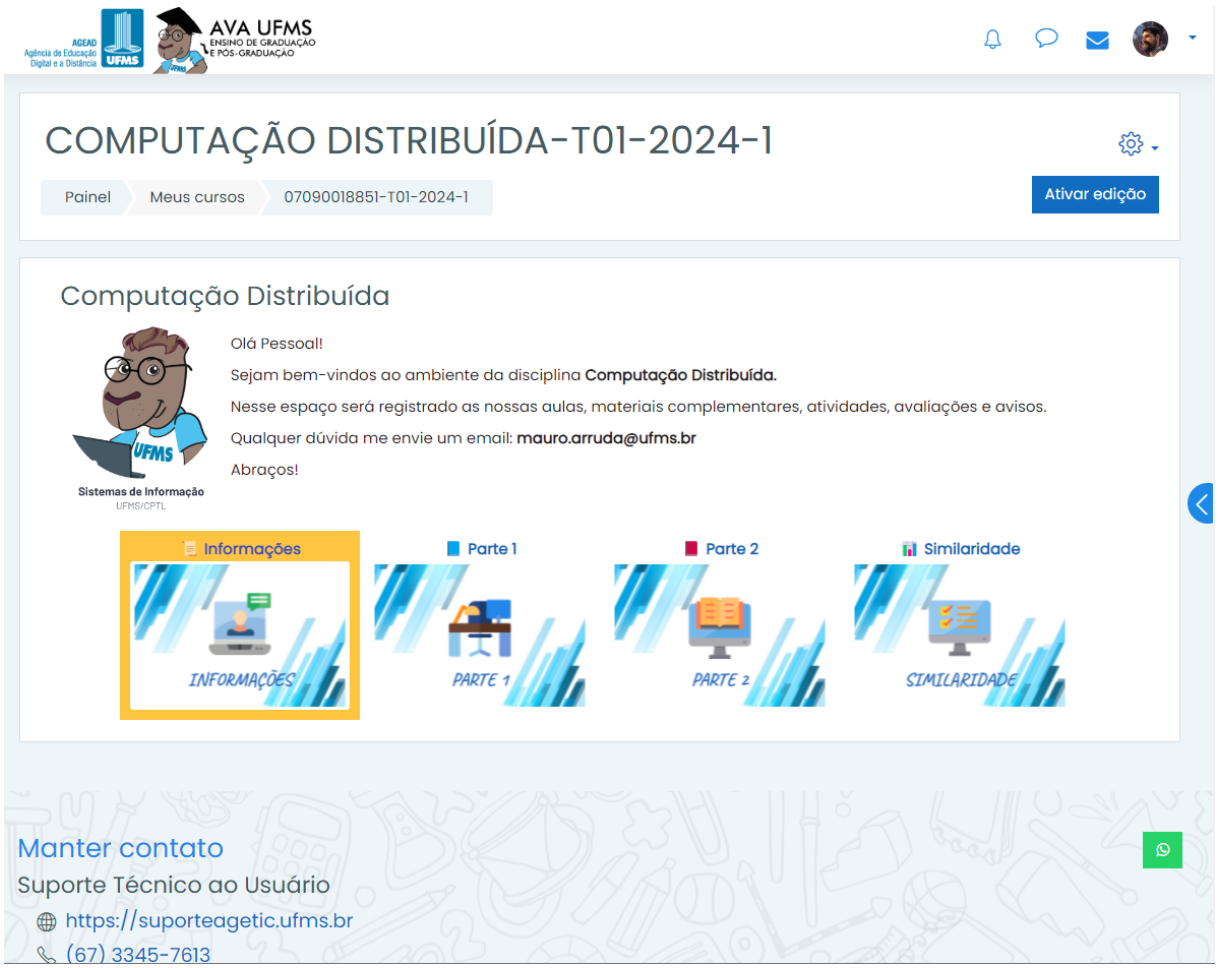

Figura 5.1: Página inicial da disciplina de Computação Distribuída no AVA-UFMS.

A execução do teste piloto ocorreu de acordo com as seguintes etapas:

5.3.5 Etapa 1: Configuração e Coleta de Dados Iniciais

Inicialmente, foi solicitado aos estudantes do disciplina que enviassem uma foto atualizada para ser utilizada pelo *plugin* Moodle Proctoring para reconhecimento facial. A atividade foi acessível de 12 a 30 de abril de 2024, com diretrizes claras sobre os padrões de imagem necessários, incluindo fundo neutro e posição frontal do rosto, conforme orientações ilustradas na Figura 5.2.

Figura 5.2: Atividade para envio da foto dos estudantes.

5.3.6 Etapa 2: Aplicação e Monitoramento do Estudo de Caso

Nesta etapa, os estudantes responderam a três questões dissertativas abordando temas relevantes à disciplina de Computação Distribuída. Os detalhes das questões podem ser encontrados no Capítulo 7.

A realização da avaliação *on-line* estendeu-se do dia 23 de abril até o dia 2 de maio de 2024. Após o início do teste, foi concedido aos estudantes um prazo máximo de duas horas para sua conclusão.

A atividade *on-line* foi realizada no AVA-UFMS no contexto do ambiente da disciplina de Computação Distribuída, e pode ser visualizada na Figura 5.3.

Para a execução desta etapa, foi necessária a utilização de uma *webcam* ou de um celular em conjunto com a ferramenta *Iriun*[1], que possibilita o uso do dispositivo móvel como *webcam* no computador.

[1]Mais informações em https://iriun.com/

Com o intuito de facilitar o uso desta ferramenta, foi elaborado um tutorial detalhando os passos de instalação e configuração, acessível por meio do *link*: https://dub.sh/r840d06.

Em resumo, o principal objetivo desta etapa consistiu em avaliar a eficácia do *plugin* Moodle Proctoring em garantir a integridade do processo avaliativo no ambiente AVA-UFMS.

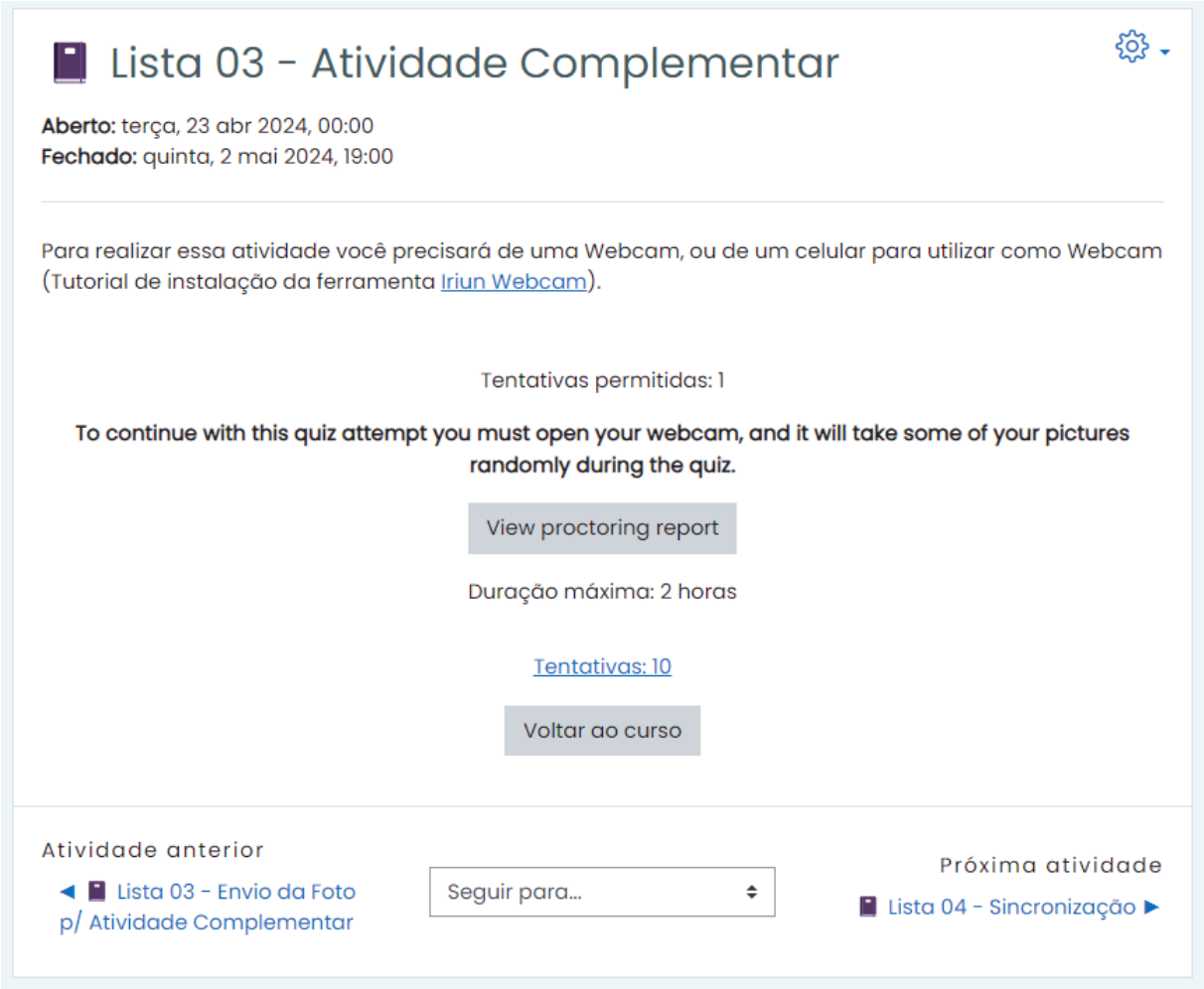

Figura 5.3: Atividade para avaliação *on-line* no AVA-UFMS.

5.4 Etapa 3: Análise dos Dados Coletados

Durante a fase inicial do estudo de caso, dos 14 estudantes inicialmente previstos para participação, houve a participação de 10 atendendo aos requisitos estabelecidos e dentro do prazo estipulado.

Na segunda etapa, os 10 estudantes que cumpriram os requisitos iniciais participaram do teste piloto. Para garantir a confidencialidade dos dados, optou-se pelo uso de pseudônimos (e.g., Estudante 1, Estudante 2, etc.), evitando assim a divulgação de informações pessoais.

Os dados coletados são apresentados na Tabela 5.1, compilados a partir do relatório gerado pelo *plugin* após a conclusão do teste piloto (Figura 5.4). Adicionalmente, as imagens capturadas pelo *plugin* dos Estudantes 1, 2, 3, 6, 8 e 10[2] podem ser visualizadas nas Figuras 5.5 a 5.10, respectivamente.

Tabela 5.1: Dados obtidos a partir do relatório do *plugin* Moodle Proctoring após o término do teste piloto.

Estudante	**Data e Hora de Realização do Teste Piloto**	**Quantidade de Imagens Capturadas pelo *plugin***
1	30/Abr/2024 15:17:08	8
2	02/Mai/2024 18:29:03	23
3	02/Mai/2024 10:59:16	1
4	29/Abr/2024 18:31:15	14
5	30/Abr/2024 15:01:17	19
6	27/Abr/2024 20:24:06	24
7	30/Abr/2024 21:14:52	55
8	30/Abr/2024 22:08:26	67
9	30/Abr/2024 20:28:04	73
10	30/Abr/2024 23:01:01	41
	Total	**325**

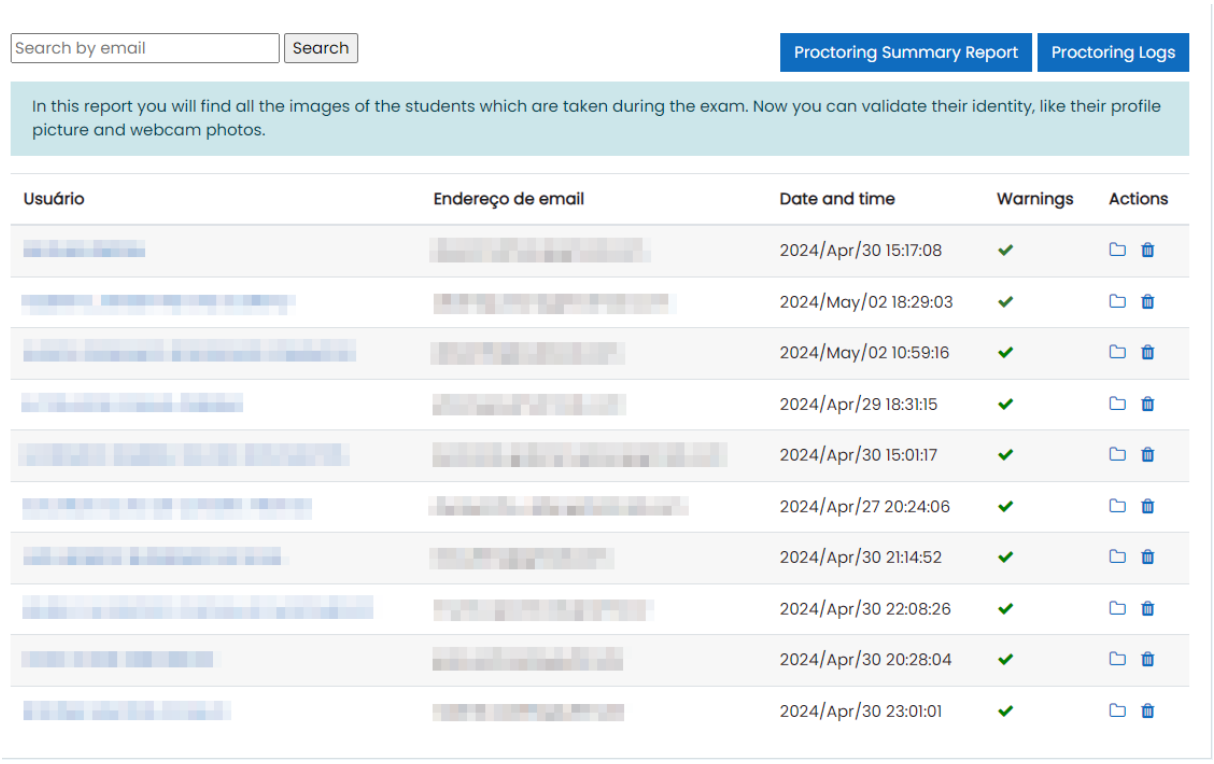

Figura 5.4: Relatório obtido pelo *plugin* após a finalização do teste piloto. Os nomes e endereços de *e-mail* foram ocultados para preservar a privacidade dos estudantes.

[2]As imagens dos demais estudantes não foram selecionadas devido a estes não estarem utilizando a vestimenta apropriada.

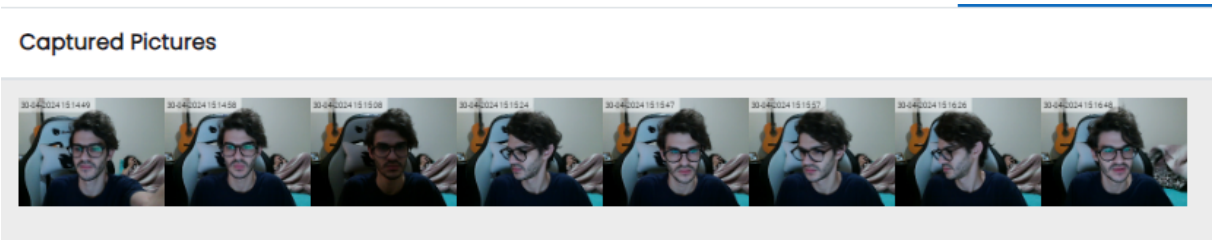

Figura 5.5: Imagens capturadas referente ao Estudante 1.

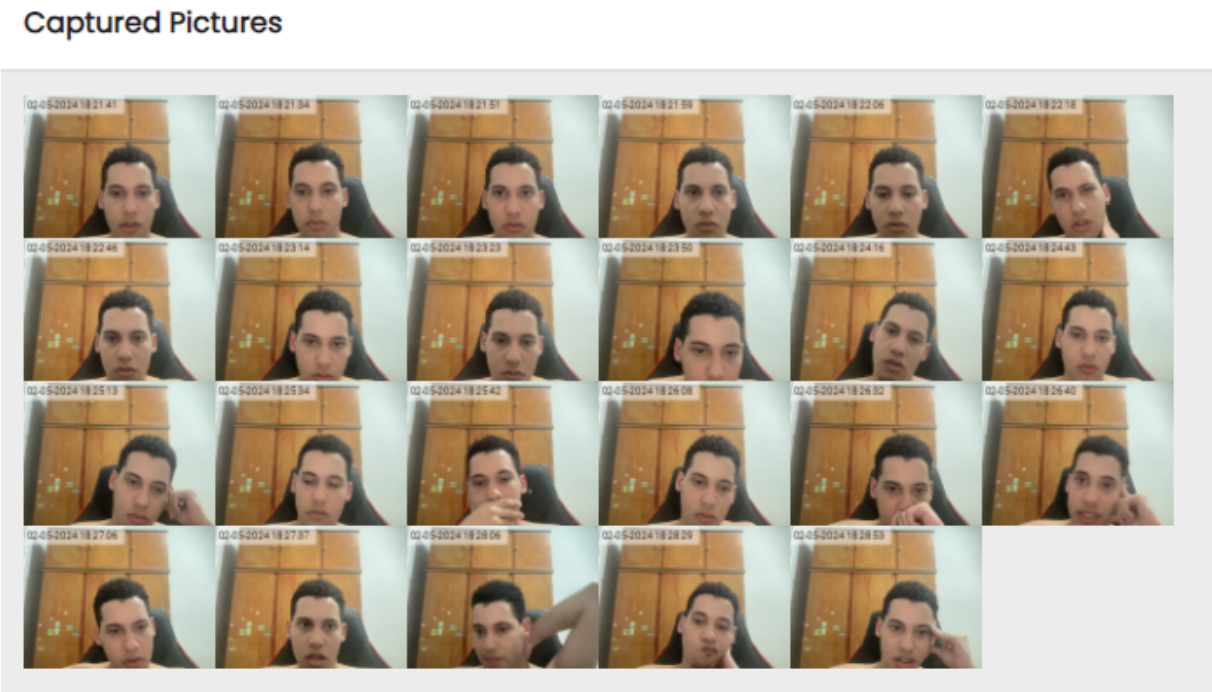

Figura 5.6: Imagens capturadas referente ao Estudante 2.

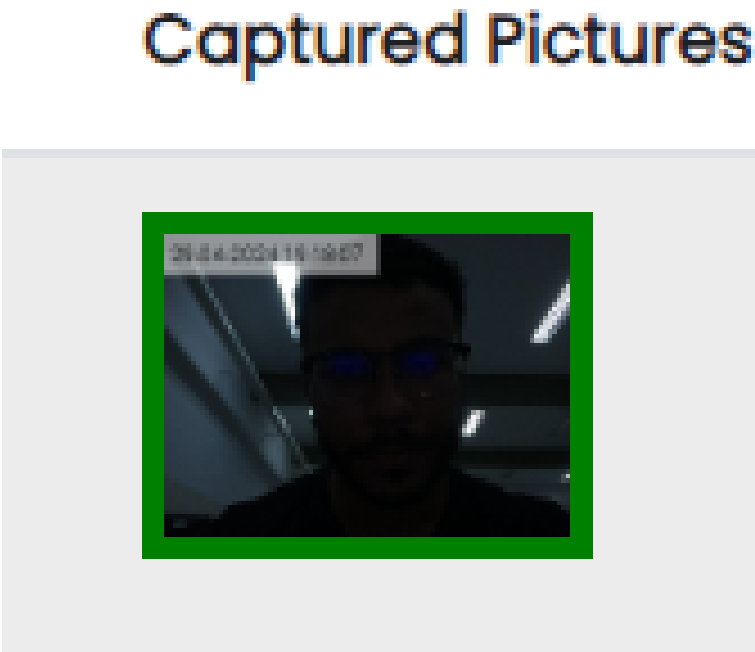

Figura 5.7: Imagens capturadas referente ao Estudante 3.

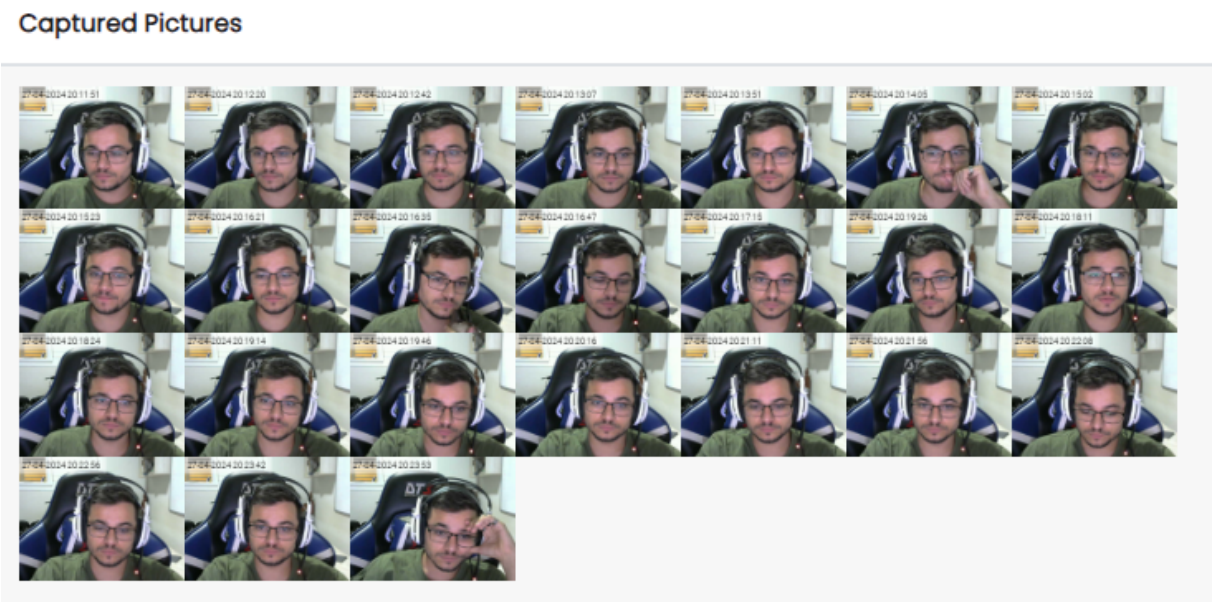

Figura 5.8: Imagens capturadas referente ao Estudante 6.

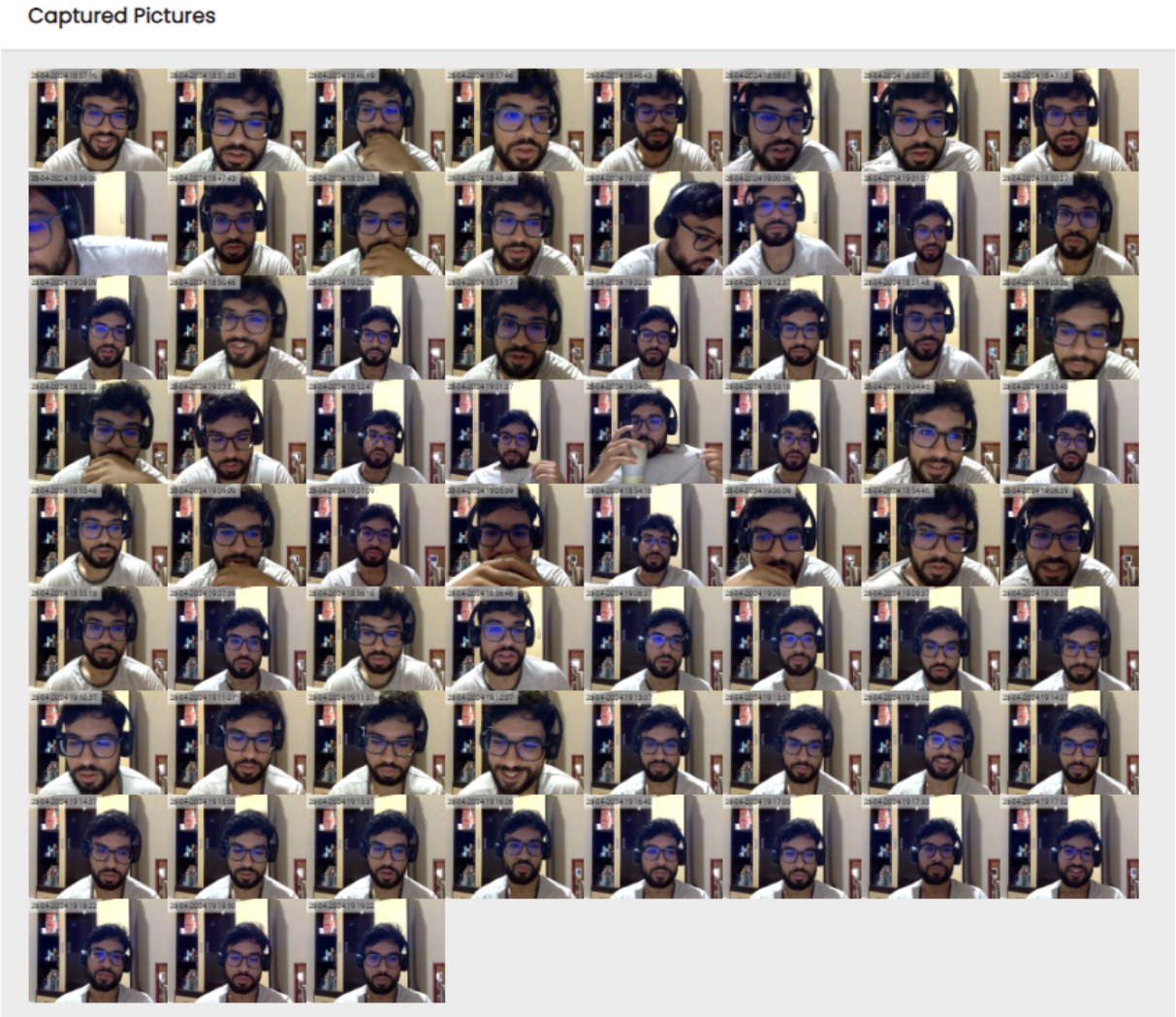

Figura 5.9: Imagens capturadas referente ao Estudante 8.

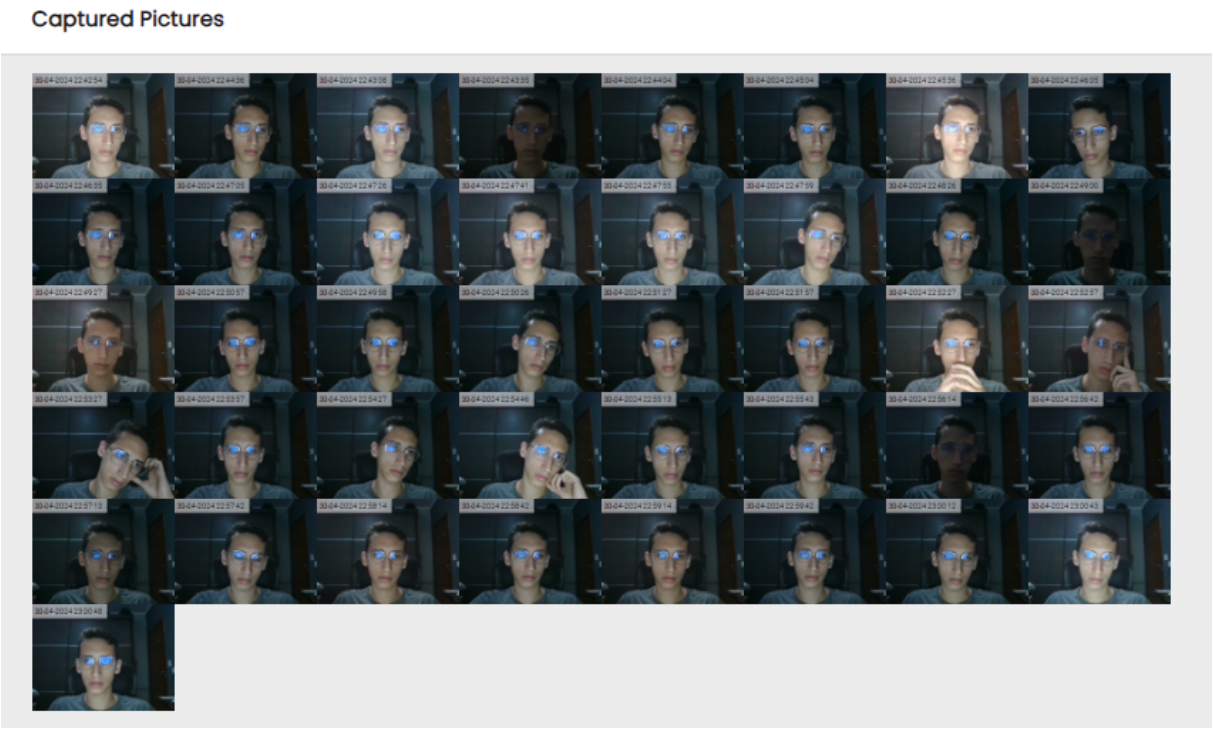

Figura 5.10: Imagens capturadas referente ao Estudante 10.

A análise desses dados permitiu obter os seguintes resultados:

- **Tamanho médio das imagens capturadas:** O tamanho médio das imagens capturadas pelo *plugin* foi de 61,25 KB, determinado por meio de um *Script* Python desenvolvido pelo autor[3].
- **Baixa quantidade de imagens capturadas** Em alguns casos, como com os Estudantes 1 e 3, observou-se uma pequena quantidade de imagens capturadas. Isso possivelmente ocorreu porque esses estudantes não permaneceram tempo suficiente para finalizar a avaliação.
- **Dificuldade na visibilidade das imagens:** Determinadas imagens dos Estudantes 1 e 10 apresentaram problemas de falta de luz, enquanto as imagens do Estudante 3 não possibilitaram a identificação visível da face do estudante.

5.5 Estimativa de Investimentos

A análise de custos avalia a viabilidade econômica das soluções tecnológicas propostas neste trabalho para integrar ao ambiente AVA-UFMS. Esta seção detalha os custos associados ao armazenamento e ao processamento de dados, necessários para a implementação do *plugin* Moodle Proctoring em um cenário

[3]Detalhes do *Script* estão disponíveis na Figura 5.11.

```python
import os
from PIL import Image

def calculate_mean_size(directory):
    total_size = 0
    count = 0

    # Iterate through all files in the directory
    for filename in os.listdir(directory):
        if filename.endswith(".png"):
            filepath = os.path.join(directory, filename)
            # Get file size in bytes
            size = os.path.getsize(filepath)
            total_size += size
            count += 1

    if count == 0:
        return "No .png files found in the directory."

    # Calculate mean size in bytes
    mean_size_bytes = total_size / count
    # Convert bytes to KB
    mean_size_kb = mean_size_bytes / 1024

    return f"Mean size of .png files: {mean_size_kb:.2f} KB"

# Example usage
directory = "./images"
print(calculate_mean_size(directory))
```

Figura 5.11: Código do *Script* em Python utilizado para calcular o tamanho médio das imagens em formato *.png*

hipotético de avaliações *on-line*. A escolha desse cenário foi motivada pelos resultados obtidos no teste piloto.

Baseando-se em informações fornecidas pela AGEAD-UFMS, que incluem a quantidade de avaliações *on-line* realizadas ao longo do semestre no AVA-UFMS, propõe-se a seguinte estrutura para a estimativa de investimentos e custos para a UFMS em um cenário hipotético:

- **Número de Estudantes por Avaliação:** Estima-se a participação de 500 estudantes por avaliação, baseando-se na quantidade de vagas do curso de Tecnologia em Ciência dos Dados, na modalidade EaD, oferecido pela UFMS [54].

- **Quantidade de Imagens Capturadas por Estudante:** A configuração de captura de imagens pelo *plugin* será ajustada para um intervalo de 1 minuto. Isso implica que uma imagem do estudante será capturada via *webcam* a cada minuto. Assim, em uma avaliação de 2 horas, serão

capturadas 120 imagens por estudante.

- **Serviços de Armazenamento:** As imagens capturadas serão armazenadas no serviço em nuvem Cloudflare R2 que contem um custo de $0.015 por GB por mês [13]. A escolha deste serviço foi influenciada pela experiência prévia do autor com a plataforma.

- **Serviço de Reconhecimento Facial:** O reconhecimento facial será realizado utilizando os serviços da AWS Rekognition. Os valores dos custos de reconhecimento facial para imagens pode ser visualizada na Tabela 5.2 que foi elaborada a partir de [48].

- **Projeção de Avaliações:** De acordo com a AGEAD-UFMS [53], para o segundo semestre de 2024, espera-se um aumento de 350.000 para aproximadamente 400.000 avaliações *on-line* no AVA-UFMS. Considerando que o semestre abrange um período de seis meses, esse valor total pode ser dividido, resultando em uma média mensal de cerca de 66.667 avaliações. Arredondando, projeta-se aproximadamente 67.000 avaliações por mês.

Tabela 5.2: Preços do AWS Rekognition para processamento de imagens retirados de [48].

Quantidade de Imagens	**Preço por Imagem (USD)**
Até 1 milhão	$0,001
De 1 milhão a 5 milhões	$0,0008
De 5 milhões a 35 milhões	$0,0006
Acima de 35 milhões	$0,0004 (Grupo 1) / $0,00025 (Grupo 2)

5.5.1 Custos de Armazenamento

Para os custos de armazenamento dos dados, os cálculos são para os seguintes cenários:

- **Para 1 Avaliação por Mês:** Considerando que cada estudante gera 120 imagens e com a participação de 500 estudantes por avaliação, tem-se um total de 60.000 imagens por avaliação. O armazenamento necessário por avaliação é calculado como:

$$60.000 \times 61,25 \text{ KB} = 3.675.000 \text{ KB} \approx 3,68 \text{ GB}$$

  Utilizando o serviço Cloudflare R2, com um custo de $0,015 por GB por mês. Portanto, o custo de armazenamento para 3,68 GB por mês é aproximadamente:

$$3,68 \text{ GB} \times \$0,015 \text{ USD/GB/mês} \approx \$0,0552$$

Fazendo a conversão para reais, temos:

$$\$0,0552 \text{ USD} \times 5,14 \text{ R\$/USD} \approx R\$0,28$$

- **Para 67 mil Avaliações por Mês:** Com 67 mil avaliações mensais, cada uma gerando 60.000 imagens, o total de imagens por mês é:

$$67.000 \times 60.000 = 4.020.000.000$$

Convertendo o total de imagens em gigabytes, usando o tamanho médio de cada imagem:

$$4.020.000.000 \times 61,25 \text{ KB} = 246.225.000.000 \text{ KB} \approx 246.225 \text{ GB}$$

Com um custo de $0,015 por GB por mês no serviço Cloudflare R2, o custo total de armazenamento por mês seria:

$$246.225 \text{ GB} \times \$0,015 \text{ USD/GB/mês} = \$3.693,375$$

Convertendo para reais:

$$\$3.693,375 \text{ USD} \times 5,14 \text{ R\$/USD} \approx R\$18.968,59$$

A partir dos cálculos realizados, foi elaborado um gráfico projetando os custos de armazenamento para avaliações mensais, com variações que vão de 1.000 a 100.000 avaliações por mês. O gráfico correspondente pode ser visualizado na Figura 5.12. A geração deste gráfico utilizou um *Script* em Python, detalhado na Figura 5.13.

Além disso, foi elaborada a Tabela 5.3, que relaciona a quantidade de avaliações por mês ao custo (em reais) para o armazenamento mensal de imagens. Esta tabela foi gerada pelo *Script* Python da Figura 5.14.

5.5.2 Custos de Reconhecimento Facial

Para calcular os custos de processamento de dados para o serviço de reconhecimento facial, são considerados os seguintes cenários:

- **Para 1 Avaliação por Mês:** Se cada avaliação envolver o processamento de 60.000 imagens, o custo em dólares é calculado da seguinte maneira:

$$60.000 \text{ imagens} \times \$0,001/\text{imagem} = \$60$$

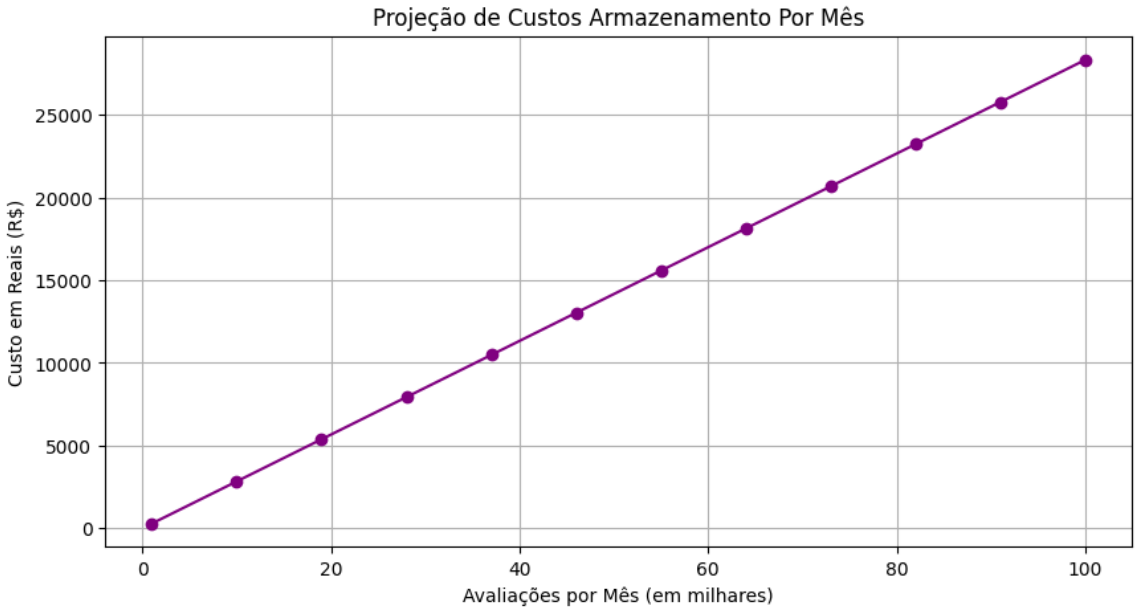

Figura 5.12: Gráfico da projeção de custos de armazenamento para avaliações mensais.

```python
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Gerando dados para avaliações de 1k a 100k por mês
avaliacoes_por_mes = np.linspace(1000, 100000, 12)  # Gerando 12 pontos linearmente
espaçados de 1k a 100k

# Calculando os custos para cada ponto usando o custo unitário de armazenamento e a
conversão de moeda
# O custo de armazenmaneto por GB é de $0,015/mês e a taxa de conversão de dólar para real
é de 5,14
# Consideramos que cada avaliação gera 60.000 imagens e cada imagem tem um tamanho médio de
61,25 KB
custos_por_avaliacao = avaliacoes_por_mes * 60_000 * 61.25 * 0.015 / 1_000_000 * 5.14  #
Convertendo KB para GB e depois para R$

# Criando o gráfico de linhas
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(avaliacoes_por_mes / 1000, custos_por_avaliacao, label='Custos de Armazenamento',
marker='o', color='purple')

# Adicionando títulos e rótulos
plt.title('Projeção de Custos Mensais de Armazenamento por Avaliação')
plt.xlabel('Avaliações por Mês (em milhares)')
plt.ylabel('Custo em Reais (R$)')
plt.grid(True)

# Plotando o gráfico
plt.show()
```

Figura 5.13: *Script* em Python responsável por gerar o gráfico mostrado na Figura 5.12.

Convertendo para reais, temos:

$$\$60 \times 5,14 = \text{R}\$308,40 \text{ por mês}$$

Tabela 5.3: Relação entre o número de avaliações e o custo mensal para o armazenamento de imagens

Avaliações por Mês (milhares)	**Custo Mensal (R$)**
1	283,34
10	2.833,42
19	5.383,51
28	7.933,59
37	10.483,67
46	13.033,76
55	15.583,84
64	18.133,92
73	20.684,00
82	23.234,08
91	25.784,17
100	28.334,25

- **Para 67 mil Avaliações por Mês:** Com 67 mil avaliações, processaremos 4.020.000.000 imagens por mês. Os custos são discriminados em dólares e posteriormente convertidos para reais como segue:

$$\begin{aligned}
\text{Primeiro 1 milhão de imagens:} &\quad 1.000.000 \times \$0,001/\text{imagem} = \$1.000 \\
\text{De 1 milhão a 5 milhões de imagens:} &\quad 4.000.000 \times \$0,0008/\text{imagem} = \$3.200 \\
\text{De 5 milhões a 35 milhões de imagens:} &\quad 30.000.000 \times \$0,0006/\text{imagem} = \$18.000 \\
\text{Acima de 35 milhões de imagens:} &\quad 3.984.000.000 \\
&\quad \times \$0,0004/\text{imagem} = \$1.593.600
\end{aligned}$$

Totalizando:

$$\$1.616.800 \approx \textbf{R\$}8.310.472 \text{ por mês}$$

A partir das estimativas de custos associados ao processamento de dados de reconhecimento facial, elaborou-se um gráfico em escala logarítmica. Esse gráfico está ilustrado na Figura 5.15, gerado conforme o *script* Python descrito na Figura 5.16.

De forma complementar, foi elaborado a Tabela 5.4 que contém a relação entre o número de imagens e o custo mensal para o preprocessamento de dados para reconhecimento facial. A Tabela foi gerada a partir do *script* em Python da Figura 5.16.

```python
import numpy as np
import pandas as pd

# Gerando dados para avaliações de 1k a 100k por mês
avaliacoes_por_mes = np.linspace(1000, 100000, 12)  # Gerando 12 pontos linearmente
espaçados de 1k a 100k

# Calculando os custos para cada ponto usando o custo unitário de armazenamento e a
conversão de moeda
# O custo de armazenmaneto por GB é de $0,015/mês e a taxa de conversão de dólar para real
é de 5,14
# Consideramos que cada avaliação gera 60.000 imagens e cada imagem tem um tamanho médio de
61,25 KB
custos_por_avaliacao = avaliacoes_por_mes * 60_000 * 61.25 * 0.015 / 1_000_000 * 5.14  #
Convertendo KB para GB e depois para R$

# Arredondando os custos para duas casas decimais
custos_por_avaliacao = np.round(custos_por_avaliacao, 2)

# Criando um DataFrame com os dados
tabela_custos = pd.DataFrame({
    'Avaliações por Mês (milhares)': avaliacoes_por_mes / 1000,
    'Custo Mensal (R$)': custos_por_avaliacao
})

# Exibindo a tabela
print(tabela_custos)
```

Figura 5.14: *Script* em Python responsável por gerar a Tabela 5.3

Tabela 5.4: Relação entre imagens por mês, em notação científica, e custo mensal, em reais, para processamento de dados de reconhecimento facial utilizando o AWS Rekognition.

Imagens por Mês	**Custo Mensal (R$)**
$1,0 \times 10^3$	5,14
$1,0 \times 10^4$	51,40
$1,0 \times 10^5$	514,00
$1,0 \times 10^6$	5.140,00
$1,0 \times 10^7$	37.008,00
$1,0 \times 10^8$	247.748,00
$1,0 \times 10^9$	2.098.148,00
$5,0 \times 10^9$	10.322.148,00

5.5.3 Custo Total

Para oferecer uma visão abrangente dos custos envolvidos, será considerado tanto os custos de armazenamento quanto os de processamento de reconhecimento facial.

Para simplificar os cálculos, a proposta é uma relação linear entre a quantidade de avaliações e o custo total:

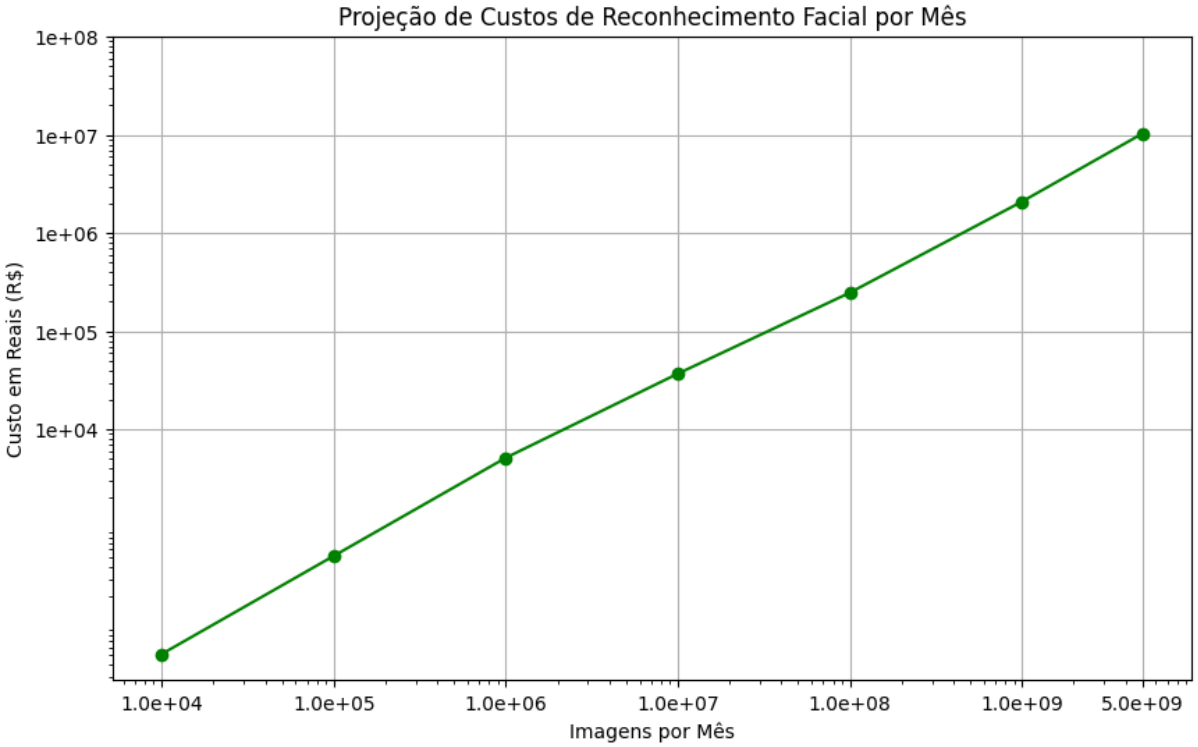

Figura 5.15: Gráfico, em escala logarítmica, da projeção de custos de reconhecimento facial para avaliações mensais.

- **Para 1 Avaliação por Mês:** Somando o custo de armazenamento e o custo de processamento:

$$\$0,0552 + \$60 = \$60,0552$$

Convertendo para reais:

$$\$60,0552 \times 5,14 = \textbf{R\$}308,68$$

- **Para 67 mil Avaliações por Mês:** Somando o custo total de armazenamento e processamento:

$$\$3.693,375 + \$1.616.800 = \$1.620.493,375$$

Convertendo para reais:

$$\$1.620.493,375 \times 5,14 = \textbf{R\$}8.329.337,89$$

Com base nos cálculos do custo total, elaborou-se um gráfico em escala logarítmica para projetar os custos totais mensais. Este gráfico, apresentado na Figura 5.17, foi produzido utilizando-se o *script* Python mostrado na Figura 5.18.

Além disso, criou-se a Tabela 5.5 para exemplificar a quantidade de avalia-

ções por custos mensais em reais (R$).

Tabela 5.5: Relação entre o número de avaliações e os custos mensais em reais (R$).

Avaliações por Mês	Custos Mensais (R$)
1.000	165.778,22
10.000	1.278.450,16
19.000	2.391.122,11
28.000	3.503.794,06
37.000	4.616.466,01
46.000	5.729.137,96
55.000	6.841.809,91
64.000	7.954.481,85
73.000	9.067.153,80
82.000	10.179.825,75
91.000	11.292.497,70
100.000	12.405.169,65

```python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Dados e cálculos de custos
imagens_por_mes = np.array([10_000, 100_000, 1_000_000, 10_000_000, 100_000_000,
1_000_000_000, 5_000_000_000])
taxa_cambio = 5.14

# Função para calcular custos
def calcular_custo(imagens):
    custos = []
    for img in imagens:
        if img <= 1_000_000:
            custo = img * 0.001
        elif img <= 5_000_000:
            custo = 1_000_000 * 0.001 + (img - 1_000_000) * 0.0008
        elif img <= 35_000_000:
            custo = 1_000_000 * 0.001 + 4_000_000 * 0.0008 + (img - 5_000_000) * 0.0006
        else:
            custo = (1_000_000 * 0.001 + 4_000_000 * 0.0008 + 30_000_000 * 0.0006 + (img -
35_000_000) * 0.0004)
        custos.append(custo)
    return [c * taxa_cambio for c in custos]

custos_reais = calcular_custo(imagens_por_mes)

# Plotar o gráfico
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(imagens_por_mes, custos_reais, marker='o', linestyle='-', color='g')
plt.title('Projeção de Custos de Reconhecimento Facial por Mês')
plt.xlabel('Imagens por Mês')
plt.ylabel('Custo em Reais (R$)')
plt.grid(True)
plt.yscale('log')
plt.xscale('log')
plt.xticks([1e4, 1e5, 1e6, 1e7, 1e8, 1e9, 5e9], [f'{x:.1e}' for x in [1e4, 1e5, 1e6, 1e7,
1e8, 1e9, 5e9]])
plt.yticks([1e4, 1e5, 1e6, 1e7, 1e8], [f'{y:.0e}' for y in [1e4, 1e5, 1e6, 1e7, 1e8]])
plt.show()
```

Figura 5.16: *Script* em Python responsável por gerar o gráfico mostrado na Figura 5.15 e pela Tabela 5.4

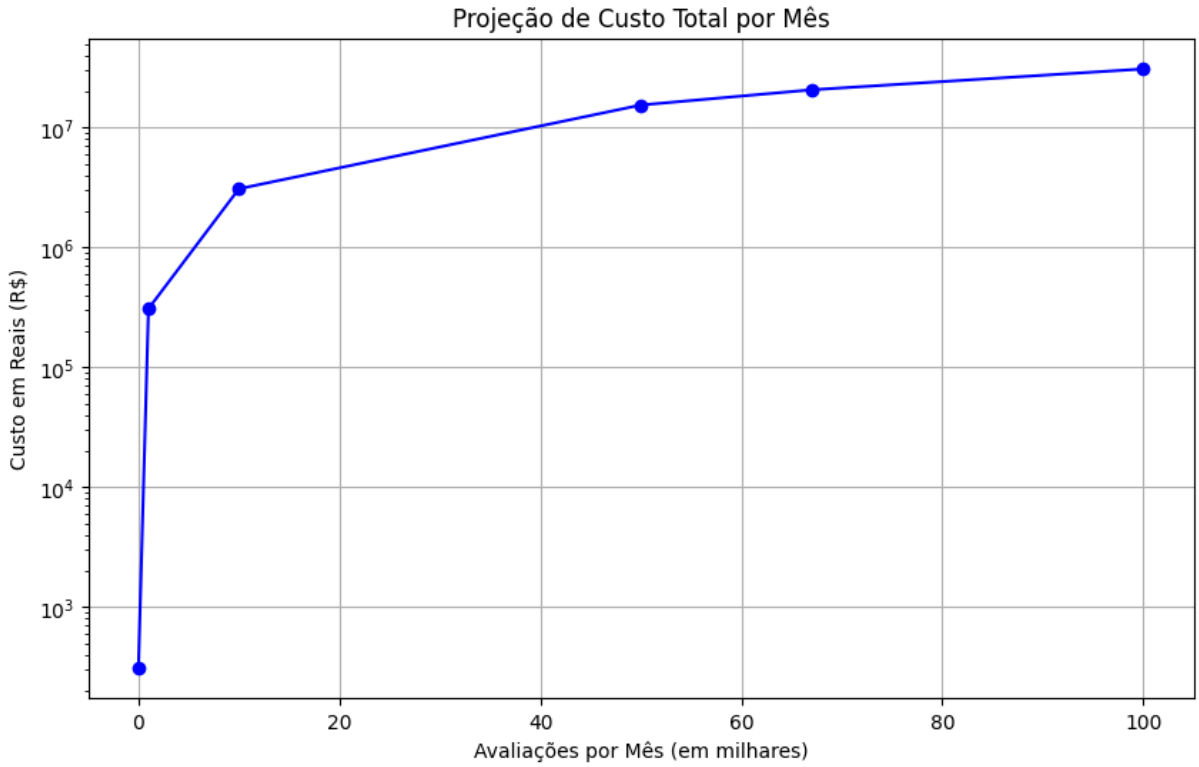

Figura 5.17: Gráfico, em escala logarítmica, da projeção de custo total para avaliações mensais.

```python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Vamos assumir uma relação linear entre o número de avaliações e o custo total para
simplificar
# Número de avaliações por mês
avaliacoes_por_mes = np.array([1, 1000, 10000, 50000, 67000, 100000])

# Custo total para cada ponto baseado no custo de 1 avaliação e extrapolando linearmente
custo_base = 308.68  # Custo para 1 avaliação
custos_totais_reais = custo_base * avaliacoes_por_mes  # Extrapolando custos

# Criando o gráfico
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(avaliacoes_por_mes / 1000, custos_totais_reais, marker='o', linestyle='-',
color='blue')

# Adicionando título e labels
plt.title('Projeção de Custo Total por Mês')
plt.xlabel('Avaliações por Mês (em milhares)')
plt.ylabel('Custo em Reais (R$)')
plt.grid(True)
plt.yscale('log')

plt.show()
```

Figura 5.18: *Script* em Python responsável por gerar o gráfico mostrado na Figura 5.17.

CAPÍTULO

6

Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusões

A pesquisa resultou na elaboração de um modelo que incorpora programas de supervisão de avaliações *on-line* no AVA-UFMS. Devido as restrições orçamentárias, optou-se prioritariamente pela adoção de soluções gratuitas e de código aberto. O modelo desenvolvido engloba o uso do *plugin* Moodle Proctoring, integrado ao serviço de reconhecimento facial AWS Rekognition.

A avaliação do modelo por meio de testes experimentais e do estudo de caso / teste piloto demonstrou que o *plugin* potencializa a segurança das avaliações *on-line* ao monitorar os estudantes e registrar suas imagens durante as avaliações. Estas imagens podem ser posteriormente analisadas, de maneira manual ou automatizada a fim de identificar comportamentos inadequados.

As principais lacunas identificadas neste modelo referem-se aos custos elevados associados ao armazenamento e processamento de imagens para reconhecimento facial utilizando serviços externos, como a Amazon Web Services (AWS). Além disso, observou-se a necessidade de desenvolver orientações detalhadas para professores e alunos sobre o uso do *plugin* Moodle Proctoring.

É imprescindível que os docentes recebam treinamento específico que aborde o funcionamento do plugin, as motivações por trás de sua implementação, os processos de monitoramento e registro de imagens, bem como a análise de imagens pós-avaliação e reconhecimento facial. Torna-se fundamental estabelecer procedimentos claros e robustos para casos de detecção de má conduta por parte dos estudantes, especificando as ações corretivas, os dados necessários para a comprovação da infração e as possíveis sanções, que podem

variar desde advertências até a exclusão da avaliação.

Quanto aos estudantes, é essencial que possuam uma *webcam* (ou utilizem o celular como *webcam* por meio do programa *Iriun*), mantenham acesso a uma conexão de *internet* estável e, idealmente, realizem as avaliações em um *desktop*. Ademais, é crucial que os estudantes atualizem suas fotos de perfil no AVA-UFMS conforme as diretrizes estabelecidas (fotos 3x4 com fundo branco e rosto voltado para frente). Uma lacuna crítica observada foi a falta de verificação da autenticidade das fotos de perfil, o que permite aos estudantes carregar imagens de outras pessoas, constituindo uma significativa falha de segurança.

Como melhorias futuras, recomenda-se a implementação de um *script* ou sistema automatizado para gerenciar o cadastro das fotos de perfil dos estudantes no AVA-UFMS, utilizando, preferencialmente, fotos de matrícula ou de carteirinhas de estudante. Deve-se estabelecer um prazo de validade para as fotos, exigindo atualizações periódicas. Essa abordagem eliminaria a necessidade de os próprios estudantes enviarem suas fotos e reduziria significativamente a demanda por supervisão manual para verificar a integridade e a conformidade das fotos enviadas.

Adicionalmente, propõe-se a incorporação de funções de bloqueio ao *plugin* Moodle Proctoring, tais como a desabilitação da abertura de novas abas, a restrição de acesso a sites não autorizados, a prevenção da execução de aplicativos externos e a desativação de teclas especiais (como copiar/colar e as teclas F1-F12), alinhando-se às práticas empregadas pelo Safe Exam Browser (SEB). A integração do Moodle Proctoring com o SEB poderia potencializar a segurança das avaliações *on-line*, proporcionando um ambiente mais controlado e íntegro.

6.1.1 Conclusões por Objetivos Específicos

1) Investigar o estado da arte de programas e ferramentas de supervisão remota compatíveis com AVA-Moodle;

Um dos objetivos específicos deste estudo consistiu em investigar o estado da arte de programas de supervisão remota compatíveis com a plataforma Moodle. A investigação revelou uma diversidade de programas, abrangendo tanto opções pagas quanto gratuitas.

Para a seleção das ferramentas mais adequadas, adotamos uma metodologia de revisão sistemática. Esta análise envolveu a coleta de dados em sites especializados em avaliação de software, como G2 e Capterra, para programas pagos, e no repositório oficial do Moodle para *plugins* gratuitos.

As funcionalidades dos programas de supervisão remota foram detalhadas com base nas informações obtidas dos sites especializados e do repositório oficial do Moodle, incluindo métricas de uso, precificação e avaliações de

usuários.

Além disso, a análise foi enriquecida por uma revisão de literatura que contemplou artigos acadêmicos que realizaram levantamentos e pesquisas sobre ferramentas similares. Dentre os estudos revisados, destacam-se os artigos [3, 19, 24], cujas contribuições foram relevantes para a identificação dos programas mais aptos para o contexto da UFMS.

Com base nestes dados e métricas, foi possível avaliar a adequação e eficácia das ferramentas disponíveis, garantindo uma escolha informada e fundamentada para a implementação de programas de supervisão remota no contexto específico do AVA-UFMS.

Para os programas pagos, a revisão sistemática foi realizada por meio de sites especializados em avaliações de software, G2 e Capterra. Esses sites, embora úteis para entender a percepção do usuário e a popularidade dos produtos, podem apresentar vieses comerciais, já que as empresas podem influenciar a visibilidade de seus produtos através de estratégias de marketing. Em contrapartida, para os programas gratuitos, a análise foi baseada no repositório oficial do Moodle, uma plataforma de código aberto e sem fins lucrativos, garantindo uma fonte mais neutra e confiável.

Para a identificação de programas pagos, a revisão sistemática poderia beneficiar-se da inclusão de uma gama mais ampla de sites de avaliações, além de G2 e Capterra. Isso ajudaria a mitigar potenciais vieses e proporcionar uma visão mais compreensiva sobre as opções disponíveis. Além disso, seria proveitoso realizar uma revisão de literatura mais abrangente que incluísse estudos anteriores focados na seleção e análise de programas de supervisão para avaliações *on-line*. Esta abordagem mais inclusiva e diversificada poderia oferecer uma compreensão mais robusta das ferramentas existentes e de suas eficácias em contextos educacionais variados.

2) Identificar, dentre os programas analisados, aqueles que atendem às demandas de avaliação estabelecidas pela UFMS;

Para o contexto da UFMS, dos programas analisados nas Tabelas 4.1 a 4.3, aqueles que atendem às especificações da universidade devem abranger as funcionalidades principais: autenticação, bloqueio e monitoramento. Além disso, é necessário que sejam *open-source*, gratuitos e compatíveis com a versão do Moodle 3.11.11. Portanto, dentre os programas analisados, os que mais se adequaram às demandas estabelecidas foram o Moodle Proctoring e o Safe Exam Browser.

Contudo, devido às especificações da UFMS e à situação orçamentária, foi necessário excluir programas pagos. Essa exclusão representa uma lacuna significativa, uma vez que muitas dessas ferramentas pagas oferecem soluções mais completas e eficazes em termos de segurança e integridade de avaliações

on-line.

Para contornar a falta dessas funcionalidades mais avançadas e tecnológicas, é recomendado utilizar em conjunto o Moodle Proctoring e o Safe Exam Browser, pois cada um deles fornece funcionalidades complementares. Essa combinação pode suprir, de forma eficiente, as necessidades de autenticação, bloqueio e monitoramento, garantindo um ambiente de avaliação *on-line* mais seguro e confiável para os estudantes e professores da UFMS.

3) Testar e analisar as funcionalidades dos programas selecionados no ambiente de homologação do AVA-UFMS;

Para atingir o objetivo de testar e analisar as funcionalidades dos programas selecionados, realizamos testes nos ambientes de desenvolvimento e homologação. Inicialmente, no ambiente de desenvolvimento, os testes foram conduzidos pelo autor, visando atender aos requisitos do AVA-UFMS. Utilizamos os programas Moodle Proctoring e SEB para analisar suas funcionalidades de supervisão de avaliações *on-line*, usabilidade, débitos técnicos e possíveis modos de uso em um contexto real.

Nos testes de desenvolvimento, foi possível obter uma compreensão mais profunda sobre o funcionamento dos programas, identificando seus pontos fortes e fracos. Entretanto, enfrentamos dificuldades técnicas ao testar o SEB, devido à necessidade de instalação do programa e à criação de arquivos de configuração para ajustar suas funcionalidades. Essas exigências representam um desafio significativo para a utilização do SEB em um cenário real. Como resultado, optamos por continuar os testes de homologação exclusivamente com o Moodle Proctoring, que não requer instalação pelos usuários (estudantes) nem a criação de arquivos de configuração.

No ambiente de homologação do AVA-UFMS, os testes foram conduzidos pelo autor em conjunto com professores, discentes da UFMS e servidores da AGEAD. O objetivo era identificar com maior precisão as funcionalidades dos programas e analisar os *feedbacks* dos testadores antes de aplicar o programa no teste piloto, em um ambiente real e controlado. No entanto, os testes de homologação enfrentaram atrasos e dificuldades devido a um ataque cibernético sofrido pela UFMS, o que tornou necessário postergar os testes e reduzir o escopo de usuários com acesso ao ambiente.

Apesar dos desafios, os testes de homologação poderiam ter sido mais eficazes se tivessem incluído um número maior de usuários e um procedimento mais organizado para coletar *insights* e *feedbacks*. Por exemplo, um formulário com perguntas específicas sobre as funcionalidades de supervisão, usabilidade e *feedbacks* na utilização do Moodle Proctoring no ambiente de homologação poderia ter sido compartilhado com os testadores. Embora *feedbacks* tenham sido recebidos, faltou uma estruturação mais organizada e sistemática, e os

feedbacks resultantes não foram documentados adequadamente para análises mais eficazes.

Concluímos que, para futuras avaliações, é fundamental implementar um procedimento mais estruturado para coleta e análise de *feedbacks*, bem como garantir a participação de um maior número de usuários nos testes de homologação. Isso permitirá obter uma visão mais abrangente e detalhada das funcionalidades e limitações dos programas em um contexto real.

4) Conduzir um estudo de caso, teste piloto no AVA-UFMS utilizando um dos programas de supervisão remota escolhidos após a realização dos testes;

A condução de um teste piloto no AVA-UFMS utilizando o programa Moodle Proctoring foi realizada com sucesso. O teste foi conduzido em conjunto pelo autor e pelo professor Dr. Mauro, da UFMS, seguindo procedimentos previamente definidos, incluindo os pré-requisitos para o uso do programa.

O teste piloto foi implementado em um cenário controlado, com a participação de 10 estudantes, permitindo uma avaliação prática das funcionalidades do programa. No entanto, foram identificadas algumas lacunas durante a implementação do teste piloto.

Uma das principais foi relacionada ao envio da foto de perfil pelos estudantes ao AVA-UFMS, um dos pré-requisitos estabelecidos. Esta foto seria analisada por uma ferramenta de reconhecimento facial para identificar o estudante. Contudo, não houve uma verificação rigorosa das fotos enviadas, o que permitiu a possibilidade de fraude, uma vez que um estudante poderia enviar a foto de outra pessoa sem ser detectado. Esse foi um ponto vulnerável no método aplicado durante o teste piloto.

Além disso, foi possível realizar apenas um teste piloto, com um número reduzido de estudantes. A limitação no número de participantes e a ausência de um procedimento sistemático para a coleta de *feedbacks* dos usuários que participaram do teste, incluindo o professor Mauro e os estudantes, representaram lacunas significativas no processo. A falta de uma estrutura adequada para coletar *feedbacks* impediu uma análise mais detalhada e abrangente da experiência dos usuários.

Para melhorar a condução de futuros testes pilotos, é necessário aprimorar a etapa de envio da foto de perfil pelos estudantes, implementando uma dupla verificação para garantir que a foto enviada corresponda ao estudante. Além disso, é recomendável realizar testes pilotos em conjunto com mais professores da UFMS e aumentar o número de estudantes participantes, a fim de obter resultados mais representativos. Também é crucial criar um procedimento sistemático para coletar *feedbacks* dos usuários que participaram e conduziram o teste piloto, visando identificar pontos de melhoria, aspectos positivos e

negativos da experiência. Isso permitirá uma análise mais detalhada e eficaz, contribuindo para o aprimoramento do processo de supervisão remota.

5) Analisar, comparativamente, os resultados obtidos, identificando possíveis pontos de melhoria e propor um modelo de programa de supervisão acadêmica *on-line* para futura implementação no AVA-UFMS.

Os testes realizados em ambientes de desenvolvimento, homologação e o teste piloto permitiram obter e analisar resultados, identificando pontos de atenção e melhoria. A partir desses resultados, especialmente do teste piloto, foi possível propor um modelo de supervisão de avaliações *on-line* para o AVA-UFMS, que inclui alternativas gratuitas e *open-source*, bem como opções pagas.

Alternativas Gratuitas:

1. Implementação do *plugin* Moodle Proctoring com a ferramenta de reconhecimento facial AWS Rekognition: Esta é a solução mais simples e conforme os testes realizados, apresentou-se como uma alternativa viável para uma quantidade especifica de avaliações e estudantes.

2. Integração do Moodle Proctoring com o SEB: Embora essa alternativa apresente desafios técnicos, como a necessidade de instalar o SEB nos dispositivos dos estudantes e a criação de arquivos de configuração, ela pode oferecer uma camada adicional de segurança.

Alternativas Pagas:

1. Aquisição do Moodle Proctoring Pro: Utilizando o desconto especial para a UFMS, essa versão paga oferece funcionalidades mais robustas, complementadas pela ferramenta AWS Rekognition.

2. Solução conjunta do Moodle Proctoring Pro com o SEB: Esta combinação poderia melhorar significativamente a segurança e robustez do sistema de supervisão.

3. Contratação de uma solução paga de supervisão, como o Mercel Melt: Esta opção é atraente por possuir um representante no Brasil, suporte em português e facilidades na contratação e manutenção dos serviços para a UFMS.

Uma lacuna identificada ao utilizar somente o Moodle Proctoring é a falta de robustez e segurança nas avaliações *on-line*, pois este não possui funcionalidades de bloqueio. Isso representa um ponto crítico na segurança das avaliações.

Para alcançar um nível elevado de segurança na autenticação dos estudantes (utilizando reconhecimento facial) e no monitoramento das avaliações

on-line (através da gravação de vídeo pela *webcam* e registro de logs), é fundamental integrar o *plugin* Moodle Proctoring com o SEB. Essa integração permitirá atingir um nível mais robusto de credibilidade e segurança nas avaliações *on-line* no AVA-UFMS, respondendo de forma eficaz às necessidades de um ambiente acadêmico cada vez mais exigente em termos de integridade e confiabilidade das avaliações.

6.2 Trabalhos Futuros

Visando a redução de custos e o aumento da eficiência no processamento e armazenamento de dados, é estratégico desenvolver pesquisas tecnológicas nas seguintes áreas:

1. Implementar métodos de compressão de imagens integrados ao ambiente AVA-UFMS, como WebP [23], PNGQuant [44] ou outros algoritmos de compressão. Além disso, utilizar serviços especializados da Cloudflare para otimizar e reduzir o tamanho das imagens [14]. A compressão das imagens antes do armazenamento pode minimizar significativamente o espaço necessário. Esta prática é especialmente vantajosa em aplicações que envolvem grande volume de dados.

2. Avaliar a substituição do serviço de armazenamento em nuvem por alternativas mais econômicas ou considerar a implementação de uma solução *on-premise*, que envolvem a instalação de servidores locais, oferecendo maior controle sobre os custos e a segurança dos dados, embora requeira manutenção e infraestrutura adequada.

3. Adotar soluções *open-source* de visão computacional, como OpenCV [41] e Dlib [15], ou algoritmos *open-source* específicos de reconhecimento facial, como o Face Recognition [1]. Outra opção é utilizar o algoritmo de reconhecimento facial desenvolvido pelo Laboratório de Inteligência Artificial da UFMS (LIA-UFMS), coordenado pelo professor Dr. Edson Takashi da FACOM. Essa mudança pode eliminar custos com licenças e reduzir as despesas operacionais relacionadas ao processamento de imagens para reconhecimento facial.

Além das propostas de avanços tecnológicos, como trabalho futuro é estratégico um novo cenário e execução de testes no AVA-UFMS, com a participação de professores e tutores utilizando ferramentas de supervisão remota, como o Moodle Proctoring e o SEB. Após os testes, deverá ser realizada uma análise qualitativa, por meio de formulários com os professores e tutores que experimentaram as funcionalidades dos programas em ambiente de homologação.

Essa análise qualitativa tem como objetivo investigar o conhecimento dos professores e tutores do AVA-UFMS acerca da segurança e credibilidade das avaliações *on-line* e identificar possíveis práticas inadequadas dos estudantes. Investigar-se-á também a percepção de melhoria na segurança das avaliações *on-line* com o uso dessas ferramentas, bem como as sugestões para aprimoramentos futuros.

Após a análise das respostas dos professores e tutores, sugere-se repetir a execução de um Teste Piloto com estudantes de um novo curso específico, visando um escopo controlado de análise. Será examinado se as ferramentas permitem identificar práticas inadequadas e também será conduzida uma análise qualitativa com os estudantes participantes, para avaliar se a supervisão contribuiu para a redução de tais práticas.

Com base nas análises qualitativas dos professores, tutores e estudantes envolvidos no estudo de caso, novas práticas poderão ser reformuladas para aprimorar a segurança das avaliações *on-line* no AVA-UFMS e mitigar possíveis atitudes inadequadas dos estudantes.

CAPÍTULO

7

Apêndice

República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Computação Distribuída

Lista 03 - CORBA e Nomeação

Leia a descrição dos exercícios abaixo e **crie um arquivo ZIP** com a solução e a identificação do estudante (ex: lista_03_joao_da_silva.zip), e envie pelo AVA. O arquivo deve conter um PDF com a solução dos exercícios de 1 e 2, e um arquivo .py com a implementação do exercício 3.

1. **[2.5 pts]** Sobre os conceitos de Comunicação por CORBA, responda:
   (a) Suponha que uma aplicação cliente na máquina "Arara Azul" da cidade de Três Lagoas solicita um serviço de emissão de NF-e na máquina "Capivara" em Campo Grande, explique o fluxo dessa requisição através dos componentes do CORBA.
   (b) Por que o componente adaptador de objetos é necessário no modelo CORBA?
   - Pesquise e diferencie os adaptadores de objetos POA e BOA.

   (c) Quando as interfaces DII e DSI são utilizadas no processo de comunicação e por que são importantes no modelo CORBA se comparada com outros modelos de comunicação?
   (d) Qual o papel dos Serventes no CORBA e sua relação com os Objetos CORBA?
2. **[3.5 pts]** Sobre os conceitos de Nomeação, responda:
   (a) Apresente três cenários onde é indicado usar nomeação simples, estruturada e por atributos?
   (b) Você precisa acessar a página web "www.ufms.br/cptl/si/horarios", indique qual o tipo de nomeação adequado, e qual seria o fluxo da resolução de nome nesse exemplo?
   (c) Considere que o arquivo de horários das aulas (exemplo anterior) está em uma máquina externa (acessível por nfs://ufms.cptl.si) no seguinte caminho "home/si/documentos/horarios" e o ponto de montagem na sua maquina (host local) está no caminho "home/acessos/".
   - Explique por que precisamos do ponto de montagem?
   - Quais as resoluções de nomes necessárias no acesso a esse recurso?
   - Explique o fluxo da requisição para acesso ao documento, utilizando o protocolo NFS.

   (d) Considere a resolução da URL "https://www.gov.br" através do DNS.
   - Qual o tipo de resolução é aplicada no DNS?
   - Simule quais servidores e níveis serão consultados na resolução, assumindo que o endereço não está armazenado em cache local.

   (e) Você precisa acessar uma lista de acessos (usuário e senhas) em uma máquina que está inserida em uma rede CHORD (em anel). A rede possui 30 nós, e 5 fazem parte do gerenciamento da rede (1, 5, 14, 21, 28).

- Crie a tabela de roteamento para os 5 nós, considerando que ela possuirá 4 registros.
- Realize o roteamento da requisição para a lista de acessos.
  - Considere que a requisição parte do host com "id = 1", e a lista de acessos está na máquina com "id = 23".

3. **[2.0 pt]** Desenvolva um código para consumir a **API do GitHub**.

   - Leia o seguinte **Artigo** e desenvolva um código que permita o usuário consumir essa API com dados informados pelo usuário.
     - Descrever informações de um usuário.
     - Descrever informações dos repositórios de um usuário
     - Receber lista de usuários e listar informações como: quantidade de repositórios e repositório mais recente.

   Obs: Você pode usar qualquer linguagem de programação que tenha familiaridade, porém, deve enviar os códigos com os exemplos que usou para testar as funcionalidades.

4. **[2.0 pt]** Atividade Complementar disponível no AVA, com utilização do plugin para avaliação remota (Reconhecimento Facial).

Referências Bibliográficas

[1] Ageitgey, A. (2017). face_recognition: The world's simplest facial recognition api for python and the command line. https://github.com/ageitgey/face_recognition. Accessed: 2024-05-14. Citado na página 78.

[2] Amigud, A., Arnedo-Moreno, J., Daradoumis, T., and Guerrero, A.-E. (2016). A behavioral biometrics based and machine learning aided framework for academic integrity in e-assessment. Citado na página 10.

[3] Arnò, S., Galassi, A., Tommasi, M., Saggino, A., and Vittorini, P. (2021). State-of-the-art of commercial proctoring systems and their use in academic online exams. *International Journal of Distance Education Technologies*, 19:41–60. Citado nas páginas 11, 34, 36, e 74.

[4] Baxto, W., Amaro, R., and Mattar, J. (2019). Distance education and the open university of brazil: History, structure, and challenges. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(4). Citado na página 4.

[5] Blackboard (2023). Blackboard open lms. https://help.blackboard.com/Blackboard_Open_LMS. Acessado em 7 de janeiro de 2024. Citado na página 6.

[6] Brainstation-23 (2024a). Australian global college (agc). Accessed: 2024-10-13. Citado na página 42.

[7] Brainstation-23 (2024b). Big blue communications. Accessed: 2024-10-13. Citado na página 42.

[8] Brainstation-23 (2024c). Indian institute of information technology, kottayam (iiitk). Accessed: 2024-10-13. Citado na página 42.

[9] BRASIL, M. d. E. (2022). Diagnóstico e desafios para a expansão da ead no brasil. *BRASIL. Ministério da Educação*, 3:1–96. Citado na página 10.

[10] Camacho, A. C. L. F., Joaquim, F. L., Menezes, H. F. d., and Sant' Anna, R. M. (2020). Tutoring in distance education in times of covid-19: relevant guidelines. *Research, Society and Development*, 9(5):e30953151. Citado na página 4.

[11] Capterra (2023). Best proctoring software 2023. Acesso em: 2023-11-11. Citado na página 12.

[12] Chiang, F.-K., Zhu, D., and Yu, W. (2022). A systematic review of academic dishonesty in online learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(4):907–928. Citado na página 7.

[13] Cloudflare (2024). R2 pricing. https://developers.cloudflare.com/r2/pricing/. Acessado em 13 de maio de 2024. Citado na página 63.

[14] Cloudflare (2024). What is image compression? Accessed: 2024-05-14. Citado na página 78.

[15] Dlib (2002). Dlib c++ library. http://dlib.net/. Accessed: 2024-05-14. Citado na página 78.

[16] do Porto, U. (2023). Safe Exam Browser - eLearning U.Porto. https://elearning.up.pt/moodle/safe-exam-browser/. Acessado em: 2023-11-11. Citado na página 25.

[17] Elearning23 (2023). Moodle proctoring pro details. Acessado em: 2023-11-11. Citado na página 24.

[18] Fenu, G., Marras, M., and Boratto, L. (2018). A multi-biometric system for continuous student authentication in e-learning platforms. *Pattern Recognition Letters*, 113:83–92. Integrating Biometrics and Forensics. Citado na página 10.

[19] Foster, D. and Layman, H. (2013). Online proctoring systems compared. Citado nas páginas 19, 34, 36, e 74.

[20] G2 (2023). Best online proctoring software. Acesso em: 2023-11-11. Citado na página 12.

[21] Garg, M. and Goel, A. (2022). A systematic literature review on online assessment security: Current challenges and integrity strategies. *Computers & Security*, 113:102544. Citado nas páginas 7, 9, e 10.

[22] Gautam, M. (2017). 3 types of online proctoring services and how to select the best for hiring. https://www.hackerearth.com/blog/talent-assessment/online-proctoring-for-hiring-developer. Hackerearth, December 20. Citado na página 11.

[23] Google Developers (2024). Webp compression. Accessed: 2024-05-14. Citado na página 78.

[24] Hussein, E., Daoud, S., Alrabaiah, H., and Badawi, R. (2020). Exploring undergraduate students' attitudes towards emergency online learning during covid-19: A case from the uae. *Children and youth services review*, 119:105699. Citado nas páginas 34, 36, e 74.

[25] Hylton, K., Levy, Y., and Dringus, L. P. (2016). Utilizing webcam-based proctoring to deter misconduct in online exams. *Computers & Education*, 92-93:53–63. Citado na página 11.

[26] Inep (2022). Ensino a distância se confirma como tendência. Citado na página 4.

[27] Instructure (2023). Canvas learning management system. https://www.instructure.com/. Acessado em 7 de janeiro de 2024. Citado na página 6.

[28] Jose, S. (2016). Online proctoring is trending: Here is all you must know. https://blog.talview.com/a-complete-guide-to-online-remote-proctoring. Talview, December 15. Citado na página 12.

[29] King, C. G., Guyette, R. W., and Piotrowski, C. (2008). Online exams and cheating: An empirical analysis of business students' views. Citado na página 7.

[30] Martins, B. L. (2022). Remote emergency education in the pandemic period: the use of technology and innovation in higher education institutions. *Research, Society and Development*, 11(3):e0711326210. Citado na página 5.

[31] MEC (2024). Panorama ead brasil. https://www.gov.br/mec/pt-br/reunidigital/pdf/REUNIDIGITALVol2_Panorama_EaD_Brasil.pdf. Acesso em: 07/01/2024. Citado na página 6.

[32] Mesquita, D., Piva Júnior, D., and Gara, E. B. M. (2014). *Ambiente Virtual de Aprendizagem - Conceitos, Normas, Procedimentos e Práticas Pedagógicas no Ensino à Distância*. Editora Saraiva. Citado na página 5.

[33] Mettl (2023). Mettl. https://mettl.com/en/. Acessado em: 2023-11-11. Citado na página 51.

[34] Mitra, S. and Gofman, M. I. (2016). Towards greater integrity in online exams. In *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. Association For Information Systems. Citado na página 11.

[35] Moodle Community (2023a). Moodle proctoring. https://moodle.org/plugins/quizaccess_proctoring. Acesso em: 2024-05-08. Citado nas páginas 12, 23, e 41.

[36] Moodle Community (2023b). Proctoring quiz access rule. https://moodle.org/plugins/quizaccess_quizproctoring. Acesso em: 2024-05-08. Citado na página 41.

[37] Ngqondi, T., Maoneke, P. B., and Mauwa, H. (2021). A secure online exams conceptual framework for south african universities. *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1):100132. Citado nas páginas viii, 7, 8, e 9.

[38] of Porto, U. (2024). Educational innovation - university of porto: Tools and exams. Accessed: 2024-10-13. Citado na página 42.

[39] of South Africa, U. (2022). Know your proctoring tool and proctoring tools guide. Accessed: 2024-10-13. Citado na página 42.

[40] Open edX (2023). Open edx. https://openedx.org/. Acessado em 7 de janeiro de 2024. Citado na página 6.

[41] OpenCV (2000). Opencv: Open source computer vision library. https://opencv.org/. Accessed: 2024-05-14. Citado na página 78.

[42] O'Reilly, G. and Creagh, J. (2016). A categorization of online proctoring. *Global Learn*, 2016:542–552. Citado na página 11.

[43] Pereira, E. (2014). O uso de tics como recursos de apoio pedagÓgico no processo de ensino de alunos com dificuldades de aprendizagem. http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_edespecial_artigo_edina_pereira.pdf. Acessado em: 11/07/2023. Citado na página 4.

[44] PNGQuant (2024). Pngquant: lossy png compressor. Accessed: 2024-05-14. Citado na página 78.

[45] Portugal, U. A. (2022). Universidade aberta - portugal proctoring information. Accessed: 2024-10-13. Citado na página 42.

[46] Rondini, C. A., Pedro, K. M., and Duarte, C. d. S. (2020). Pandemia do covid-19 e o ensino remoto emergencial: MudanÇas na prÁxis docente. *EDUCAÇÃO*, 10(1):41–57. Citado na página 5.

[47] SEB, S. E. B. (2023). https://safeexambrowser.org/news_en.html. Acessado em: 2023-11-11. Citado nas páginas 12, 24, e 41.

[48] Services, A. W. (2024). Amazon rekognition pricing. https://aws.amazon.com/rekognition/pricing/. Acessado em 13 de maio de 2024. Citado nas páginas x e 63.

[49] Shingal, T. (2020). Online test proctoring: Comparing online proctoring systems. https://blog.mettl.com/online-test-proctored-exam/. Mettl blog article. Citado na página 12.

[50] Sietses, L. (2016). White paper online proctoring: Questions and answers about remote proctoring. https://www.surf.nl/files/2019-04/whitepaper-online-proctoring_en.pdf. SURFnet. Citado na página 12.

[51] UFMS (2019). Regulamento de uso do ambiente virtual de aprendizagem (moodle) na universidade federal de mato grosso do sul. Instrução normativa conjunta nº 2 - prograd/propp/proece/agetic/agead-ufms. Boletim Oficial da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, de 27 de maio de 2019. Citado na página 6.

[52] UFMS (2022). Procedimentos para uso do ambiente virtual de aprendizagem. Instrução normativa conjunta nº 1 - agead/agetic/prograd/propp/proece/ufms. Boletim Oficial da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, de 27 de setembro de 2022. Citado na página 6.

[53] UFMS (2023). Agência de educação digital e a distância - agead/ufms. https://agead.ufms.br/. Acesso em: 07/11/2023. Citado nas páginas 6 e 63.

[54] UFMS (2024). Tecnologia em ciência dos dados. https://agead.ufms.br/tecnologia-em-ciencia-dos-dados/. Acessado em 13 de maio de 2024. Citado na página 62.