REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

ACC DIGITAL: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB INTEGRADO PARA CONTROLE E VALIDAÇÃO AUTOMATIZADA DE ATIVIDADES COMPLEMENTARES ACADÊMICAS

DIGITAL ACC: DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED WEB SYSTEM FOR AUTOMATED CONTROL AND VALIDATION OF ACADEMIC COMPLEMENTARY ACTIVITIES

ACC DIGITAL: DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB INTEGRADO PARA EL CONTROL Y VALIDACIÓN AUTOMATIZADA DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS ACADÉMICAS

Franco Feitosa Corrêa de Camargo
Bacharelando em Engenharia de Software
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
E-mail: franco.correacamargo@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0007-4662-9524

Daniel Barros Bastos
Bacharelando em Engenharia de Software
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
E-mail: danielbbastos16@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0007-8208-7507

Natyelle Santana Milhomem
Bacharelando em Engenharia de Software
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
E-mail: natyellemilhomemsantana@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0002-5604-4312

Simone Pio Parreira
Bacharelando em Engenharia de Software
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
E-mail: simoneparreira41@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0008-6388-2107

Wilker José Caminha dos Santos
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
E-mail: wilkercaminha@uepa.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5265-583X

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Resumo

A integralização curricular no curso de Bacharelado em Engenharia de Software exige o cumprimento de Atividades Curriculares Complementares (ACC), cujo processo de acompanhamento, submissão e validação é historicamente caracterizado por fluxos manuais, descentralizados e altamente burocráticos. Na Universidade do Estado do Pará (UEPA), especificamente no campus de Redenção, o problema é agravado pela dependência de triagem humana na Secretaria Acadêmica (CRCA) para aplicar os tetos de carga horária da Resolução 002/2026 e pelo constante extravio de comprovantes físicos por parte dos discentes. Este trabalho propõe, desenvolve e valida um Sistema Web Integrado para a Gestão Automatizada de Atividades Curriculares Complementares, dotado de Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC) com quatro níveis hierárquicos, algoritmo de dupla validação para truncamento de horas excedentes e Autenticação em Duas Etapas (2FA). A validação do artefato englobou a inspeção heurística de usabilidade, que mapeou 10 inconformidades na interface, e a definição de métricas de desempenho sistêmico. Os resultados indicam que a digitalização e a aplicação de regras de negócio estritas eliminam falhas operacionais de cálculo, reduzem a sobrecarga administrativa e devolvem a autonomia e a transparência em tempo real ao corpo discente.

Palavras-chave: Software; Transformação Digital; Gestão Acadêmica; Atividades Complementares.

Abstract

Curricular integration in the Software Engineering Bachelor's degree requires the completion of Complementary Curricular Activities (ACC), whose monitoring, submission, and validation process is historically characterized by manual, decentralized, and highly bureaucratic workflows. At the State University of Pará (UEPA), specifically at the Redenção campus, the problem is exacerbated by the reliance on manual screening by the Academic Secretariat (CRCA) to apply the hour limits of Resolution 002/2026 and by students constantly losing physical certificates. This work proposes, develops, and validates an Integrated Web System for the

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Automated Management of ACC, equipped with Role-Based Access Control (RBAC) across four hierarchical levels, a dual-validation algorithm for truncating excess hours, and Two-Factor Authentication (2FA). Artifact validation included a heuristic usability inspection, which identified 10 interface issues, and the definition of system performance metrics. The results indicate that digitization and the enforcement of strict business rules eliminate calculation errors, reduce administrative overhead, and restore real-time autonomy and transparency to students.

Keywords: Software; Digital Transformation; Academic Management; Complementary Activities.

Resumen

La integración curricular en la Licenciatura en Ingeniería de Software exige el cumplimiento de Actividades Curriculares Complementarias (ACC), cuyo proceso de seguimiento, envío y validación se caracteriza históricamente por flujos manuales, descentralizados y altamente burocráticos. En la Universidad del Estado de Pará (UEPA), específicamente en el campus de Redenção, el problema se ve agravado por la dependencia de la revisión manual en la Secretaría Académica (CRCA) para aplicar los límites de horas de la Resolución 002/2026 y por la constante pérdida de certificados físicos por parte de los estudiantes. Este trabajo propone, desarrolla y valida un Sistema Web Integrado para la Gestión Automatizada de ACC, dotado de Control de Acceso Basado en Roles (RBAC) en cuatro niveles jerárquicos, un algoritmo de doble validación para el truncamiento de horas excedentes y Autenticación de Dos Factores (2FA). La validación del artefacto abarcó una inspección heurística de usabilidad, que identificó 10 problemas en la interfaz, y la definición de métricas de rendimiento del sistema. Los resultados indican que la

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

digitalización y la aplicación de reglas de negocio estrictas eliminan fallos operativos de cálculo, reducen la sobrecarga administrativa y devuelven la autonomía y transparencia en tiempo real a los estudiantes.

Palabras clave: Software; Transformación Digital; Gestión Académica; Actividades Complementarias.

1. Introdução

A integralização curricular nos cursos de bacharelado, especificamente em Engenharia de Software, exige o cumprimento de Atividades Curriculares Complementares (ACC). O processo de acompanhamento, submissão e validação dessas horas nas Instituições de Ensino Superior (IES) é historicamente caracterizado por fluxos manuais e descentralizados. A literatura aponta que a gestão semi-automatizada ou física de certificados gera gargalos administrativos, inconsistências na validação de dados e reduz a transparência do processo acadêmico (MIGUEL; FRANCO, 2018). Na Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus de Redenção, o processo depende da triagem humana pela Secretaria Acadêmica (CRCA) para aplicar os limites de carga horária estabelecidos pela Resolução nº 002/2026, além de enfrentar problemas recorrentes relacionados ao extravio de comprovantes físicos e à sobrecarga administrativa decorrente da conferência manual das atividades.

Nesse contexto, emerge a seguinte questão de pesquisa: como o desenvolvimento de uma plataforma digital integrada pode otimizar a gestão documental e garantir a aplicação correta e automatizada das normativas de Atividades Curriculares Complementares? Para responder a essa problemática, o presente estudo fundamenta-se no paradigma da *Design Science Research* (DSR), que preconiza a instanciação e validação rigorosa de artefatos tecnológicos voltados à resolução de problemas organizacionais (HEVNER et al., 2004).

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e avaliar um Produto Mínimo Viável (MVP) de um Sistema Web Integrado para a Gestão Automatizada de ACC,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

capaz de aplicar regras de negócio e auditar restrições hierárquicas de carga horária em tempo real. O termo "sistema integrado" é adotado em detrimento de "sistema inteligente", visto que a solução proposta se baseia na automação estrita de regras de negócio predefinidas, sem a utilização de algoritmos de aprendizado de máquina ou mecanismos adaptativos de inteligência artificial.

O artefato foi desenvolvido entre fevereiro de 2026 e maio de 2026, encontrando-se atualmente em fase de homologação, com testes estruturados realizados em ambiente controlado e com vistas à futura implantação em ambiente de produção. Como objetivos específicos, destacam-se: (I) o levantamento e a análise documental de requisitos institucionais, incluindo a Resolução nº 002/2026 e demais normativas acadêmicas; (II) a modelagem das regras de negócio, das matrizes de rastreabilidade e das permissões de acesso; (III) a formalização e a validação funcional de um algoritmo de dupla validação para truncamento de horas; e (IV) a avaliação de desempenho, segurança cibernética e conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Como contribuição prática, este trabalho disponibiliza um artefato de software capaz de automatizar a gestão das Atividades Curriculares Complementares, reduzindo a sobrecarga administrativa, minimizando falhas operacionais e ampliando a transparência do acompanhamento acadêmico para os discentes.

2. Revisão da Literatura

2.1 Transformação Digital e Automação de Processos no Ensino Superior

A inserção da transformação digital no ambiente universitário vai além da mera incorporação de ferramentas tecnológicas em sala de aula, provocando uma reconfiguração estrutural nas instâncias administrativas e nos modelos de gestão institucional. Recentemente, as Instituições de Ensino Superior (IES) têm direcionado esforços para a digitalização de seus fluxos, substituindo rotinas manuais e o uso físico de papel por ecossistemas digitais integrados (LUNA; BRETERNITZ, 2021). Esse esforço de modernização atende a uma demanda contemporânea por celeridade, transparência e governança na oferta de serviços

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

educacionais. Ao automatizar os processos acadêmicos, as instituições eliminam gargalos operacionais, reduzem a sobrecarga burocrática e asseguram a rastreabilidade dos documentos, o que otimiza de forma expressiva a aplicação de recursos e eleva a eficiência institucional (LUNA; BRETERNITZ, 2021).

2.2 Sistemas de Informação Aplicados à Gestão Acadêmica

Os Sistemas de Informação (SI) constituem uma infraestrutura tecnológica essencial para o suporte e direcionamento dos fluxos informacionais de uma organização, articulando pessoas, hardware, software e redes para o processamento e a difusão ágil de dados operacionais e gerenciais (LAUDON; LAUDON, 2021). No panorama universitário, essas plataformas atuam de maneira estratégica tanto nas atividades-fim quanto nas atividades-meio, viabilizando o controle de matrículas, a manutenção de registros e o acompanhamento contínuo da trajetória estudantil. A adoção dessas tecnologias permite que as instituições superem entraves burocráticos tradicionais, centralizando a informação e garantindo maior confiabilidade aos registros acadêmicos (REZENDE, 2015). Sob essa ótica, a implantação de Sistemas de Gestão Integrada (ERP) no ecossistema educacional consolida benefícios operacionais expressivos, automatizando tarefas rotineiras para otimizar o tempo, reduzir o índice de falhas manuais e qualificar a governança geral dos processos (TURBAN; POLLARD; WOOD, 2018).

A eficácia da automação na gestão educacional também é evidenciada em iniciativas voltadas à educação popular. Um exemplo recente é o desenvolvimento do Sistema Walk, uma plataforma web construída com o framework Django voltada à gestão pedagógica de cursinhos pré-universitários (SANTOS; LIMA et al., 2026). Assim como a problemática enfrentada no campus de Redenção da UEPA, o projeto do Sistema Walk partiu da necessidade de reduzir processos manuais e inconsistências de informação. Os resultados da implementação demonstraram que a adoção de padrões arquiteturais em sistemas de gestão constitui uma ferramenta viável para ampliar a eficiência administrativa e o suporte direto ao estudante, corroborando com a premissa de que a digitalização é vital para a modernização do ensino em diferentes níveis.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

2.3 Gestão de Atividades Curriculares Complementares no Ensino Superior

As Atividades Curriculares Complementares (ACC) configuram-se como experiências extracurriculares fundamentais para enriquecer a formação didática, científica e cultural dos discentes, respaldadas legalmente pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). No escopo do curso de Bacharelado em Engenharia de Software (BES), as ACCs exercem o papel central de permitir a participação do discente na resolução de problemas relacionados à área de Computação, contribuindo assim para a aquisição de novas competências e habilidades. Essas atividades espelham a amplitude do processo formativo do aluno, expandindo-se além dos componentes disciplinares tradicionais por meio do envolvimento em projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão, além da participação em eventos científicos e culturais.

A integralização dessas horas, contudo, é regida por normativas institucionais rigorosas. Conforme estabelece a Resolução Nº 002/2026-COBES, o currículo do discente apenas será integralizado mediante a obtenção da carga horária prevista no Projeto Político Pedagógico, sendo exigida a comprovação documental por meio de certificados, declarações ou contratos. O regulamento impõe um controle minucioso, estipulando tanto um "Limite por Atividade" (o valor máximo contabilizado por comprovante apresentado) quanto um "Limite total por Atividade" para cada categoria. Diante dessa complexidade estrutural, o fluxo analógico de recepção de documentos, a triagem manual e o cálculo detalhado desses tetos consomem um tempo técnico escasso, evidenciando a urgência por mecanismos computacionais capazes de desburocratizar e automatizar a submissão e a validação dessas atividades na secretaria e coordenação do curso.

2.4 Segurança em Sistemas Web e Autenticação de Usuários

Diante da virtualização das secretarias acadêmicas e do tráfego de documentação em rede, a segurança das aplicações web consolidou-se como um requisito crítico. A proteção voltada à integridade e à confidencialidade dos fluxos de dados exige mecanismos rigorosos, dado que as plataformas educacionais concentram um volume massivo de informações pessoais sensíveis, tornando-se

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

alvos potenciais para vulnerabilidades e ataques cibernéticos (PRESSMAN; MAXIM, 2021). Para assegurar a operação em um ambiente protegido, torna-se imperativo recorrer a práticas robustas, como a criptografia de credenciais, o controle contra acessos não autorizados e o gerenciamento seguro de sessões. A incorporação de abordagens modernas, a exemplo da autenticação em dois fatores (2FA) e de protocolos de não repúdio, garante que o acesso aos registros e requerimentos dos estudantes seja restrito estritamente a usuários validados, mitigando de forma expressiva o risco de acessos indevidos decorrentes de falhas em senhas tradicionais (BRASIL, 2024).

2.5 Regras de Negócio e Validação Automatizada em Sistemas Inteligentes

O desenvolvimento de plataformas direcionadas à gestão acadêmica requer a tradução computacional de suas regras de negócio, que operam como o conjunto de diretrizes normativas da instituição convertidas em código de software (SOMMERVILLE, 2011). A validação automatizada capacita a aplicação a verificar, em tempo real, se os dados submetidos como a carga horária de um certificado de ACC cumprem os critérios restritivos dos regulamentos vigentes. Essa centralização de validações garante a integridade das informações no banco de dados, bloqueando cálculos indevidos e a persistência de dados inconsistentes (ELMASRI; NAVATHE, 2018). Ademais, ao processar restrições automaticamente, essa abordagem mitiga a necessidade de auditorias humanas repetitivas e exaustivas na secretaria do curso. Assim, assegura-se uma contabilização precisa, escalando significativamente a capacidade de resposta e a eficiência operacional da instituição (VALENTE, 2020).

3. Metodologia

Esta seção detalha os procedimentos metodológicos, arquiteturais e tecnológicos adotados para a concepção e validação do Sistema Web Integrado para a Gestão Automatizada de Atividades Curriculares Complementares (ACC).

3.1 Caracterização da Pesquisa

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

A pesquisa classifica-se como aplicada e tecnológica (GIL, 2022), pois busca solucionar um problema prático da rotina administrativa acadêmica. O projeto foca no desenvolvimento de um Sistema Web Integrado para a Gestão de Atividades Curriculares Complementares (ACC), criado com o propósito de reduzir a ineficiência do processo manual, evitar o extravio de documentos físicos e centralizar o registro de horas. Para isso, o estudo fundamenta-se em princípios de Engenharia de Software voltados para a segurança da informação e a automação das normas da instituição. O uso dessa abordagem no desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas à educação tem se mostrado eficaz para atender a requisitos socioculturais e institucionais específicos, assim como demonstrado no desenvolvimento de plataformas digitais para o ensino e preservação de idiomas (SANTOS; CHAGAS et al., 2026).

A condução metodológica deste trabalho seguiu as cinco etapas propostas pelo paradigma da Design Science Research (DSR), conforme preconizado por Vaishnavi e Kuechler (2015): (1) Problematização: identificação dos gargalos manuais e do extravio crônico de documentos físicos no fluxo do CRCA; (2) Sugestão: proposição de uma plataforma digital automatizada baseada em regras de negócio institucionais; (3) Desenvolvimento: construção de um Produto Mínimo Viável (MVP) focado no cômputo de horas; (4) Demonstração e Avaliação: condução de inspeção heurística independente e testes de carga técnica; e (5) Conclusão: documentação das contribuições e das limitações do artefato desenvolvido.

O período de concepção e desenvolvimento do sistema ocorreu entre fevereiro de 2026 e maio de 2026. Atualmente, a plataforma encontra-se classificada como um MVP em fase de homologação. Durante este período, o sistema não foi submetido ao uso real em ambiente de produção (aberto para o corpo discente geral), mas passou por ciclos de testes estruturados em ambiente controlado. Essa etapa contou com estudo bibliográfico extenso.

Quanto à abordagem, o estudo adota um modelo misto (CRESWELL, 2010), integrando análises quantitativas e qualitativas. A etapa quantitativa concentra-se em

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

medir o desempenho técnico e a eficiência do sistema. Isso inclui validar a precisão matemática do motor de cálculo (garantindo o cumprimento estrito das regras da Resolução 002/2026), monitorar taxas de erro e avaliar a eficiência operacional e o desempenho técnico do sistema. Já a etapa qualitativa é aplicada na inspeção heurística da interface. Essa avaliação busca garantir que as telas destinadas a alunos, professores e setor administrativo sejam intuitivas e ergonômicas, utilizando critérios consolidados de usabilidade sem envolver a coleta de dados de usuários reais. A escolha por essa metodologia mista justifica-se pela própria natureza de um software educacional. A precisão computacional do sistema, por si só, não garante sua efetividade, sendo igualmente necessária uma interface intuitiva e adequada aos diferentes perfis de usuários. Combinar métricas técnicas de desempenho (quantitativas) com a avaliação ergonômica (qualitativa) garante que a plataforma seja não apenas correta em suas regras de negócio, mas também funcional e acessível para a adoção diária na instituição.

3.2 Levantamento e Análise de Requisitos

Inicialmente, o estudo procedeu à coleta e análise dos fluxos administrativos inerentes à validação de ACCs. Essa etapa exigiu a transposição das normativas institucionais, especialmente os critérios de truncamento e os limites de carga horária estabelecidos pela Resolução nº 002/2026, em requisitos funcionais claros. A engenharia de requisitos concentrou-se no mapeamento dos gargalos operacionais decorrentes da dependência de triagem humana pela Secretaria Acadêmica (CRCA) e da suscetibilidade ao extravio de documentos físicos.

O levantamento de requisitos foi conduzido exclusivamente por meio da análise documental da regulamentação institucional, incluindo manuais acadêmicos e a Resolução nº 002/2026-COBES, dos quais foram extraídos os critérios de cálculo e as restrições de carga horária. Não houve participação direta de stakeholders na etapa de elicitação de requisitos.

A partir dessa análise estrutural, foram consolidados os Requisitos Funcionais, que descrevem as operações que o sistema deve obrigatoriamente executar, e os Requisitos Não Funcionais, que definem os critérios de qualidade e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

as restrições tecnológicas da aplicação. Para assegurar o alinhamento entre as necessidades elicitadas e o desenvolvimento do MVP, elaborou-se uma Matriz de Rastreabilidade (Tabela 1), que correlaciona os requisitos centrais às funcionalidades codificadas e às suas respectivas interfaces de acesso.

Tabela 1 - Matriz de Rastreabilidade de Requisitos**.**

ID Req.	Descrição do Requisito	Módulo / Funcionalidade	Tela / Rota Associada
RF01	Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC) com níveis hierárquicos	Segurança / Gestão de Perfis	/login, /admin/usuarios
RF02	Suporte à Autenticação em Duas Etapas (2FA)	Segurança / Autenticação	/login, /2fa-verify
RF03	Truncamento automatizado de carga horária por evento e categoria	Aplicação / Algoritmo Validador Core	*(Processamento Backend)*
RF04	Auditoria, aprovação e rejeição de requerimentos	CRCA / Validação e Gestão	/crca/auditoria, /crca/eventos
RF05	Geração automatizada de certificado digital com hash verificador	Aplicação / Emissão de Certificados	/aluno/certificados

Fonte: Autores, 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

No que tange aos Requisitos Não Funcionais, a plataforma deve apresentar uma interface web responsiva, assegurando adaptação visual ergonômica tanto para computadores desktop quanto para dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Sob o prisma da segurança, exige-se o suporte à Autenticação em Duas Etapas (2FA) para o reforço do controle de acesso às contas, operando em estrita conformidade com a obrigatoriedade do armazenamento criptografado das senhas dos usuários no banco de dados. Por fim, para resguardar a disponibilidade e a integridade do ecossistema, a persistência de dados e arquivos precisa ser orquestrada por um banco de dados relacional robusto, blindando as informações institucionais contra perdas e corrupção.

3.3 Regras de Negócio e Permissões

Para garantir a segurança estrutural e a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a arquitetura do sistema adota uma política rígida de Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC), detalhada na Matriz de Permissões da Tabela 2.

Na matriz, destaca-se que o perfil de **"Professor"** detém permissão para gerenciar contas de alunos. Essa funcionalidade é mantida como uma necessidade operacional para que o docente possa acompanhar, organizar e administrar as atividades acadêmicas de seus orientandos, incluindo o suporte técnico de acesso à plataforma.

Tabela 2 - Matriz de Permissões por Perfil de Usuário.

Funcionalidade / Ação	Administrador	CRCA	Professor	Aluno
Gerenciar Usuários e Permissões	Parcial	Total	Parcial	Negado
Criar e Editar Eventos Internos	Negado	Total	Próprios Eventos	Negado
Auditar e Validar Horas (Truncamento)	Negado	Total	Negado	Negado

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Emitir Certificados de Eventos	Negado	Leitura	Leitura	Total

Fonte: Autores, 2026.

3.3.1 Estruturação do Fluxo Documental

Para evitar ambiguidades na contabilização da carga horária, o sistema implementa uma taxonomia rigorosa para classificar os documentos e registros acadêmicos. O fluxo documental é segmentado em duas entidades distintas:

Certificado Gerado: documento em formato PDF emitido automaticamente pelo sistema após a conclusão de um evento interno criado por um docente. O documento contém um identificador criptográfico (hash) que permite verificar sua integridade e autenticidade.

Registro de ACC: abstração de dados persistida no banco de dados responsável por consolidar as horas complementares válidas. O registro é gerado a partir da emissão dos certificados e da aplicação das regras de truncamento previstas na Resolução nº 002/2026, alimentando a **barra de progresso** individual do discente.

3.4 Modelagem do Sistema

A modelagem do sistema foi dividida entre a representação de suas visões arquiteturais e a formalização matemática de seu motor de regras de negócio, conforme detalhado a seguir.

3.4.1 Arquitetura e Representações Gráficas do Sistema

O processo de diagramação do sistema contou com diferentes representações gráficas que projetavam sua estrutura e o seu funcionamento, entre eles: Diagrama de Caso de Uso, Diagrama de Classe, Modelo Entidade-Relacionamento (MER) e fluxograma de regras de negócios.

O Diagrama de Caso de Uso (Figura 1) mapeia os limites do sistema e as interações que cada usuário, chamado aqui de ator, tem com as funcionalidades da

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

aplicação (FOWLER, 2008). Na modelagem proposta, houve a unificação de casos de uso comuns a todos os perfis para um só ator lógico, denominado Usuário (como Fazer Login, Alterar Própria Senha e Consultar Tutoriais). Os demais atores (Aluno, Professor, Secretaria e Administrador) herdam essas permissões básicas e se ligam às suas respectivas funcionalidades específicas, seguindo uma hierarquia clara de controle de acesso de acordo com a divisão de seus papéis na instituição.

Figura 1 - Diagrama de Caso de Uso.



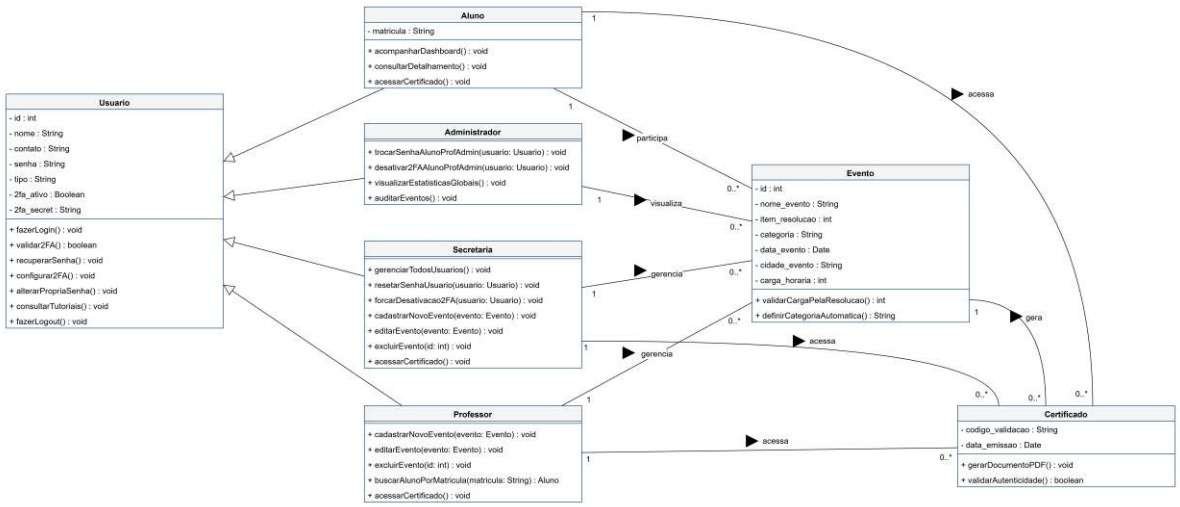
Fonte: Autores.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Para mapear a arquitetura estática do sistema, foi construído o Diagrama de Classe (Figura 2), que descreve as entidades fundamentais da aplicação, definindo seus atributos, operações e as associações necessárias para garantir a integridade do software (BEZERRA, 2014). Alinhado à lógica dos casos de uso, as classes correspondentes aos diferentes papéis do sistema (Aluno, Administrador, Secretaria e Professor) herdam seus atributos de autenticação e segurança de uma superclasse abstrata chamada Usuario. Essas classes especializadas interagem diretamente com a classe Evento. Adicionalmente, a classe Certificado foi modelada para se relacionar logicamente tanto com Evento (que gera o certificado) quanto com Aluno (que o acessa), estruturando o fluxo de validação de carga horária.

Figura 2 - Diagrama de Classe.



Fonte: Autores.

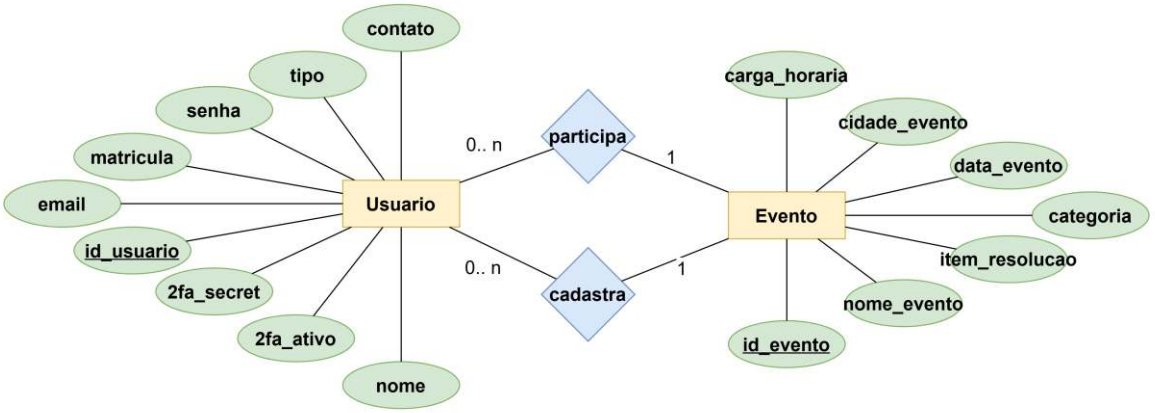
Indo além da interação humana e de código, a modelagem interna do banco de dados foi estruturada através do Modelo Entidade-Relacionamento (MER) (Figura 3), que, segundo Elmasri e Navathe (2018), possibilita a representação conceitual clara do banco, os relacionamentos entre as tabelas e a persistência dos dados em estado fixo. No modelo, a entidade Usuario possui dois relacionamentos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

distintos com a entidade Evento: a associação participa que mapeia a presença do Usuario (especificamente o Aluno) na atividade, e a associação chamada cadastra que pode ser realizada pelo Professor ou pela Secretaria, responsável por registrar o evento no sistema.

Figura 3 - Modelo Entidade-Relacionamento (MER)



Fonte: Autores.

Foi elaborado também um Fluxograma de Regras de Negócio (Figura 4) que descreve sequencialmente a lógica algorítmica de como o artefato faz a validação das horas complementares baseando-se no critério de duplo corte determinado pela Resolução 002/2026. Essa modelagem visual em nível de componente é essencial para traduzir normativas institucionais em fluxo computacional sem ambiguidades (Pressman & Maxim, 2021).

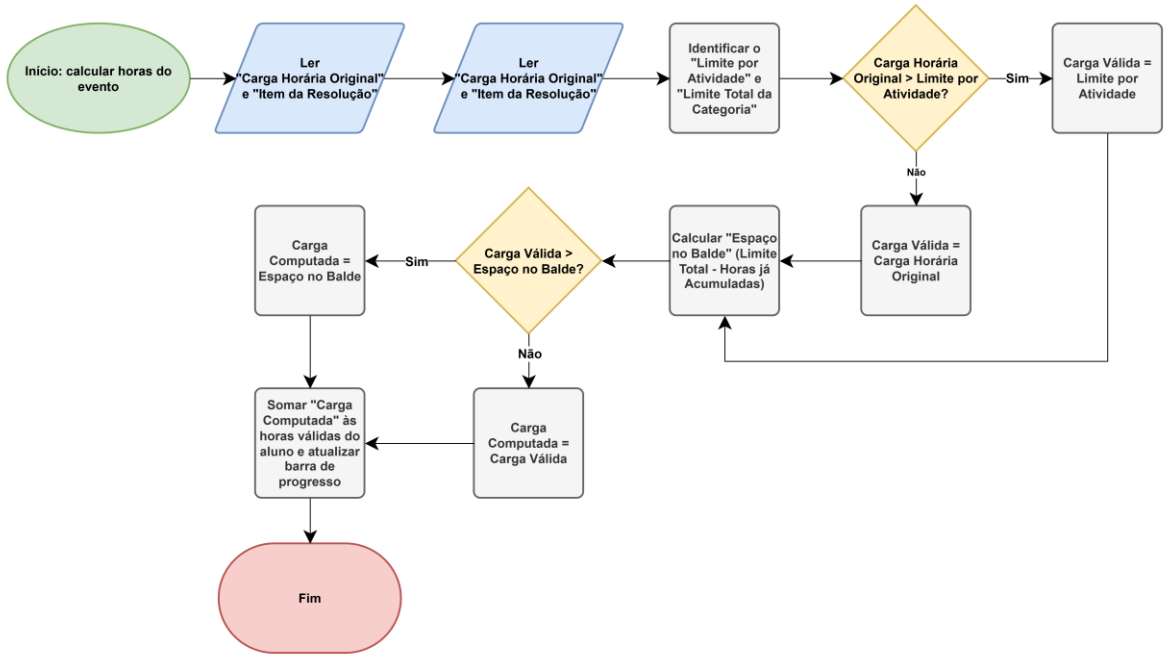
O fluxo inicia com a leitura da 'Carga Horária Original' e do 'Item da Resolução'. O primeiro corte ocorre ao confrontar se a carga horária original excede o 'Limite por Atividade'; se sim, ela é podada para o teto da atividade. O segundo corte calcula o 'Espaço no Balde' (subtraindo as horas já acumuladas pelo aluno do Limite Total da Categoria). Se a carga válida ultrapassar o espaço restante no balde, o sistema computa apenas o limite exato disponível, atualizando a barra de progresso do discente de forma segura. Esse isolamento sequencial de restrições reflete as melhores práticas de arquitetura baseada em regras (Ross, 2003), projetado especificamente para garantir o atributo de integridade de dados prevista

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

na norma ISO/IEC 25010, cujos cenários de violação correspondentes são validados computacionalmente na matriz de testes apresentada na Tabela 8.

Figura 4 - Fluxograma de Regras de Negócio.



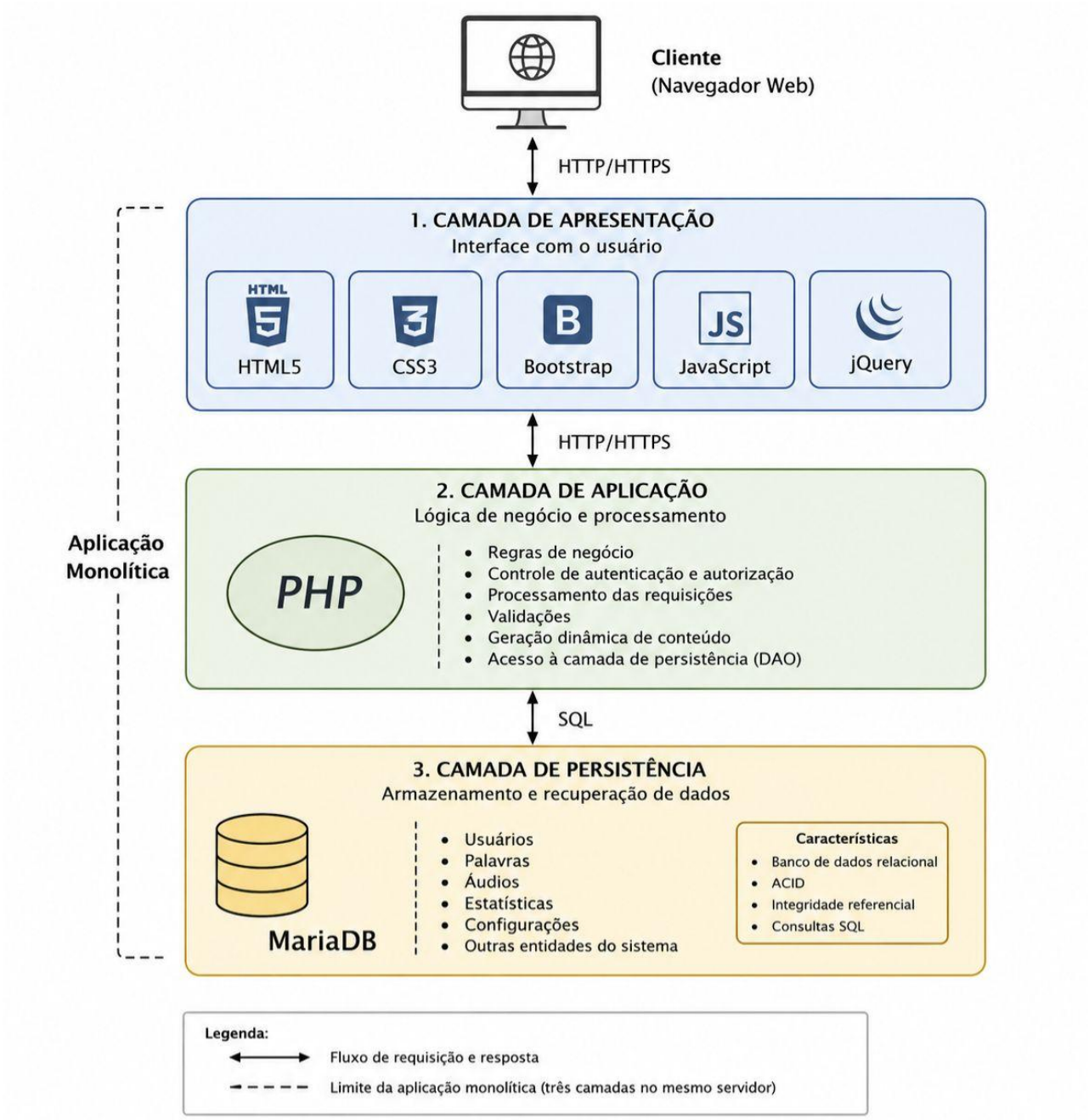
Fonte: Autores.

Paralelamente, foi determinado que a instanciação do artefato fosse estruturada sobre uma Arquitetura Cliente-Servidor, baseada em um modelo tradicional web. O padrão Monolítico, sobre o qual se sustenta o sistema, consiste no processamento e renderização do HTML diretamente pelo *backend*. Para fins de organização de código, utilizou-se a Arquitetura de Três Camadas, dividindo o software estritamente na Camada de Apresentação (interface com o usuário), Camada de Aplicação (onde residem as lógicas e os duplo-cortes de validação) e Camada de Persistência (comunicação direta com o banco de dados) (FOWLER, 2008).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Figura 5 - Arquitetura de Três Camadas.



Fonte: Autores, 2026.

3.4.2 Formalização Matemática e Motor de Regras de Negócio

Para garantir o cumprimento estrito da Resolução 002/2026 e eliminar as falhas operacionais de cômputo, o sistema foi dotado de um motor de regras de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

negócio baseado em um filtro de truncamento em duas camadas (dupla validação das horas), com um modelo matemático que rege este algoritmo.

Sejam as variáveis de entrada para uma dada submissão de Atividade Curricular Complementar (ACC):

- H_{sub}: Quantidade de horas declaradas no certificado submetido pelo discente.
- L_{ev}: Limite máximo de horas permitido para um único evento/atividade, conforme a tabela normativa.
- H_{acum}: Somatório das horas já validadas e consolidadas pelo discente na categoria correspondente daquela atividade.
- L_{cat}: Teto máximo de carga horária permitido para a categoria inteira (Ensino, Pesquisa ou Extensão).

O processamento do algoritmo ocorre de forma sequencial através de duas equações de controle. O primeiro corte opera no nível do evento, limitando a carga horária do certificado ao teto da atividade (Equação 1):

$$H_{ev} = min(H_{sub}, L_{ev})$$

Em seguida, o sistema calcula o espaço restante disponível (E_{dispo}) para aquela categoria específica, garantindo que o valor não seja negativo (Equação 2):

$$E_{dispo} = max(0, L_{cat} - H_{acum})$$

Por fim, o segundo corte é aplicado. A carga horária final efetivamente creditada ao discente (H_{final}) e persistida no banco de dados é o menor valor entre o resultado do primeiro corte e o espaço disponível na categoria (Equação 3):

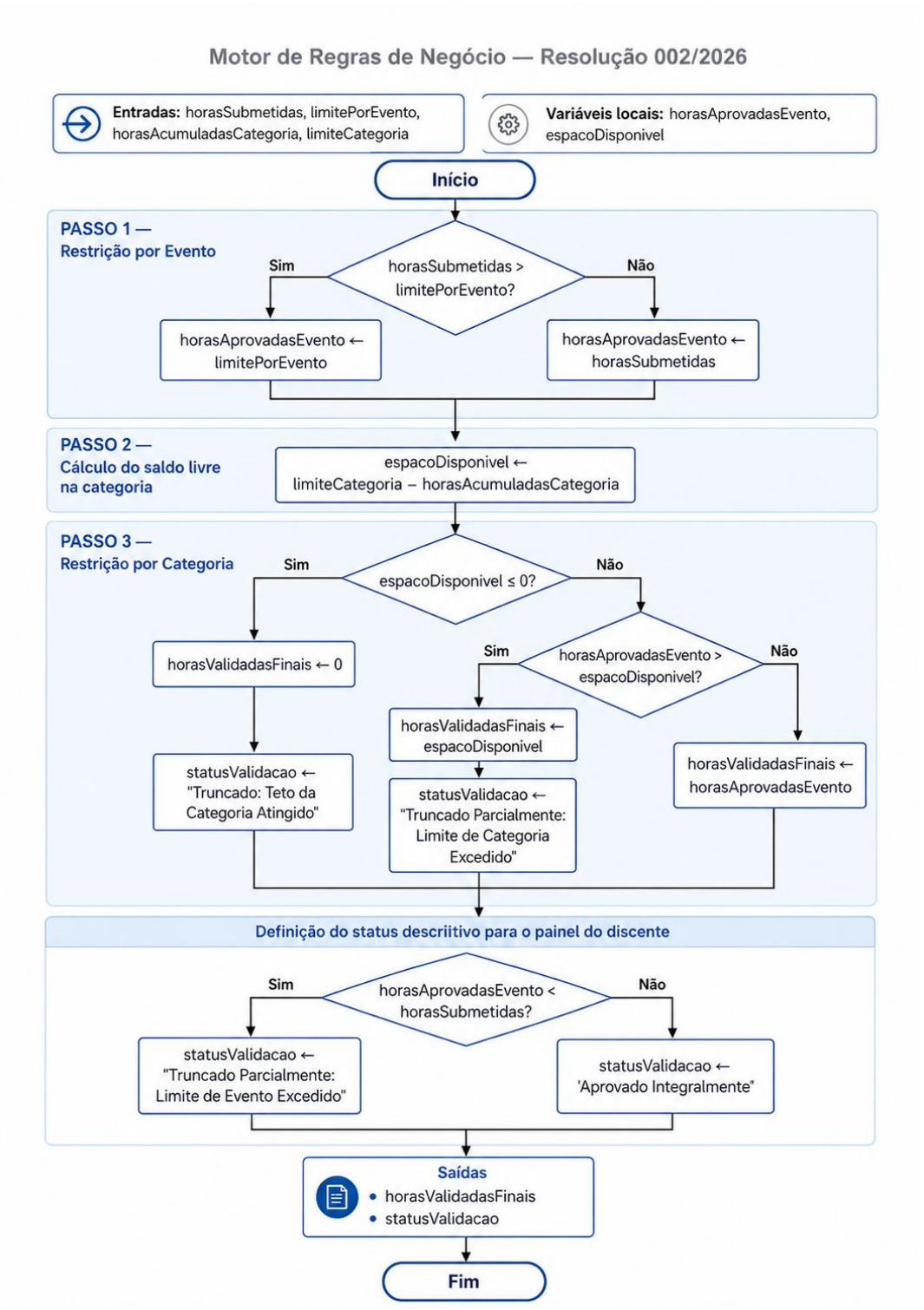
$$H_{final} = min(H_{ev}, E_{dispo})$$

A transcrição dessa lógica matemática para a arquitetura do sistema gerou o algoritmo principal de validação de submissões. O pseudocódigo a seguir (Figura 6) detalha o fluxo condicional que o *back-end* executa ao receber um novo certificado.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Figura 6 – Lógica computacional do motor de regras de negócio baseado na Resolução 002/2026



Fonte: Autores, 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

3.5 Tecnologias Utilizadas

A plataforma foi estruturada com base em tecnologias web consolidadas, escolhidas por sua estabilidade, segurança e farta documentação.

- Linguagens de Programação e Frameworks**:** O sistema utiliza PHP para o processamento *server-side*, o controle das sessões de segurança e a execução do motor de cálculo das regras de negócio (truncamento de horas) (NIXON, 2021). No *front-end*, a interface do usuário foi construída nativamente com HTML5, CSS3 e JavaScript. Para assegurar o cumprimento do requisito não funcional de responsividade (MARCOTTE, 2014), adotou-se o *framework* Bootstrap, permitindo uma navegação padronizada e fluida em diferentes dispositivos como celulares e computadores.

- Banco de Dados**:** O armazenamento, o relacionamento das entidades e a integridade referencial dos dados (usuários, registros de atividades e auditorias) são gerenciados pelo Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) relacional MariaDB (CORONEL; MORRIS, 2022) .

- Ferramentas de Desenvolvimento e Teste**:** Durante as fases de codificação e testes de validação lógica (PRESSMAN; MAXIM, 2021), o ambiente de desenvolvimento local foi orquestrado pelo XAMPP. Esta ferramenta forneceu a integração necessária entre o servidor web Apache e o banco de dados MariaDB para a prototipação e homologação preliminar dos módulos.

- Ambiente de Hospedagem e Implantação: Com o objetivo de maximizar a segurança, o sigilo das informações acadêmicas e o controle infraestrutural, optou-se por uma implantação do tipo *stand alone* (STALLINGS, 2014). O sistema encontra-se hospedado em um servidor físico alocado nas próprias dependências da universidade, operando sob um IP fixo vinculado à rede interna da instituição. Essa configuração assegura a proteção dos dados sensíveis e facilita a manutenção do sistema pelas equipes locais de TI.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

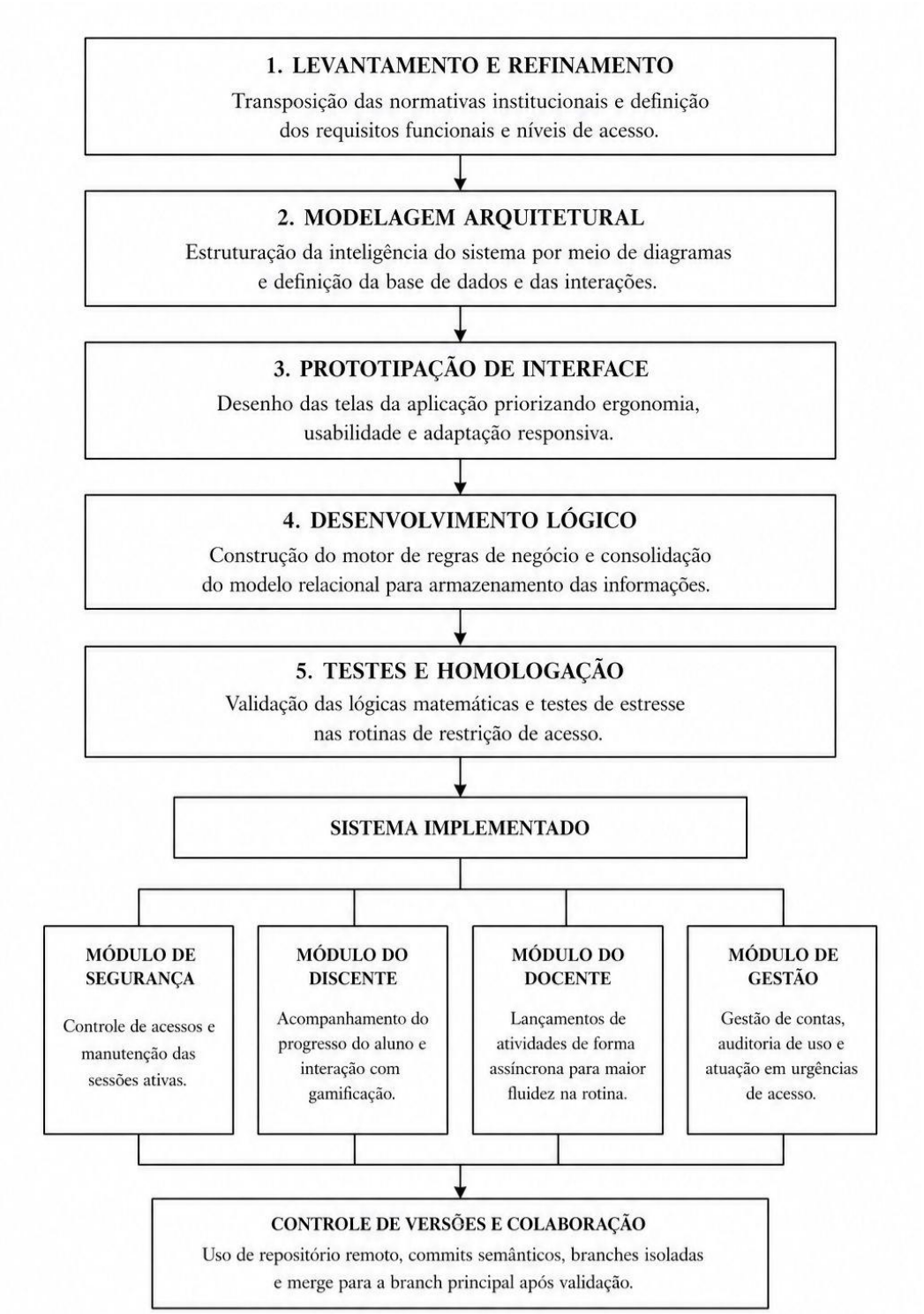
3.6 Processo de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do sistema, optou-se pela adoção de uma metodologia baseada em princípios Ágeis com um ciclo de vida Iterativo e Incremental (SUTHERLAND; SCHWABER, 2020). Essa escolha permitiu que o artefato fosse instanciado em partes menores e funcionais, garantindo uma evolução gradativa das diferentes camadas do software como também facilitando a correção rápida de falhas.A linha do tempo do projeto foi organizada em um roteiro cronológico de cinco etapas principais:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Figura 7 - Roteiro Cronológico.



Fonte: Autores, 2026

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Durante a fase de codificação, dividir o escopo em módulos foi a solução encontrada para organizar o trabalho da equipe e evitar gargalos técnicos na hora de juntar as partes do código (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2021) . Assim, o sistema ganhou quatro grandes áreas de atuação. O Módulo de Segurança assumiu a porta de entrada, gerenciando o controle de acessos e mantendo as sessões ativas protegidas. O Módulo do Discente, por sua vez, foi desenhado para ser o ambiente do aluno; é lá que ele acompanha seu progresso em tempo real e interage com as dinâmicas de gamificação pensadas para manter o engajamento. Do lado dos professores, o Módulo do Docente foi construído para tornar a avaliação mais fluida, processando os lançamentos de atividades de forma assíncrona para não interromper a rotina de trabalho. Por fim, o Módulo de Gestão reuniu os painéis da secretaria, entregando à administração as ferramentas essenciais para gerenciar contas, auditar o histórico de uso e atuar rapidamente em urgências de acesso.

Para alinhar todo esse trabalho colaborativo sem gerar conflitos no código, foi fundamental manter um controle de versões rigoroso. O repositório remoto funcionou não apenas como um *backup* seguro, mas como o verdadeiro ponto de encontro dos desenvolvedores (PONUTHORAI; LOELIGER, 2022). Para preservar a saúde do projeto, a equipe adotou o hábito de registrar *commits* semânticos e bem explicados. Essa prática direta foi o que evitou a sobreposição acidental de arquivos e deixou o histórico de mudanças transparente para qualquer um que lesse. O dia a dia do desenvolvimento também tirou muito proveito da criação de ramificações (*branches*) isoladas. Graças a elas, as partes mais sensíveis e complexas do sistema puderam ser construídas, testadas e lapidadas em um espaço seguro. Dessa forma, a equipe só fundia as novas funcionalidades à versão principal (*main*) da plataforma quando tinha a certeza absoluta de sua estabilidade, alinhando-se às práticas de alta performance do desenvolvimento moderno (FORSGREN; HUMBLE; KIM, 2018) .

3.7 Mecanismos de Segurança

3.7.1 Controle de Acesso, Autenticação e Integridade Documental

Em substituição às abordagens manuais de conferência, esta etapa

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

concentrou-se na robustez do sistema através da modelagem de um Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC) (SANDHU *et al.*, 1996). O sistema foi estruturado para isolar privilégios e permissões em quatro níveis hierárquicos: Aluno (submissão de registros), Professor (lançamento/avaliação), CRCA (auditoria final) e administrador (gestão sistêmica).

Para garantir a integridade dos dados e o sigilo das informações acadêmicas, foram implementadas camadas avançadas de segurança, incluindo a Autenticação em Duas Etapas (2FA) (STALLINGS, 2015). O armazenamento das credenciais de acesso segue diretrizes de segurança defensiva, utilizando o algoritmo hash BCrypt (PROVOS; MAZIÈRES, 1999) para a criptografia irreversível das senhas no banco de dados.

Em relação à integridade documental, uma vez que o fluxo arquitetural prevê exclusivamente a geração e o *download* de certificados pela plataforma, foram estabelecidos controles rígidos de autorização nas rotas de requisição de arquivos. Essa restrição previne vulnerabilidades como a Referência Direta Insegura a Objetos (IDOR) (OWASP, 2021). Como medida complementar de rastreabilidade e combate a fraudes de falsidade ideológica, cada certificado emitido recebe um código de validação único. Esse mecanismo atua como uma assinatura lógica da plataforma, permitindo que terceiros atestem a autenticidade e a procedência do documento sem a necessidade de credenciais de acesso à infraestrutura do sistema. Ademais, o acompanhamento das aprovações e o status das horas validadas ficam centralizados e auditáveis diretamente no painel de perfil do aluno. Paralelamente, codificou-se o algoritmo de dupla validação encarregado de realizar automaticamente o truncamento de horas excedentes por evento e categoria, neutralizando falhas de cômputo humano.

3.7.2 Análise de Vulnerabilidades e Alinhamento com OWASP Top 10

A modelagem de segurança do sistema foi conduzida com base nas recomendações do OWASP Top 10 (OWASP, 2021), buscando mitigar as principais vulnerabilidades presentes em aplicações web modernas.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Em relação à injeção de código (*SQL Injection*), todas as operações de persistência de dados são realizadas mediante consultas parametrizadas (*prepared statements*), impedindo a concatenação direta de comandos SQL provenientes da entrada do usuário.

Para reduzir o risco de *Cross-Site Scripting* (XSS), os dados apresentados nas interfaces passam por procedimentos de sanitização e codificação de saída (*output encoding*), evitando a execução de scripts maliciosos no navegador do usuário.

No que se refere ao *Cross-Site Request Forgery* (CSRF), as requisições que executam operações sensíveis, como alteração de senhas, cadastro de usuários e exclusão de registros, são protegidas mediante a utilização de tokens de validação de sessão.

A aplicação também adota mecanismos de controle de autorização para mitigar vulnerabilidades do tipo *Insecure Direct Object Reference* (IDOR). Todas as requisições de acesso a certificados, registros acadêmicos e informações de usuários passam por verificações adicionais de autorização, impedindo o acesso a objetos pertencentes a outros perfis.

Para reduzir a probabilidade de ataques de força bruta (*Brute Force*), foram implementados mecanismos de autenticação em duas etapas (2FA), bem como restrições de tentativas sucessivas de autenticação e monitoramento de atividades suspeitas.

Como o fluxo documental da plataforma é restrito à geração interna de certificados, o sistema não realiza upload de arquivos por parte dos usuários, eliminando os riscos tradicionalmente associados ao *upload inseguro* de documentos, tais como o envio de arquivos executáveis ou conteúdo malicioso.

A Tabela 3 sistematiza as contramedidas implementadas de acordo com categorias do próprio OWASP Top 10.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Tabela 3 - Mapeamento de Riscos OWASP Top 10 e Contramedidas do Sistema.

Categoria OWASP	Risco Identificado	Contramedida Implementada no ACC Digital
A01:2021 – Broken Access Control	Acesso não autorizado a rotas administrativas ou certificados de outros discentes (IDOR).	Implementação de Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC) com validação estrita de token de sessão em cada rota e hash de identificação único para documentos.
A01:2021 – Broken Access Control	Vulnerabilidade a Cross-Site Request Forgery (CSRF) em requisições que executam operações sensíveis.	Proteção das requisições de operações sensíveis mediante a utilização de tokens de validação de sessão.
A02:2021 – Cryptographic Failures	Vazamento ou exposição de credenciais de acesso no banco de dados.	Criptografia irreversível de senhas utilizando o algoritmo adaptativo *BCrypt* com fator de custo dinâmico.
A03:2021 – Injection	Injeção de scripts (XSS) nos inputs ou comandos maliciosos no banco de dados (SQLi).	Utilização exclusiva de *Prepared Statements* (independente de PDO ou *MySQLi*) na Camada de Persistência e sanitização de entradas no *front-end*.
A07:2021 – Identification and Authentication Failures	Ataques de força bruta em contas de privilégio elevado (CRCA/Professor).	Mecanismo de Autenticação em Duas Etapas (2FA) via algoritmo TOTP e gerenciamento seguro de expiração de sessões.

Fonte: Autores, 2026.

3.7.3 Política de Rastreabilidade e Integridade Relacional

Para assegurar a confiabilidade e a transparência das ações executadas no ecossistema do ACC Digital, a rastreabilidade das operações baseia-se na persistência lógica e histórica do modelo relacional implementado no banco de dados. Diferentemente de sistemas de auditoria que utilizam tabelas isoladas de logs, a plataforma garante o vínculo das atividades por meio da integridade referencial de sua arquitetura de dados (ELMASRI; NAVATHE, 2018). Desse modo, cada atividade complementar registrada armazena o identificador único do docente responsável pelo lançamento, permitindo a reconstituição imediata da autoria da inserção. Adicionalmente, o controle de acessos e a execução de comandos críticos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

são validados rigorosamente na camada de aplicação via sessões ativas, garantindo que tanto o lançamento de novas atividades quanto a exclusão física de eventos ou contas de usuários sejam realizados estritamente por agentes autenticados e com os níveis de privilégio adequados dentro do sistema, baseando-se em modelos consolidados de controle de acesso (SANDHU *et al.*, 1996).

3.7.4 Análise de Riscos de Infraestrutura e Política de Backup

A adoção de um servidor físico localizado nas dependências da universidade proporciona maior controle sobre os dados institucionais e reduz a dependência de serviços de terceiros. Entretanto, essa abordagem também apresenta limitações, tais como dependência da infraestrutura local, indisponibilidade decorrente de falhas elétricas ou de rede e necessidade de manutenção contínua por equipes técnicas especializadas

Em relação à continuidade operacional, recomenda-se a adoção de uma política periódica de backup do banco de dados e dos arquivos institucionais, com armazenamento de cópias em local fisicamente distinto do servidor principal, possibilitando a recuperação do sistema em situações de falha de hardware ou corrupção de dados.

Complementarmente, a governança e a segurança do código-fonte da camada de aplicação são asseguradas por meio do sistema de controle de versões distribuído Git, com sincronização e versionamento centralizado na nuvem através da plataforma GitHub (PONUTHORAI; LOELIGER, 2022). Essa arquitetura híbrida estabelece uma clara descentralização geográfica dos ativos informacionais, garantindo alta resiliência, integridade do ecossistema tecnológico e continuidade do serviço mesmo diante de avarias severas ou sinistros nos equipamentos locais da universidade (FORSGREN; HUMBLE; KIM, 2018).

3.7.5 Governança de Dados e Conformidade com a LGPD

Sob a perspectiva da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) — Lei nº 13.709/2018 (BRASIL, 2018) —, o sistema busca atender aos princípios de finalidade, necessidade e segurança, previstos no Artigo 6º da legislação. Para

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

tanto, armazena-se apenas as informações indispensáveis à gestão acadêmica, restringindo o acesso aos dados pessoais mediante um modelo de Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC), uma das práticas recomendadas para a governança de acessos (SANDHU et al., 1996).

3.8 Inspeção Heurística de Usabilidade

A avaliação da interface do usuário (UI) e da experiência de uso (UX) da plataforma foi realizada por meio do método de Inspeção Heurística de Usabilidade, fundamentado nas dez heurísticas propostas por Jakob Nielsen (1994). Por se tratar de uma técnica de inspeção por especialistas, sem a participação de usuários finais ou a coleta de dados pessoais e sensíveis, esta etapa não demandou submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), caracterizando-se como uma auditoria técnica do artefato de software.

A inspeção foi conduzida por três avaliadores independentes, todos graduandos do curso de Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará (UEPA): Franco Feitosa Corrêa de Camargo, Daniel Barros Bastos e Simone Pio Parreira. Os avaliadores possuem conhecimento prévio em Engenharia de Software, Interação Humano-Computador e desenvolvimento de aplicações web, competências consideradas adequadas para a identificação de problemas de usabilidade em sistemas acadêmicos.

A avaliação foi realizada de forma independente, sem comunicação prévia entre os avaliadores durante a identificação das inconformidades. Após a conclusão das análises individuais, os resultados foram consolidados em uma sessão de consenso, na qual as ocorrências duplicadas foram agrupadas e as divergências de classificação discutidas até a obtenção de uma avaliação final.

Foram avaliadas as principais interfaces do sistema, abrangendo:

- tela de login;
- painel principal do aluno;
- geração de certificados;

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

- espelho da Resolução nº 002/2026;
- dashboard do aluno;
- painel do professor;
- gerenciamento de eventos;
- gerenciamento de usuários;
- painel administrativo;
- painel do CRCA.

Cada avaliador confrontou as interfaces com as dez heurísticas de Nielsen:

1. Visibilidade do status do sistema;
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real;
3. Controle e liberdade do usuário;
4. Consistência e padrões;
5. Prevenção de erros;
6. Reconhecimento em vez de memorização;
7. Flexibilidade e eficiência de uso;
8. Estética e design minimalista;
9. Auxílio no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros;
10. Ajuda e documentação.

A severidade dos problemas identificados foi atribuída com base na Escala de Severidade de Nielsen (1994), variando de 0 a 4, conforme descrito a seguir:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Tabela 4 - Score e Descrição heurística

Escore	Descrição
0	Não representa problema de usabilidade
1	Problema cosmético
2	Problema de baixa prioridade
3	Problema de alta prioridade
4	Catástrofe de usabilidade

Fonte: Autores, 2026.

3.9 Avaliação Baseada em Métricas do Sistema

Os testes de desempenho foram executados em ambiente local utilizando o Apache JMeter 5.6.3, simulando cenários de carga com diferentes quantidades de usuários simultâneos. O ambiente experimental consistiu em um notebook Dell Inspiron 5502, equipado com processador Intel Core i7-1165G7 de 11ª geração (4 núcleos e 8 threads), 16 GB de memória RAM, armazenamento em SSD e sistema operacional Windows 11 x64. A aplicação foi executada por meio do ambiente XAMPP, utilizando o servidor web Apache, PHP e banco de dados MariaDB. Os testes foram realizados em ambiente local (*localhost*), utilizando a interface de *loopback* (127.0.0.1), não havendo tráfego significativo pela interface de rede física durante a execução dos experimentos. Durante os testes, foram monitorados o tempo médio de resposta, a mediana, os percentis, a taxa de erros e o consumo de recursos computacionais do hospedeiro.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Quadro 1. Ambiente Experimental

Componente	Especificação
Equipamento	Dell Inspiron 5502
Processador	Intel Core i7-1165G7 (11ª geração, 4 núcleos, 8 threads, 2,80 GHz)
Memória RAM	16 GB
Armazenamento	SSD
Sistema Operacional	Windows 11 x64
Servidor Web	Apache (XAMPP)
Linguagem	PHP
Banco de Dados	MariaDB
Ferramenta de Teste	Apache JMeter 5.6.3
Ambiente de Rede	Localhost (127.0.0.1 – Interface de Loopback)
Tráfego de Rede Observado	Aproximadamente 0 Kbps

Fonte: Autores, 2026.

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos a partir do desenvolvimento e da validação do sistema proposto. Para tanto, as análises foram estruturadas em três vertentes complementares: a demonstração das interfaces e dos fluxos de acesso parametrizados por perfil de usuário; o diagnóstico e a quantificação dos problemas de usabilidade identificados na interface; e, por fim, a validação do motor de regras de negócio em conformidade com as diretrizes normativas, acompanhada dos testes funcionais e de segurança da aplicação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

4.1. Apresentação das Interfaces e Perfis de Acesso

O sistema possui uma tela inicial de login, que pode ser feita por um aluno, professor, administrador ou pela secretaria, aos quais se referem a divisão de papéis, para ter acesso a sua respectiva página.

O usuário que ativar a autenticação em duas etapas terá, também, que validar sua autenticidade com um código gerado no aplicativo autenticador.

Figura 8 - Tela de login do Sistema de Gerenciamento de Horas para Atividades Curriculares Complementares.



Fonte: Autores, 2026.

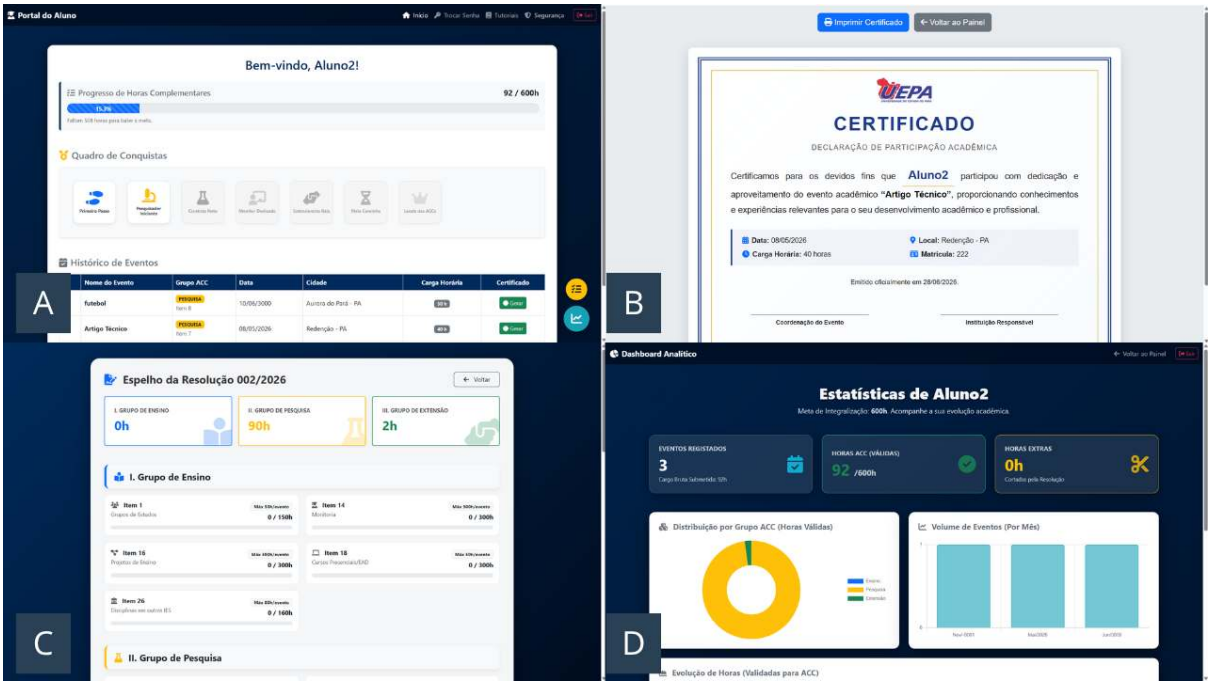
Após realizar a validação na tela de login, o usuário acessa a sua página onde poderá realizar suas ações.

A página principal do aluno permite que ele visualize uma barra de progresso das suas horas complementares, assim como as conquistas que ele pode alcançar e o histórico dos eventos cadastrados dos quais ele participou. O aluno também pode gerar certificados dos eventos, acompanhar o progresso das suas horas complementares segundo um espelho da Resolução 002/2026 e visualizar um dashboard analítico da sua situação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Figura 9 - Funções do usuário Aluno: **(a)** Página principal do Aluno; **(b)** Modelo de certificado; **(c)** Espelho da Resolução 002/2026; **(d)** Dashboard.



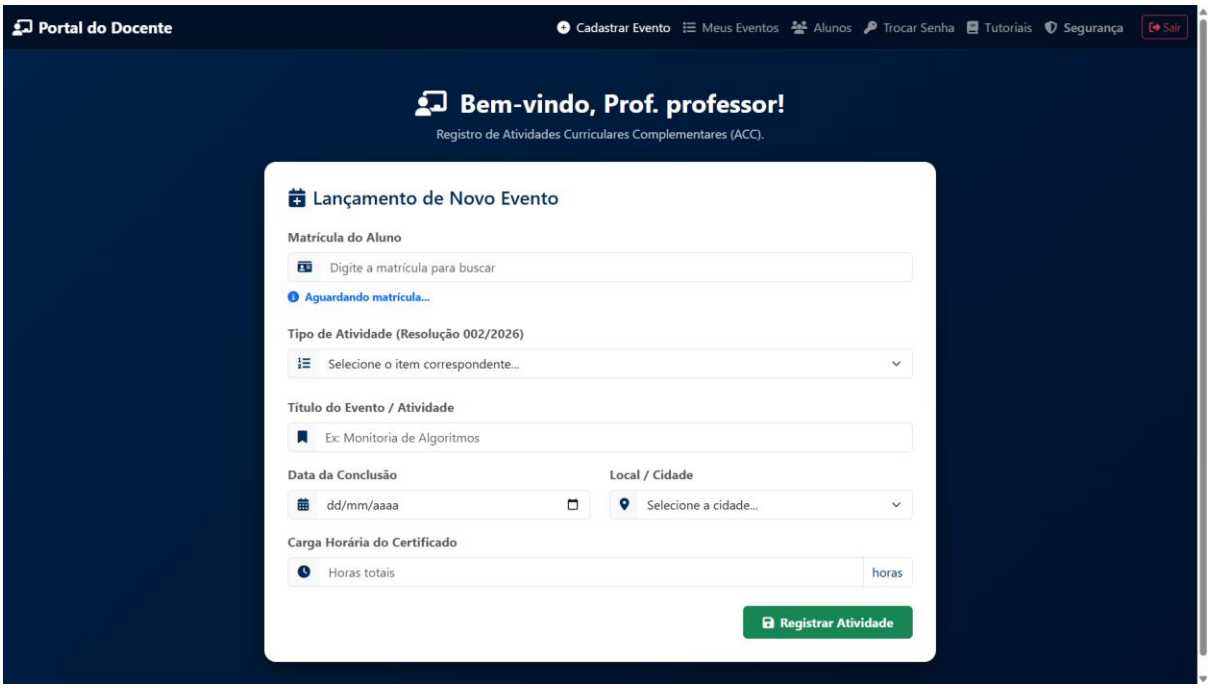
Fonte: Autores, 2026.

Ao efetuar o login como Professor, depara-se com sua principal tela onde pode cadastrar novos eventos.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

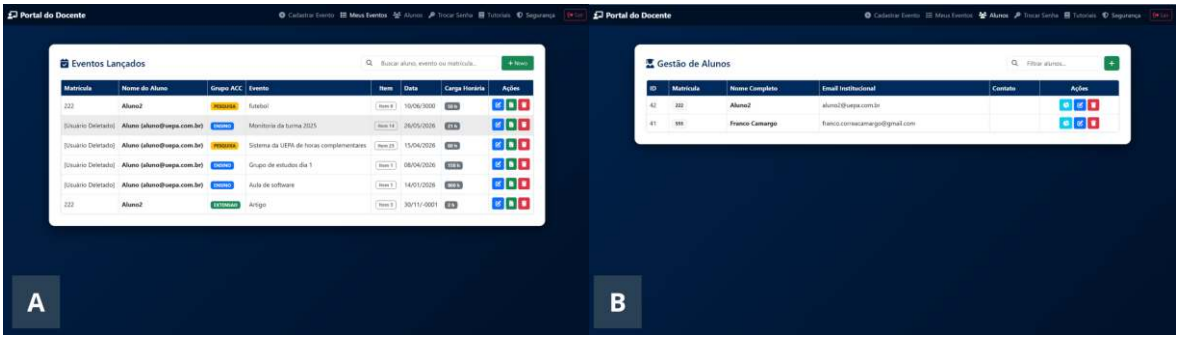
Figura 10 - Página principal do professor.



Fonte: Autores, 2026.

O usuário Professor também consegue visualizar e editar os eventos que cadastrou. Este usuário possui permissão para gerenciar as contas de alunos.

Figura 11 - Funções do professor: **(a)** Controle de eventos cadastrados pelo professor; **(b)** Gestão de contas de alunos.



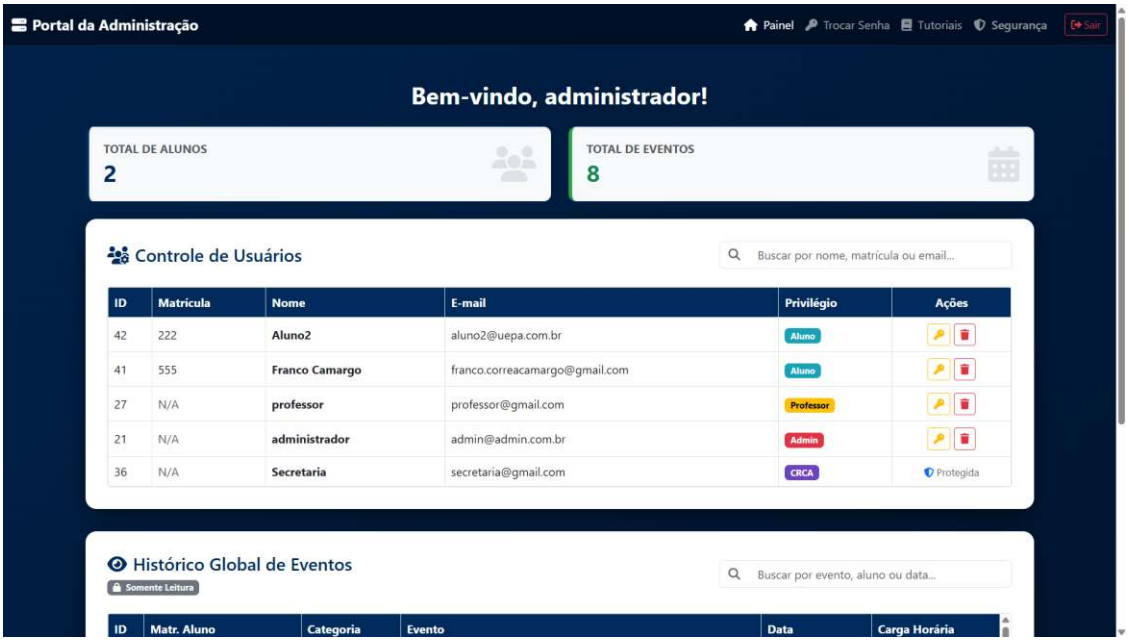
Fonte: Autores, 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Fazendo login como Administrador o usuário terá acesso à gestão de segurança dos usuários cadastrados (com exceção da secretaria) e ao histórico de eventos salvos no banco de dados.

Figura 12 - Página principal do Administrador.



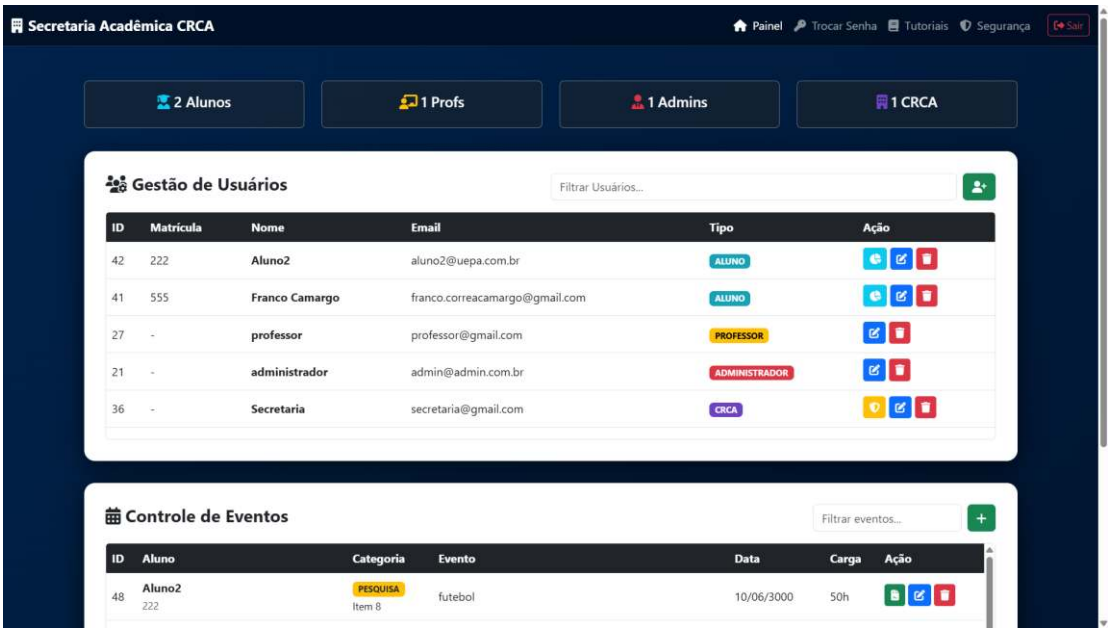
Fonte: Autores, 2026.

O CRCA (ou Secretaria), é o usuário de maior poder dentro do sistema, tendo o maior leque de permissões para gerenciar usuários e eventos. Na página principal do CRCA é possível cadastrar e gerenciar todos os tipos de usuários. O usuário com papel de Secretaria também consegue cadastrar novos eventos e gerenciar todos os que já foram cadastrados.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Figura 13 - Página principal do CRCA (Secretaria).



Fonte: Autores, 2026.

4.2. Análise dos Resultados de Usabilidade e Severidade dos Problemas

A Tabela 7 apresenta os problemas de usabilidade identificados durante a validação por inspeção heurística do artefato, conduzida com base nas dez heurísticas propostas por Nielsen. Para cada ocorrência, foram registrados o princípio violado, o problema encontrado, sua localização na interface, a descrição da falha, o respectivo grau de severidade e uma recomendação de melhoria. Essa sistematização possibilita compreender os principais obstáculos enfrentados pelos usuários e estabelecer prioridades para a correção das inadequações encontradas.

Os problemas identificados concentram-se principalmente na ausência de validações, inconsistências entre telas, falta de mensagens de orientação e limitações no controle das ações do usuário. Entre as falhas mais relevantes estão o cadastro de dados incompatíveis, a aceitação de datas inadequadas, a ausência de opção para cancelar edições e a ocorrência de erros ao inserir e-mail ou matrícula já cadastrados. Também foram observadas dificuldades relacionadas à interpretação das conquistas, necessidade de memorizar matrículas, cadastro

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

individual de eventos e indisponibilidade de determinadas funções em algumas páginas. Essas falhas podem gerar confusão, retrabalho, erros operacionais e dificuldade de uso do sistema.

Tabela 5 - Identificação e avaliação Heurística

ID	Heurística de Nielsen	Problema encontrado	Localização	Severidade	Recomendação
1	Correspondência entre o sistema e o mundo real	Quadro de conquistas gera interpretação equivocada	Painel do Aluno	Baixa	Adicionar texto explicativo próximo ao quadro de conquistas.
2	Controle e liberdade do usuário	Ausência de opção clara para cancelar edição de evento	Editar Evento (Secretaria)	Alta	Adicionar botão 'Cancelar' ou ícone de retorno visível.
3	Consistência e padrões	Inconsistência entre telas de edição	Editar Evento / Editar Usuário	Alta	Padronizar as ações de edição em todas as telas administrativas.
4	Prevenção de erros	Cadastro de usuário permite dados incompatíveis	Cadastrar Usuário	Crítica	Implementar validações conforme o perfil do usuário.
5	Relacionamento em vez de memorização	Cadastro de eventos exige matrícula conhecida	Cadastro de Evento	Moderada	Implementar busca por nome ou autocomplete de alunos.
6	Flexibilidade e eficiência de uso	Cadastro individual de eventos	Cadastro de Evento	Baixa	Permitir lançamentos em lote ou seleção múltipla de alunos.
7	Estética e design minimalista	Interface confusa com datas extremas	Visualização/Edição de Eventos (Professor)	Crítica	Validar limites de datas e ajustar a renderização da página.
8	Ajuda para reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	Falta de mensagem explicativa para datas inválidas	Cadastro/Edição de Eventos	Crítica	Implementar validação e mensagens de erro adequadas. Limitar no ano.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

9	Ajuda para reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	E-mail ou matrícula duplicados quebram a página	Cadastrar Usuário	Alta	Validar previamente a existência do e-mail e matrícula. Exibir mensagem amigável.
10	Ajuda e documentação	Funcionalidades indisponíveis sem explicação	Página de Tutoriais do professor e aluno	Alta	Disponibilizar acesso à alteração de senha em todas as páginas ou informar claramente a limitação.

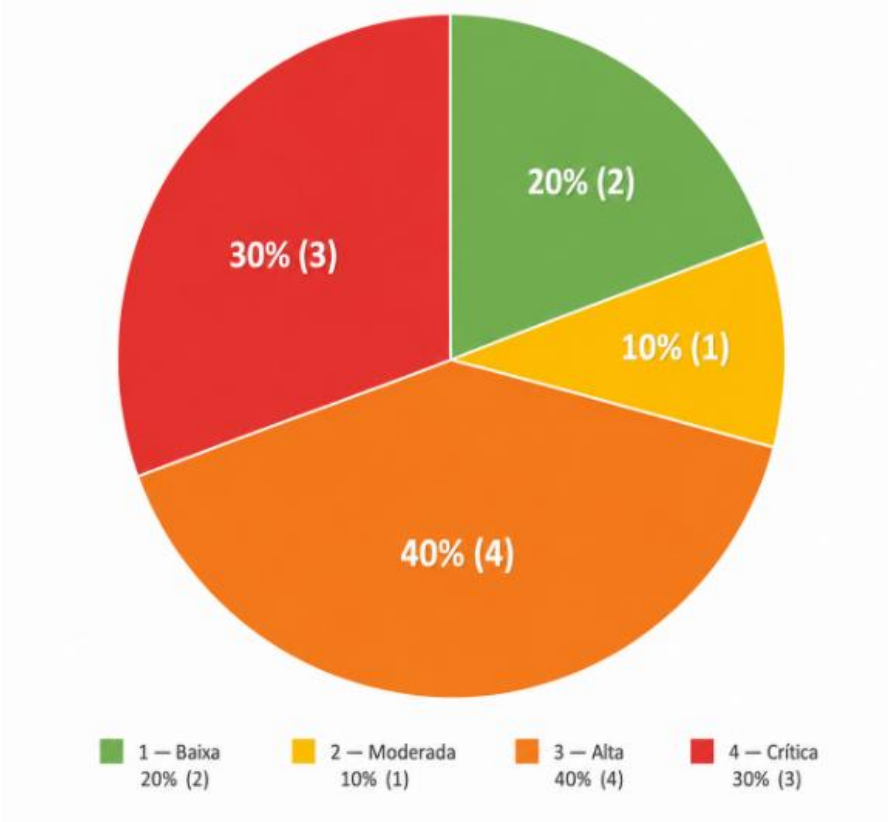
Fonte: Autores, 2026

A Figura 14 apresenta a distribuição dos problemas de usabilidade conforme o nível de severidade atribuído durante a avaliação heurística. Dos 10 problemas identificados, quatro foram classificados como de severidade alta, correspondendo a 40% do total, enquanto três foram considerados críticos, representando 30%. Os problemas de baixa severidade somaram duas ocorrências, equivalentes a 20%, e apenas uma ocorrência foi classificada como moderada, correspondendo a 10%. Dessa forma, observa-se que 70% das falhas estão concentradas nos níveis alto e crítico, evidenciando a necessidade de priorizar a correção desses problemas por apresentarem maior impacto sobre o uso, a confiabilidade e o funcionamento do sistema.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Figura 14 - Distribuição dos problemas de usabilidade



Fonte: Autores, 2026

Embora o consumo de CPU tenha excedido o limite de referência inicialmente estabelecido, não foram observadas falhas de disponibilidade, degradação perceptível ou aumento na taxa de erros, indicando que a aplicação manteve estabilidade operacional mesmo sob cenários de maior carga.

4.3. Validação do Motor de Regras e Testes Funcionais

Além da validação de interface e de desempenho de infraestrutura, a eficácia do motor de regras de negócio foi submetida a testes funcionais de caixa-preta. O objetivo foi atestar se o algoritmo de dupla validação respondia corretamente às restrições da Resolução 002/2026 sob diferentes cenários de estresse de carga horária.

A abordagem de testes de caixa-preta adotada baseou-se nos conceitos de Análise de Valor Limite (Myers et al., 2011), visto que os cenários de CT02 a CT05

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

desafiam as fronteiras exatas das restrições de carga horária. Esse rigor metodológico visa atender aos critérios de Adequação Funcional preconizados pela norma ISO/IEC 25010. Ademais, a escolha por um motor de regras de negócio justifica-se pela necessidade de isolar a lógica jurídica/normativa da aplicação, garantindo sua manutenibilidade e auditoria (Ross, 2003).

A Tabela 8 apresenta a matriz de casos de teste, detalhando as variáveis de entrada simuladas, a saída matemática esperada segundo a normativa e a saída efetivamente processada pelo sistema.

Tabela 6 - Casos de Teste Funcionais Para Homologação do Motor de Dupla Validação De Carga Horária.

ID	Cenário de Teste	Entradas (In)	Saída Esperada (Out)	Saída Obtida	Status do Teste
CT01	Submissão regular sem atingir nenhum teto	$H_{sub} = 10$ $L_{ev} = 20$ $H_{acum} = 15$ $L_{cat} = 40$	$H_{final} = 10$ Status: "Aprovado Integralmente"	$H_{final} = 10$ Status: "Aprovado Integralmente"	Aprovado
CT02	Certificado excede o limite permitido por evento	$H_{sub} = 35$ $L_{ev} = 20$ $H_{acum} = 10$ $L_{cat} = 60$	$H_{final} = 20$ Status: "Truncado Parcialmente: Limite de Evento Excedido"	$H_{final} = 20$ Status: "Truncado Parcialmente: Limite de Evento Excedido"	Aprovado
CT03	Horas estouram o teto acumulado da categoria	$H_{sub} = 15$ $L_{ev} = 20$ $H_{acum} = 32$ $L_{cat} = 40$	$H_{final} = 8$ Status: "Truncado Parcialmente: Limite de Categoria Excedido"	$H_{final} = 8$ Status: "Truncado Parcialmente: Limite de Categoria Excedido"	Aprovado
CT04	Submissão para categoria que já	$H_{sub} = 20$ $L_{ev} = 20$	$H_{final} = 0$	$H_{final} = 0$	Aprovado

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

CT05	esgotou a carga horária Estouro simultâneo de limite de evento e de categoria	$H_{acum} = 40$ $L_{cat} = 40$ $H_{sub} = 30$ $L_{ev} = 20$ $H_{acum} = 35$ $L_{cat} = 40$	Status: "Truncado: Teto da Categoria Atingido" $H_{final} = 5$ Status: "Truncado Parcialmente: Limite de Categoria Excedido"	Status: "Truncado: Teto da Categoria Atingido" $H_{final} = 5$ Status: "Truncado Parcialmente: Limite de Categoria Excedido"	Aprovado

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados obtidos demonstram que o sistema atingiu 100% de conformidade nos cenários de truncamento, bloqueando com sucesso as horas excedentes tanto no limite individual por evento quanto no teto global da categoria, garantindo a integridade dos dados acadêmicos.

Além da conformidade matemática das regras de negócio, os testes de intrusão orientados pelas diretrizes da OWASP confirmaram que o sistema bloqueia tentativas de escalabilidade de privilégios. Mesmo quando um usuário com papel de 'Aluno' tentou manipular as requisições HTTP para acessar o painel do 'CRCA', o mecanismo de controle de acesso interceptou a ação, registrando taxa zero de quebra de autenticação nos cenários simulados.

Verificou-se que o uso de CPU atingiu 98%, indicando elevada demanda de processamento no momento de maior carga. Esse resultado demonstra que o processador foi o recurso mais intensamente requisitado durante os testes, aproximando-se do limite total de utilização.

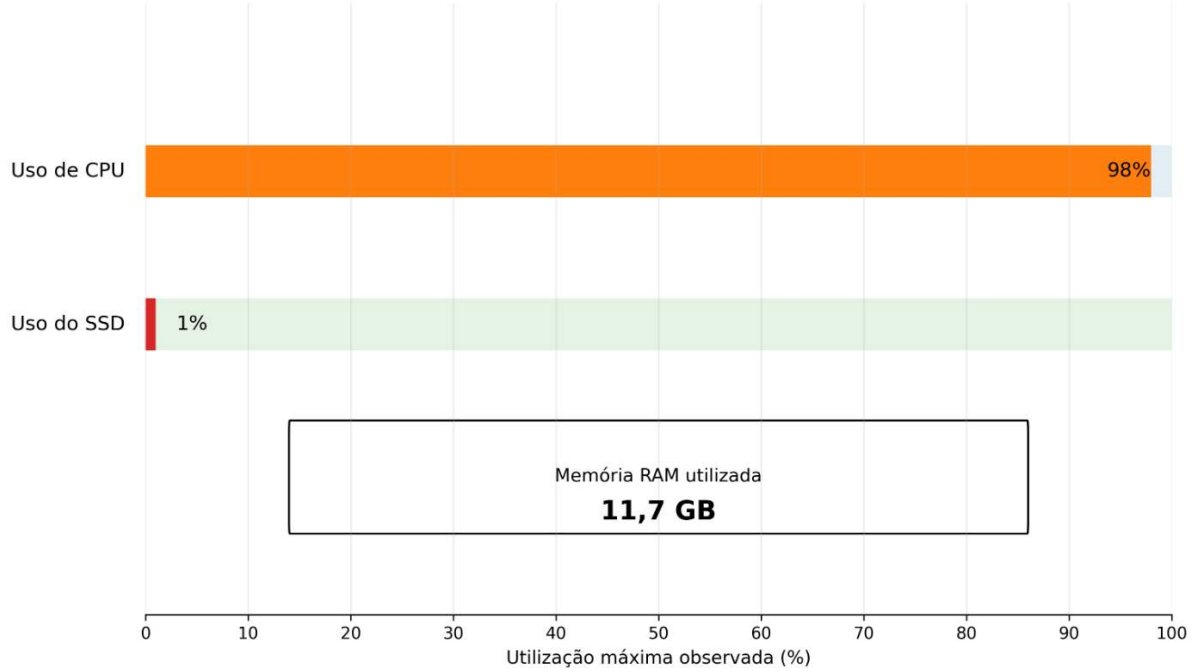
Em relação à memória RAM, foi registrado consumo máximo de 11,7 GB, evidenciando que a aplicação também demandou quantidade expressiva de memória para sustentar sua execução. Esse comportamento é compatível com cenários em que múltiplos processos, requisições simultâneas ou operações de maior complexidade permanecem ativos.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

Por outro lado, o uso do SSD foi de apenas 1%, mostrando que o armazenamento em disco não representou um fator crítico no cenário avaliado. Esse resultado sugere que a maior parte da carga do sistema esteve concentrada no processamento e na memória, e não em operações intensivas de leitura e gravação em disco.

Figura 15. Consumo Máximo de Recursos Computacionais



Fonte: Autores, 2026.

De modo geral, os resultados indicam que o desempenho do sistema, no pico de utilização, esteve mais fortemente associado ao consumo de CPU e RAM, enquanto o impacto sobre o SSD permaneceu baixo. Dessa forma, a análise permite identificar que eventuais estratégias de otimização devem priorizar principalmente o gerenciamento do processamento e da memória, por serem os recursos mais exigidos no cenário experimental. No que se refere aos resultados de desempenho demonstram que todas as funcionalidades apresentaram tempos médios inferiores a 100 ms e taxa de erros igual a 0%, permanecendo significativamente abaixo do limite de 500 ms estabelecido como critério de aceitação. Além disso, os percentis

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

P95 e P99 indicam baixa variabilidade no tempo de resposta, sugerindo comportamento estável mesmo sob aumento da concorrência.

Tabela 7 - Resultados dos Testes de Desempenho

Funcionalidade	Usuários	Média (ms)	Mediana (ms)	P90 (ms)	P95 (ms)	P99 (ms)	Erro (%)
Dashboard do Aluno	10	93	32	210	214	215	0,0
Dashboard do Aluno	25	79	35	166	185	248	0,0
Dashboard do Aluno	50	77	29	163	190	240	0,0
Cadastro de Evento	10	70	15	216	218	260	0,0
Cadastro de Evento	25	54	18	153	163	188	0,0
Cadastro de Evento	50	54	12	159	174	206	0,0
Geração de Certificado	10	64	7	181	196	276	0,0
Geração de Certificado	25	50	6	146	163	209	0,0
Geração de Certificado	50	51	5	153	186	221	0,0

Fonte: Autores, 2026.

5. Conclusão

A concepção e o desenvolvimento do Sistema Web Integrado para Gestão de Atividades Curriculares Complementares (ACC) resultaram em um artefato tecnológico cujo desempenho técnico e viabilidade de interface foram validados em ambiente controlado. A instanciação dessa solução, estruturada em uma arquitetura de três camadas com Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC) e motor de regras de negócio, demonstrou capacidade algorítmica para automatizar o cumprimento da Resolução 002/2026, mitigando falhas operacionais de cálculo e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

reduzindo o esforço administrativo nos cenários simulados.

Embora os testes laboratoriais indiquem alta estabilidade e conformidade com as regras de negócio institucionais, a validação de sua eficácia prática e o real impacto na mitigação do extravio de documentos no campus de Redenção da Universidade do Estado do Pará (UEPA) dependem de sua futura implantação em ambiente de real. A avaliação heurística cumpriu um papel de auditoria preventiva, mapeando 10 inconformidades de interface que direcionarão a evolução ergonômica do software. Como trabalhos futuros, indica-se a correção das falhas de usabilidade apontadas, a expansão para cadastros em lote e a validação empírica do artefato diretamente com o corpo discente e administrativo em cenários reais de uso.

Referências

ALI, A. et al. Systematic analysis of on-premise and cloud services. International Journal of Cloud Computing, v. 13, n. 3, p. 214–242, 2024. DOI: 10.1504/IJCC.2024.139604. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379970310_Systematic_Analysis_of_On_Premise_and_Cloud_Services. Acesso em: 2 jul. 2026.

BASS, Len; CLEMENTS, Paul; KAZMAN, Rick. Software Architecture in Practice. 4. ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2021.

BEZERRA, Eduardo. Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

BRASIL. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Fascículo: autenticação de dois fatores - Manual de Segurança Digital. Brasília, DF: GSI/PR, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/gsi/pt-br/seguranca-da-informacao-e-cibernetica/fasciculos/Fascculo_autenticao_de_dois_fatores.pdf. Acesso em: 15 jun. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 157, p. 59-64, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 15 jun. 2026

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

CORONEL, Carlos; MORRIS, Steven. Database Systems: Design, Implementation, & Management. 14. ed. Boston: Cengage Learning, 2022.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAMASCENO, Adson Roberto Pontes. STUART: Um Sistema de Tutoria Inteligente Artificial para aumentar a escalabilidade dos cursos a distância. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: https://www.uece.br/ppgcc/wp-content/uploads/sites/51/2021/07/AdsonRoberto.pdf.

DOS SANTOS, Felipe Lopes; VIEIRA, Geciane Oliveira; DOS SANTOS, Jovenilson Ribeiro; DOS SANTOS, Wilker José Caminha; CONTE, Thiago Nicolau Magalhães de Souza. INCODE: PLATAFORMA DE APOIO À PROGRAMAÇÃO PARA MENTES NEURODIVERGENTES. ARACÊ , [S. l.], v. 7, n. 4, p. 19434–19450, 2025. DOI: 10.56238/arev7n4-219. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/4553. Acesso em: 15 jun. 2026.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Sistemas de banco de dados. 7. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2018.

FORSGREN, Nicole; HUMBLE, Jez; KIM, Gene. Accelerate: the science of lean software and devops: building and scaling high performing technology organizations. Portland: IT Revolution Press, 2018.

FOWLER, Martin. Padrões de arquitetura de aplicações corporativas. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. Design science in information systems research. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.2307/25148625. Acesso em: 29 jun. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 25010: Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model. Genebra: ISO/IEC, 2023.

JAMES, T.; CASTRO, H. Evaluating Cloud-Based vs. On-Premise Data Processing Tools: A Benchmarking Study. [S. l.]: ResearchGate, p. 1-15, ago. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/389357072_Evaluating_Cloud-Based_vs_On-Premise_Data_Processing_Tools_A_Benchmarking_Study. Acesso em: 2 jul. 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de informação gerenciais. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2021.

LUNA, Fernando de Sousa; BRETERNITZ, Vivaldo José. Transformação digital em instituições de ensino superior privadas brasileiras: linha de base pré-coronavírus. Revista de Administração Mackenzie, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 1-29, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ram/a/HwtTwDhPW4G35w49KTh9Knd/?lang=pt. Acesso em: 15 jun. 2026.

MARCOTTE, Ethan. Responsive Web Design. 2. ed. A Book Apart, 2014.

MIGUEL, Marlon; FRANCO, Mateus Henrique. Sistema para gerenciamento de atividades complementares. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas para Internet) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15669.

MYERS, Glenford J.; SANDLER, Corey; BADGETT, Tom. The Art of Software Testing. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. 256 p.

NIELSEN, Jakob. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In: ACM CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS (CHI), 1994, Boston. Proceedings [...]. New York: ACM, 1994. p. 152-158.

NIELSEN, Jakob. Heuristic evaluation. In: NIELSEN, Jakob; MACK, Robert L. (ed.). Usability inspection methods. New York: John Wiley & Sons, 1994. p. 25-62.

NIXON, Robin. Learning PHP, MySQL & JavaScript: With jQuery, CSS & HTML5. 6. ed. O'Reilly Media, 2021.

OWASP. OWASP Top 10: 2021. Open Worldwide Application Security Project, 2021. Disponível em: https://owasp.org/Top10/. Acesso em: 25 jun. 2026.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302. Acesso em: 29 jun. 2026.

PONUTHORAI, Prem Kumar; LOELIGER, Jon. Version Control with Git: powerful tools and techniques for collaborative software development. 3. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2022.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021.

PROVOS, Niels; MAZIÈRES, David. A future-adaptable password scheme. In: USENIX ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE, 1999, Monterey. Proceedings [...]. Monterey: USENIX Association, 1999. p. 81-91.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

REZENDE, Denis Alcides. Planejamento de sistemas de informação e informática: guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

ROSS, Ronald G. Principles of the Business Rule Approach. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003. 372 p.

SANDHU, Ravi S. et al. Role-based access control models. IEEE Computer, v. 29, n. 2, p. 38-47, fev. 1996.

SANTOS, Daniela Marçal dos; LIMA, Rayda Matias; SANTOS, Patrícia Lopes dos; SANTOS, Armando José de Sá; SANTOS, Wilker José Caminha dos. WALK: sistema de gestão web para cursinho pré-universitário utilizando o framework Django. Revista ReGeo - Interdisciplinar, v. 17, n. 6, 2026. DOI: https://doi.org/10.56238/revgeov17n6-119.

SANTOS, W. J. C.; CHAGAS, M. L.; LUNA, J. L.; SIROTHEAU, S.; MOURA, T. R. S. Digital Platform for Teaching and Preservation of the Kayapó Language Indigenous Language. Preprints.org, 16 jun. 2026. DOI: 10.20944/preprints202606.1199.v1. Disponível em: https://www.preprints.org/manuscript/202606.1199. Acesso em: 22 jun. 2026.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. Sistema de Banco de Dados. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020

SILVA, Igor Herculano da; COSTA, Henrique Ernesto Rodrigues; SANTOS, Wilker José Caminha dos; CONTE, Thiago Nicolau Magalhães de Souza. Desenvolvimento de aplicação web com inteligência artificial generativa como agente tutor supervisor na codificação. Aracê, São José dos Pinhais, v. 7, n. 5, p. 22855-22877, 2025. DOI: https://doi.org/10.56238/arev7n5-118. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/4942/6900. Acesso em: 15 jun. 2026.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

STALLINGS, William. Criptografia e Segurança de Redes: Princípios e Práticas. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

SUTHERLAND, Jeff; SCHWABER, Ken. The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. [S. l.]: Scrum.org, 2020. Disponível em: https://scrumguides.org. Acesso em: 25 jun. 2026.

TANENBAUM, Andrew S.; VAN STEEN, Maarten. Sistemas Distribuídos: princípios e paradigmas. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

TURBAN, Efraim; POLLARD, Carol; WOOD, Gregory. Tecnologia da informação para gestão: em busca do melhor desempenho estratégico e operacional. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 11/06/2026 - **Accepted:** 05/07/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/zh5a8c55
Pages: 1-49

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ. Colegiado do Curso de Bacharelado em Engenharia de Software. Resolução nº 002/2026-COBES, de 15 de abril de 2026. Regulamenta e normatiza as Atividades Complementares do Curso de Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará. Pará, 2026.

VAISHNAVI, Vijay K.; KUECHLER JUNIOR, William. Design Science Research Methods and Patterns: innovating information and communication technology. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. DOI: https://doi.org/10.1201/b18448.

VALENTE, Marco Tulio. Engenharia de Software Moderna: princípios e práticas para desenvolvimento de software com produtividade. Belo Horizonte: [s. n.], 2020. Disponível em: https://engsoftmoderna.info/. Acesso em: 15 jun. 2026.