



**Politécnico  
Castelo Branco**

Escola Superior  
de Tecnologia

# **Plataforma WEB de catalogação Museu de Historia Natural Dr. Félix José da Silva Projeto I**

João Rafael Andrade de Carvalho

## **Orientadores**

Eurico Ribeiro Lopes

Luís Miguel Santos Silva de Ascensão Barata

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Eurico Ribeiro Lopes e coorientação do Professor Luís Miguel Santos Silva de Ascensão Barata, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

**Janeiro de 2026**



## **Composição do júri**

### Presidente do júri

Doutor, Alexandre José Pereira Duro da Fonte

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Vogais

Doutora, Ângela Cristina Marques de Oliveira

Professora Adjunta, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Doutor, Eurico Ribeiro Lopes

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco



## **Agradecimentos**

Gostaria de expressar o meu profundo agradecimento aos meus orientadores, Professor Doutor Eurico Ribeiro Lopes e Professor Luís Miguel Santos Silva de Ascensão Barata, por todo o apoio concedido ao longo desta jornada que foi o Projeto I.

A vossa colaboração, orientação e espírito crítico foram essenciais para ultrapassar as dificuldades encontradas e concluir este desafio com sucesso. O vosso conhecimento e disponibilidade foram pilares fundamentais para o meu crescimento académico e profissional.

Muito obrigado.



## **Resumo**

O presente projeto aborda a modernização digital do Museu Dr. Félix José da Silva, situado no Agrupamento de Escolas Nuno Álvares, através da conceção de uma nova plataforma de Museu Virtual. A solução existente encontra-se tecnologicamente obsoleta, apresentando limitações severas ao nível da acessibilidade, usabilidade e capacidade de interação, falhando na missão de disseminar eficazmente o património histórico e científico da instituição. O principal objetivo deste trabalho foi projetar uma arquitetura de software robusta e uma interface moderna que permitam a preservação digital do acervo e o acesso universal aos conteúdos. A metodologia adotada incluiu uma revisão sistemática da literatura, uma análise comparativa de mercado e uma auditoria técnica ao sistema legado, culminando na especificação rigorosa de requisitos e na modelação de dados necessária para a migração do inventário. Como resultado, foi desenvolvido um protótipo de alta fidelidade e uma arquitetura de sistema baseada na web, preparada para integrar visualização 3D e georreferenciação. O projeto conclui-se com a validação conceptual da solução, reunindo todas as especificações técnicas necessárias para a fase subsequente de desenvolvimento e implementação.

## **Palavras chave**

Museu Virtual, Preservação Digital, Engenharia Web, Prototipagem, Acessibilidade, Modelação de Dados.



## **Abstract**

This project addresses the digital modernization of the Dr. Félix José da Silva Museum, located at the Nuno Álvares School Group, through the design of a new Virtual Museum platform. The existing solution is technologically obsolete, presenting severe limitations in terms of accessibility, usability, and interaction capabilities, failing in its mission to effectively disseminate the institution's historical and scientific heritage. The main objective of this work was to design a robust software architecture and a modern interface that enable the digital preservation of the collection and universal access to content. The methodology adopted included a systematic literature review, a comparative market analysis, and a technical audit of the legacy system, culminating in the rigorous specification of requirements and the data modeling necessary for inventory migration. As a result, a high-fidelity prototype and a web-based system architecture were developed, prepared to integrate 3D visualization and georeferencing. The project concludes with the conceptual validation of the solution, gathering all the technical specifications required for the subsequent development and implementation phase.

## **Keywords**

Virtual Museum, Digital Preservation, Web Engineering, Prototyping, Accessibility, Data Modeling.



## Índice geral

Plataforma WEB de catalogação .....	I
Museu de Historia Natural Dr. Félix José da Silva .....	I
Projeto I.....	I
Lista de tabelas .....	XVII
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos .....	XIX
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento do projeto .....	2
1.2 Definição do Problema .....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.4 Planeamento .....	5
1.5. Organização do Documento .....	6
2. Estado da Arte.....	7
2.1. Questões de pesquisa .....	7
2.2 Critérios de inclusão .....	8
2.3 Estratégia de pesquisa .....	8
2.4 Resultados.....	9
2.5 Extração e análise dos dados.....	10
2.6 Discussão / Análise Critica .....	13
3. Estudo de Plataformas Relacionadas .....	15
3.1. Museu Nacional dos Coches .....	15
3.2. Museu Belas-Artes .....	16
3.3. Museu Calouste Gulbenkian.....	17
3.4. Museu do Louvre .....	18
3.5. Conclusões do estudo de plataformas relacionadas .....	19
4. Levantamento da plataforma existente .....	23
4.1 Modelo de Casos de Uso .....	23
4.1.1. Descrição dos Atores.....	24
4.1.2. Descrição dos Casos de Uso.....	24
4.2. Auditoria Técnica e Performance.....	28
4.3. Análise da Estrutura de Dados.....	29
5. Proposta para Museu de Historia Natural Dr. Félix José da Silva .....	33
5.1 Descrição da Proposta .....	33

5.2. Definição de Requisitos .....	34
5.2.1. Requisitos Funcionais .....	34
5.2.2. Requisitos Não-Funcionais .....	35
5.3. Priorização e Planeamento .....	35
6. Modelação da plataforma proposta .....	39
6.1. Arquitetura do Sistema.....	39
6.2. Modelação de Casos de Uso .....	40
6.2.1. Atores do Sistema .....	40
6.2.2. Diagrama de Casos de Uso .....	41
6.3. Modelação da Base de Dados .....	49
6.3.1. Modelo da Base de Dados .....	49
6.3.2. Dicionário de Dados e Integridade .....	49
7. Prototipagem e Design da Interface .....	51
7.1. Guia de Estilos .....	51
7.1.1. Paleta de Cores.....	51
7.1.2. Tipografia .....	52
7.2. Diagrama de Navegabilidade .....	52
7.2.1. Estrutura do Portal Público.....	53
7.2.2. Estrutura da Área de Administração (Backoffice).....	53
7.2.3. Diagrama de Navegabilidade .....	54
7.3 Funcionalidades e Mockups da Plataforma.....	54
8. Conclusões e Trabalho Futuro .....	63
8.1. Síntese do Trabalho Desenvolvido.....	63
8.2. Limitações .....	64
8.3. Trabalho Futuro .....	64
8. Referencias .....	65
9. Anexos .....	69
Anexo 1- Avaliação AcessMonitor Museu Nacional dos Coches .....	69
Anexo 2- Avaliação GTmetrix Museu Nacional dos Coches.....	77
Anexo 3- Avaliação PingDom Museu Nacional dos Coches.....	79
Anexo 6- Avaliação AcessMonitor Museu Belas Artes .....	84
Anexo 7- Avaliação GTmetrix Museu Belas Artes .....	89
Anexo 8- Avaliação Pingdom Museu Belas Artes .....	91

Anexo 9- Avaliação AcessMonitor Museu Calouste Gulbenkian .....	95
Anexo 10- Avaliação PingDom Museu Calouste Gulbenkian .....	104
Anexo 11- Avaliação GTmetrix Museu Calouste Gulbenkianen .....	108
Anexo 12- Avaliação AcessMonitor Museu Louvre.....	110
Anexo 13- Avaliação Pingdom Museu Louvre .....	119
Anexo 14- Avaliação GTmetrix Museu Louvre .....	125
Anexo 15- Avaliação AcessMonitor Museu Dr. Félix José da Silva .....	127
Anexo 16- Avaliação PingDom Museu Dr. Félix José da Silva.....	132
Anexo 17- Avaliação GTmetrix Museu Dr. Félix José da Silva .....	136
Anexo 18- Documento de priorização para a plataforma.....	137



## Índice de figuras

Figura 1- Fluxograma PRISMA .....	10
Figura 2-Pagina do Museu Nacional dos coches .....	16
Figura 3- Pagina do Museu Belas-Artes.....	17
Figura 4- Pagina do museu Calouste Gulbenkian .....	18
Figura 5- Pagina do museu do louvre .....	19
Figura 6- Pagina principal Museu de Historia Natural Dr. Félix José da Silva.	23
Figura 7- Modelo de casos de uso plataforma existente .....	24
Figura 8- Modelo relacional para artigos biológicos .....	29
Figura 9- Modelo relacional para artigos geológicos e aparelhos .....	30
Figura 10- Modelo relacional para livros e cartazes .....	31
Figura 11 - Diagrama de Componentes da nova plataforma.....	39
Figura 12- Diagrama de Casos de Uso .....	41
Figura 13 - Diagrama de Base de Dados .....	49
Figura 14 - Cor Secundaria .....	52
Figura 15 - Cor Primaria.....	52
Figura 16 - Tipo de Letra (Titulo).....	52
Figura 17 - Tipo de Letra (Corpo).....	52
Figura 18 - Diagrama de Navegabilidade .....	54
Figura 19 - Mockup da pagina inicial.....	55
Figura 20- mockup da pagina Lista Acervo .....	56
Figura 21- mockup da pagina Exposicoes .....	56
Figura 22- Mockup da pagina detalhe da peca .....	57
Figura 23- Mockup da pagina "O Museu .....	57
Figura 24- Mockup da pagina login .....	58
Figura 25- Mockup Interface de Gestão (Admin) .....	58
Figura 26 - Mockup pagina gerir inventario .....	59
Figura 27- Mockup Gestao de Exposicoes.....	59
Figura 28 - Mockup área de moderação de comentários .....	60
Figura 29 - Mockup área gestão de utilizadores .....	61



## **Lista de tabelas**

Tabela 1- Cronograma de tarefas .....	5
Tabela 2- Representação dos estudos selecionados .....	12
Tabela 3- tabela de resultados conforme a avaliação online .....	20
Tabela 4- Tabela de resultados dos avaliadores online da plataforma existente .....	28
Tabela 5 - Tabela de Priorização e Alocação de Pré-Requisitos .....	36



## **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

**API** – *Application Programming Interface*

**CRUD** – *Create, Read, Update, Delete*

**CSS** – *Cascading Style Sheets*

**ER** – *Entidade-Relacionamento*

**HTML** – *HyperText Markup Language*

**HTTP** – *HyperText Transfer Protocol*

**JSON** – *JavaScript Object Notation*

**KPI** – *Key Performance Indicator*

**LOD** – *Level of Detail*

**MVC** – *Model-View-Controller*

**MVP** – *Minimum Viable Product*

**PRISMA** – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

**RF** – *Requisito Funcional*

**RNF** – *Requisito Não-Funcional*

**SQL** – *Structured Query Language*

**UI** – *User Interface*

**UML** – *Unified Modeling Language*

**UX** – *User Experience*

**WCAG** – *Web Content Accessibility Guidelines*

**WebGL** – *Web Graphics Library*



## 1. Introdução

O Museu de História Natural Dr. Félix José da Silva, pertencente ao Agrupamento de Escolas Nuno Álvares, possui um sistema que enfrenta atualmente limitações significativas no seu sistema de catalogação: este é desatualizado, pouco acessível e de difícil utilização, o que dificulta a visualização, a gestão e a atualização dos itens de acervo. Esta situação constitui um obstáculo relevante ao pleno cumprimento da missão do museu enquanto espaço de salvaguarda do património científico-pedagógico e de promoção do conhecimento, especialmente no âmbito da comunidade educativa.

Neste contexto, a criação de um Museu Digital e de um Sistema de Gestão de Acervo integrado e moderno não é apenas uma atualização tecnológica, mas uma necessidade estratégica.

A transição para uma solução digital insere-se numa tendência consolidada de transformação museológica, onde os chamados museus virtuais deixam de ser apenas vitrinas online para se tornarem ambientes multimédia e interativos que alargam as possibilidades de mediação do património [1]. Estas plataformas permitem digitalizar e preservar objetos, enriquecer a informação com metadados, imagens de alta resolução, reconstruções 3D e narrativas multimédia, e criar percursos temáticos e experiências adaptadas a diferentes públicos [1] [2].

Do ponto de vista educativo, a investigação indica que ambientes virtuais interativos aumentam a motivação e o envolvimento dos estudantes, promovendo aprendizagens mais ativas e reflexivas. Estudos sobre a integração de museus digitais no ensino documentam ganhos em compreensão conceptual e maior interesse pelos conteúdos científicos e históricos quando estes são apresentados através de recursos digitais bem concebidos [3]. Além disso, experiências de mediação digital (por exemplo, tours 360°, storytelling multimédia e recursos interativos) contribuem para tornar o acervo mais acessível e relevante para o público escolar e académico [3] [4].

A experiência do utilizador e a usabilidade são fatores críticos no sucesso de qualquer museu virtual. Trabalhos sobre avaliação de sistemas de museu virtual mostram que uma arquitetura de informação clara, navegação intuitiva, compatibilidade móvel e mecanismos de interação (zoom, anotação, filtros de pesquisa) são determinantes para a satisfação e para a eficácia das visitas virtuais [5].

A digitalização e a disponibilização online do acervo trazem, contudo, desafios que devem ser antecipados: padronização de metadados e catalogação, interoperabilidade entre sistemas, políticas e práticas de preservação digital, segurança dos dados e disponibilidade de formação técnica para a equipa responsável pela manutenção do repositório. A literatura aponta que esses desafios são superáveis com um planeamento estratégico que combine normas técnicas, políticas de gestão e modelos de sustentabilidade financeira e humana [1].

Assim, o desenvolvimento de um Museu Digital para o Museu de História Natural Dr. Félix José da Silva representa uma oportunidade para preservar, valorizar e ampliar o impacto do espólio. Uma plataforma concebida segundo as melhores práticas da museologia digital permitirá não só organizar e proteger o acervo, mas também apoiar atividades educativas, fomentar investigação e promover a participação e o envolvimento da comunidade. Este documento descreve a proposta conceptual para essa plataforma: analisa o problema, define requisitos funcionais e não-funcionais, apresenta a proposta de arquitetura, discute opções tecnológicas e aborda estratégias de implementação, usabilidade e manutenção a longo prazo.

## 1.1 Enquadramento do projeto

O presente projeto está enquadrado na disciplina de Projeto Final de Curso da Licenciatura de Informática e Multimédia da Escola Superior de Tecnologia.

A plataforma desenvolvida, que se propõe a ser um Museu Virtual Interativo, tem o seu principal foco na digitalização e democratização do acesso a coleções de arte e história, indo além da simples apresentação de fotografias. Este projeto surge da necessidade premente de substituir uma antiga plataforma de catalogação e consulta, que se encontra desatualizada, com funcionalidades limitadas e que não é responsiva, não suportando, por isso, as exigências tecnológicas atuais [6].

O conceito central refere-se essencialmente à transposição e à valorização do acervo físico para o ambiente digital, permitindo a exploração desses bens culturais de forma inovadora e acessível a um vasto público. A procura por novas formas de interação e comunicação de património cultural é uma estratégia que visa a autorregulação do conhecimento e a maximização da experiência do visitante no ensino e na cultura *online*. Estudos, como a crescente adoção de tecnologias imersivas, comprovam que existe um impacto positivo da digitalização avançada na motivação dos utilizadores e na profundidade da sua aprendizagem [7]. A própria técnica de aquisição e visualização de grandes estruturas e objetos em 3D é essencial para a fidelidade da representação.

Os museus, enquanto instituições responsáveis pela preservação e difusão do património cultural, orientam-se por princípios éticos e legais que garantem a integridade, autenticidade e acessibilidade das coleções, princípios estes que devem ser reinterpretados no contexto digital para assegurar a conformidade com as práticas museológicas contemporâneas. A classificação do acervo rege-se por critérios científicos como o Princípio da Proveniência, que exige a preservação da origem e história de cada bem cultural, e o Princípio da Consistência, que determina a utilização de metodologias uniformes e comparáveis em toda a coleção, fundamentos reforçados por estudos que destacam a importância da documentação rigorosa e da rastreabilidade digital no património [7], [8]. A gestão

museológica implica ainda a adoção de normas de conservação física e digital, políticas de documentação e sistemas de backend robustos que assegurem metadados completos, controlo de versões e validação de conteúdos — aspetos alinhados com investigações dedicadas à curadoria digital e às plataformas semânticas de património [9].

Desta forma, a plataforma visa permitir a consulta pública intuitiva e a visualização detalhada do acervo (incluindo modelos tridimensionais), e simultaneamente, oferecer um Sistema de Gestão de Acervo (Administração) robusto, crucial para a migração dos dados da antiga plataforma, a nova catalogação e a integração com a planta do museu para localização e acessos. Adicionalmente, a atenção à usabilidade, como a avaliação da Experiência do Utilizador, é crítica para garantir que a exploração do património digital seja amigável e eficaz. O objetivo final é criar uma ferramenta completa que satisfaça as necessidades dos curadores e administradores, enquanto proporciona uma experiência de exploração cultural de vanguarda ao público [6], [10].

## 1.2 Definição do problema

Apesar dos significativos avanços registados na digitalização do património cultural, os museus e as instituições dedicadas à preservação da arte e da história continuam a enfrentar um desafio estrutural: a transição de um simples repositório digital para uma experiência pública verdadeiramente interativa, acessível e pedagogicamente relevante [7], [8].

Atualmente, a maioria das coleções digitais apresenta-se sob a forma de galerias de imagens estáticas acompanhadas por metadados textuais. Esta abordagem, essencialmente passiva e unidirecional, limita tanto a aquisição de conhecimento como o envolvimento do utilizador, comprometendo o potencial educativo e comunicativo destas plataformas [11].

Essa abordagem unidirecional e passiva impõe barreiras significativas à aquisição de conhecimento e à experiência do visitante:

**Limitação na Exploração:** O público, habituado a interações dinâmicas e imersivas em ambientes digitais (jogos, VR), encontra a oferta dos museus online como sendo estática e superficial. A simples visualização 2D não permite a inspeção detalhada da geometria, textura ou contexto espacial das peças, limitando a compreensão e o valor educacional do acervo. Este modelo falha em simular a experiência física da visita e não promove a curiosidade ativa [7], [8].

**Descontextualização do Acervo:** Os itens digitais são frequentemente apresentados de forma isolada, sem uma ligação clara à sua localização física no museu ou ao seu contexto histórico e arquitetónico mais amplo. O visitante não consegue facilmente relacionar uma peça com outras da mesma época ou encontrar a sua posição na planta do museu, dificultando o estudo e a navegação [12].

Ineficiência na Gestão de Conteúdo: A gestão dos acervos digitais por parte dos museus é frequentemente fragmentada. Não existe um sistema robusto de backend que permita aos curadores catalogar de forma eficiente metadados ricos e, simultaneamente, controlar os níveis de acesso e a veracidade do conteúdo, especialmente se houver contribuições externas[13].

Face a estas limitações, propõe-se o desenvolvimento de um museu virtual interativo, concebido como uma plataforma digital de exploração, contextualização e gestão integrada do património museológico.

A plataforma propõe ultrapassar os limites dos modelos atuais de digitalização museológica, contribuindo para a redefinição dos paradigmas pedagógicos e comunicacionais das exposições virtuais.

Mais do que uma simples ferramenta tecnológica, esta solução visa potenciar uma interação significativa entre o público e o património, promovendo um diálogo renovado entre arte, história e inovação digital [7], [8], [13].

### **1.3. Objetivos**

O objetivo principal deste projeto é criar um "museu virtual" que vá muito além de uma simples galeria de fotos. Pretende-se desenvolver um website interativo que disponibilize coleções de arte e história, permitindo ao público a exploração desses acervos de forma amigável.

Na prática, a plataforma deverá cumprir várias funções essenciais:

**Gestão de Acervo (Administração):** Será necessário um sistema robusto para catalogar, inserir, editar e remover itens do acervo. Cada peça terá o seu registo completo, incluindo descrição, imagem, histórico e a sua exata localização física no museu.

**Consulta Pública:** Os visitantes terão uma interface intuitiva para visualizar e pesquisar as coleções, com filtros úteis (por categoria, data, etc.) que facilitam a descoberta.

**Visualização e Detalhes:** Deverá ser possível visualizar imagens de alta qualidade e consultar informações detalhadas sobre cada item, como descrições científicas e datas de aquisição.

**Localização e Acessos:** O sistema deve integrar-se com a planta do museu para mostrar a localização dos itens, ajudando tanto a gestão interna quanto a navegação dos visitantes. Além disso, é crucial definir um sistema de permissões para garantir que administradores, curadores e o público tenham níveis de acesso adequados.

**Tecnologia:** O projeto deve incluir a migração do catálogo existente para o novo site, garantindo que os dados sejam organizados e mantidos intactos, e que

toda a plataforma seja responsiva, ou seja, funcione perfeitamente em dispositivos móveis.

## 1.4 Planeamento

O desenvolvimento deste projeto obedeceu a uma abordagem estruturada e incremental, dividida em etapas que permitiram o controlo rigoroso do progresso e a mitigação de riscos técnicos. A metodologia de trabalho privilegiou, numa fase inicial, a fundamentação teórica e a análise do sistema legado, bases essenciais para suportar as decisões de arquitetura tomadas posteriormente.

Nesse sentido, delinearam-se as seguintes tarefas:

**Tarefa 1 – Estado da Arte e Benchmarking (Meses 1 e 2):** Estudo aprofundado da literatura sobre preservação digital e museologia virtual, complementado pela identificação e análise de soluções de referência com foco na experiência de utilizador e acessibilidade web.

**Tarefa 2 – Análise de Requisitos e Auditoria (Meses 2 e 3):** Levantamento rigoroso das necessidades funcionais e não funcionais, realizado em paralelo com a auditoria técnica à base de dados legada para identificar as limitações a corrigir na nova versão.

**Tarefa 3 – Modelação do Sistema (Meses 3 e 4):** Elaboração da arquitetura de software e reestruturação do modelo de dados (ER), desenhando a estratégia de migração do acervo e as especificações para integração de objetos 3D.

**Tarefa 4 – Prototipagem e Design (Meses 4 e 5):** Construção dos *mockups* de alta fidelidade e definição dos fluxos de navegação, validando visualmente a interface pública e a área de administração antes da implementação final.

De forma a organizar e monitorizar o desenvolvimento da plataforma efetuou-se um cronograma que ilustra a distribuição temporal destas etapas.

*Tabela 1- Cronograma de tarefas*

	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Tarefa 1					
Tarefa 2					
Tarefa 3					
Tarefa 4					

## 1.5. Organização do documento

Este documento está estruturado em 8 capítulos, todos eles compostos por uma breve introdução e subdivididos em vários subtópicos que refletem o ciclo de vida de desenvolvimento do projeto.

Assim, no **Capítulo 1** está presente a introdução, o enquadramento do projeto, a definição do problema, os objetivos e a metodologia de planeamento. Este capítulo tem como propósito explicar o trabalho ao leitor e contextualizar a necessidade de modernização do Museu Dr. Félix José da Silva. No **Capítulo 2** é apresentado o estado da arte, isto é, uma revisão sistemática da literatura científica relacionada com museus virtuais, preservação digital e acessibilidade web. O **Capítulo 3** corresponde ao estudo de plataformas semelhantes (*benchmarking*), onde são analisadas soluções de referência nacionais e internacionais para estabelecer padrões de qualidade.

O **Capítulo 4** apresenta o levantamento técnico da plataforma existente, diagnosticando as limitações funcionais e estruturais do sistema legado que justificam a nova proposta. No **Capítulo 5** é descrita a engenharia de requisitos, detalhando as necessidades funcionais e não-funcionais da solução, bem como a sua priorização. O **Capítulo 6** corresponde à modelação técnica da plataforma, que inclui a arquitetura de sistema, os diagramas de casos de uso com as interações entre os atores (visitantes e curadores) e o novo modelo entidade-relacionamento da base de dados preparado para a migração.

No **Capítulo 7** estão presentes os protótipos de alta fidelidade (*mockups*) da plataforma, que documentam o design da interface pública e administrativa, validando a experiência de utilização proposta. Por fim, o **Capítulo 8** apresenta as conclusões do trabalho, sintetizando os resultados alcançados nesta fase de planeamento, identificando as limitações do estudo e apresentando as linhas orientadoras para a implementação técnica. É também relançada a continuidade do desenvolvimento da plataforma na unidade curricular de Projeto II.

## **2. Estado da arte**

A fase inicial do desenvolvimento de um website requer uma análise aprofundada de trabalhos e soluções semelhantes já existentes, de modo a identificar as tecnologias utilizadas e as boas práticas adotadas [14], [15]. Este processo é essencial para orientar o projeto e assegurar que a solução proposta se encontra alinhada com as tendências e exigências atuais.

Neste contexto, o presente capítulo apresenta o estado da arte, reunindo e examinando estudos científicos e projetos relevantes que contribuem para a compreensão do tema em estudo. A realização desta revisão é fundamental para garantir que a plataforma proposta seja eficaz, inovadora e sustentada em bases teóricas e práticas sólidas [16], [17].

A revisão dos estudos científicos foi estruturada segundo os seguintes tópicos principais:

- A. Questões de investigação (2.1)
- B. Critérios de inclusão (2.2)
- C. Estratégia de pesquisa (2.3)
- D. Resultados (2.4)
- E. Extração e análise de dados (2.5)
- F. Discussão (2.6)

A organização destes tópicos permite desenvolver uma revisão sistemática clara e coerente, assegurando que cada etapa, seja devidamente justificada e analisada. Nos subcapítulos seguintes, cada um destes pontos será abordado em detalhe, evidenciando o processo de seleção, análise e síntese dos estudos que sustentam a proposta da plataforma.

### **2.1. Questões de pesquisa**

Neste subcapítulo são apresentadas as questões de investigação que orientaram a revisão sistemática da literatura. A definição destas questões revela-se fundamental, uma vez que direciona a pesquisa para os aspetos mais relevantes da temática em análise, garantindo que os estudos selecionados contribuem de forma significativa para os objetivos do projeto.

Procurou-se, assim, elaborar questões que contemplassem tanto a dimensão tecnológica como a dimensão pedagógica, assegurando uma perspetiva abrangente e integrada sobre o papel das plataformas colaborativas no contexto educacional.

As questões formuladas foram as seguintes:

Questão 1: Como são desenvolvidos e implementados os museus virtuais através de plataformas web ?

Questão 2: Que papel têm as plataformas web na preservação e disseminação de património cultural digital?

Questão 3: Como a evolução tecnológica afetou o modo como os museus digitais são disponibilizados ao público?

Estas questões permitem compreender as principais abordagens de desenvolvimento e implementação de museus virtuais, o impacto das plataformas web na preservação e divulgação do património cultural digital, bem como a influência da evolução tecnológica na forma como esses museus são apresentados e experienciados pelo público.

## 2.2 Critérios de inclusão

Neste subtópico são apresentados e justificados os critérios definidos para a seleção dos estudos incluídos na revisão sistemática. A aplicação destes critérios visa assegurar a relevância, atualidade e qualidade científica das fontes analisadas.

Os critérios de inclusão definidos foram os seguintes:

Critério 1: Estudos publicados entre 2020 e 2025;

Critério 2: Estudos cujo texto integral esteja disponível;

Critério 3: Estudos de carácter científico.

Desta forma, os critérios estabelecidos garantem a análise de trabalhos recentes e alinhados com os avanços tecnológicos no domínio em estudo, permitindo identificar as tendências mais atuais. A exigência de acesso ao texto integral possibilita uma avaliação crítica e completa, evitando interpretações baseadas apenas em resumos. Por fim, a restrição a publicações científicas assegura a credibilidade e rigor académico dos estudos incluídos.

Em conjunto, estes critérios conferem maior consistência, fiabilidade e relevância aos resultados obtidos na revisão sistemática.

## 2.3 Estratégia de pesquisa

Na estratégia de pesquisa, recorreu-se ao repositório de dados de estudos científicos: ACM Digital Library[18].

A string de pesquisa usada para atender os requisitos da plataforma foi: ( "Virtual Museum" OR "Digital Museum" ) AND ( "Web Application" OR "Mobile Application" OR "Smartphone" OR "Responsive Web Design" )

O objetivo da string de pesquisa é identificar estudos que abordem sobre museus digitais em conformidade com aplicações web, responsivas ou mobile.

## 2.4 Resultados

Apos a pesquisa da *string* no repositório acima mencionado, foram identificados 210 artigos.

A figura abaixo apresenta o fluxograma do processo de seleção de estudos, elaborado de acordo com a metodologia PRISMA referida anteriormente. Numa primeira fase de triagem foram removidos 164 artigos devido a não se aplicarem os critérios de inclusão:

Estudos com ano de publicação  $\leq 2020$ : removidos 60;

Estudos que não são artigo de pesquisa: removidos 104;

Numa segunda fase, foram excluídos 23 artigos por serem diferentes do contexto pretendido:

Artigos sobre realidade aumentada: removidos 9;

Artigos sobre jogos virtuais: removidos 8;

Artigos sobre IA : removidos 4;

Artigos culturais: removidos 4;

Numa terceira fase, foram removidos 10 artigos por apresentarem foco em contextos distintos do objeto de estudo, culminando numa seleção final de 11 artigos incluídos para análise. Este processo sistemático garantiu que apenas os estudos com maior pertinência, rigor científico e alinhamento com as questões de pesquisa fossem considerados.

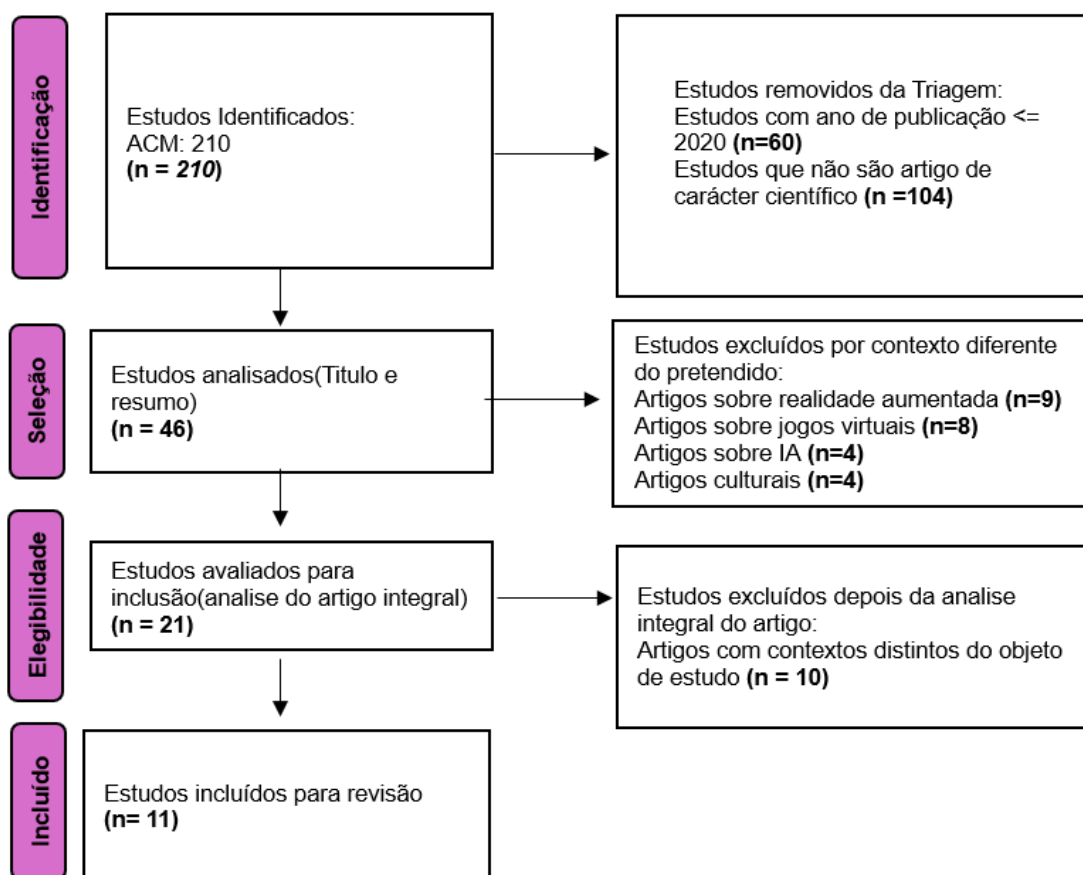


Figura 1- Fluxograma PRISMA

## 2.5 Extração e análise dos dados

Este subcapítulo descreve os estudos incluídos na revisão do estado da arte para o projeto.

Em *3D Scanning and Visualization of Large Monuments of Timurid Architecture in Central Asia – A Methodical Approach*[19], os autores estabelecem uma metodologia para a digitalização 3D de alta precisão. O artigo destaca a importância de gerar modelos digitais de alta fidelidade que são georreferenciados, ligando o objeto à sua localização espacial precisa. Para o projeto, este estudo evidencia a necessidade de uma metodologia robusta de aquisição 3D para criar os *assets* do acervo e de integrar a localização física dos itens com as suas coordenadas digitais.

Em *Design of Xinjiang Uygur Sports Virtual Museum Management System Based on ASP.NET*, Chang Shao-Hsun et al.[20] descrevem o design de um sistema de gestão de museu virtual. O foco está num *backend* robusto para Gestão de Acervo, que inclui um sistema de autoria e a organização de dados. Este estudo sugere a adoção de uma arquitetura ASP.NET para a criação de um

sistema funcional perfeito, que sirva como a espinha dorsal para a catalogação, inserção, edição e remoção do acervo.

O artigo *Evaluating User Experience in the Context of Cultural Heritage Dissemination Using Extended Reality : A Case Study of the Dacian Bronze Matrix with Hollow Design*[21]. concentra-se na importância da Experiência do Utilizador (UX) para a disseminação do património. Os autores validam que o uso de Realidade Estendida (XR) enriquece a visita, superando exposições estáticas. Este estudo é relevante, pois sugere que a plataforma deve ser desenhada com foco na satisfação, usabilidade e atratividade, justificando que a exploração deve ser intuitiva e amigável.

Em *Teenage Visitor Experience: Classification of Behavioral Dynamics in Museums*[22], os autores analisam padrões de comportamento do público, sublinhando a necessidade de suportar a participação ativa e usar elementos visuais dinâmicos para reter a atenção. Este estudo direciona o design da Consulta Pública, que deve ser flexível para diferentes perfis de utilizador e usar interatividade para o engajamento.

O estudo de caso *Chulalongkorn Interactive Virtual Memorial Hall (Museum)* [23] demonstra a aplicação prática da tecnologia VR 3D para a exploração de acervos. O artigo ilustra como o ambiente virtual pode ser desenhado como um "jogo interativo", permitindo que os utilizadores naveguem e interajam com os objetos. Este caso é fundamental para o requisito de Visualização e Detalhes, confirmando que a tecnologia 3D é viável para criar uma exploração que vá "além de uma simples galeria de fotos", incluindo acessibilidade móvel.

*Experiencing the Architectural evolution of a heritage museum in Extended Reality Application*[24] reforça o uso de XR e Unity3D para visualizar a evolução arquitetónica do espaço do museu. Este estudo complementa a Localização e Acessos, sugerindo que o mapa/planta pode ser um recurso histórico interativo, mostrando não apenas o *onde* (a localização atual) mas também o *como* e *porquê* (a evolução do edifício).

O artigo *Transferring Traditional Crafts from the Physical to the Virtual World: An Authoring and Visualization Method and Platform*[25] propõe uma solução técnica focada em WebGL/HTML5 para Visualização baseada na Web. Isto é vital para o requisito de Tecnologia Responsiva, pois confirma que modelos 3D interativos podem ser renderizados diretamente no browser, suportando interação multi-toque em dispositivos móveis.

*Content Curation for Spatial Experience of Architectural Heritage*[26] aborda como organizar grandes quantidades de informação de alta qualidade, transformando dados brutos em narrativa e conhecimento. Este estudo sugere que a Gestão de Acervo deve permitir aos curadores a classificação (tagging) e a documentação de conteúdo de fundo para criar uma experiência espacial coesa.

*Hidden Town in 3D: Teaching and Reinterpreting Slavery Virtually at a Living History Museum*[27] foca-se na função educativa. O artigo demonstra como a reconstrução virtual e a interatividade podem ser usadas para reinterpretar a história e integrar dados documentais históricos (não apenas dados de objeto). Isto é crucial para enriquecer o Registo Completo com histórico e contexto.

*The Elements of Visual Art Recommendation*[28] introduz o conceito de personalização. O artigo sugere que a Consulta Pública deve incluir sistemas de recomendação baseados não só em metadados textuais, mas também em elementos visuais (cor, composição). Isto implica que a Gestão de Acervo deve incluir a catalogação de *features* visuais para aumentar o engajamento e a descoberta de novas obras.

Por fim, *Integrating Citizen Experiences in Cultural Heritage Archives. : Requirements, State of the Art, and Challenges*[29] avança o conceito para a colaboração. O estudo destaca a importância de integrar "experiências do cidadão" (participação e contribuição) nos arquivos, exigindo um sistema robusto de moderação e validação para o conteúdo gerado pelo utilizador. Isto impõe um requisito rigoroso de sistema de permissões e moderação dentro do módulo de Gestão de Acervo.

A tabela abaixo resume os principais focos de cada artigo e como eles se aplicam diretamente aos requisitos definidos para o seu Museu Virtual.

Tabela 2- Representação dos estudos selecionados

Título	Ano	Foco Principal	Critérios de Inclusão
Integrating Citizen Experiences in Cultural Heritage Archives[29]	2022	Colaboração e Conteúdo Gerado pelo Utilizador	Consulta Pública, Gestão de Acervo
3D Scanning and Visualization of Large Monuments[19]	2020	Metodologia <i>scanning</i> 3D monumentos	Visualização, Localização, Gestão de Acervo
Chulalongkorn Interactive Virtual Memorial Hall[23]	2022	<i>Virtual tour</i> com VR	Gestão de Acervo
Content Curation for Spatial Experience of Architectural Heritage[26]	2022	Curadoria conteúdo espacial arquitetónico	Gestão de Acervo, Localização
Design of Xinjiang Uygur Sports Virtual Museum Management System based on ASP.NET[20]	2021	Sistema gestão museu virtual	Gestão de Acervo
Evaluating User Experience in the Context of Cultural Heritage[21]	2024	Avaliação UX Realidade Estendida	Consulta Pública, Visualização

Título	Ano	Foco Principal	Crítérios de Inclusão
Experiencing the Architectural evolution of a heritage museum in[24]	2023	AR, evolução arquitetónica museu	Localização, Visualização
Hidden Town in 3D: Teaching and Reinterpreting Slavery Virtually at a Living History Museum[27]	2021	Representação virtual de escravidão	Visualização, Gestão de Acervo, Consulta Pública
Teenage Visitor Experience: Classification of Behavioral Dynamics in Museums[22]	2020	Comportamento adolescente em museus	Consulta Pública, Visualização
The Elements of Visual Art Recommendation[28]	2023	Recomendação personalizada arte visual	Consulta Pública, Gestão de Acervo
Transferring Traditional Crafts from the Physical to the Virtual World[25]	2022	Transferência ofícios para virtual	Tecnologia, Visualização, Gestão de Acervo

## 2.6 Discussão / análise critica

Este subcapítulo fornece uma análise critica geral assim como permite uma resposta às questões levantadas no âmbito da metodologia PRISMA.

Tendo por base a análise de artigos ([19]-[29]) obtém-se uma visão abrangente sobre as metodologias de aquisição 3D, a importância da Experiência do Utilizador, a aplicação de Realidade Estendida e a necessidade de um backend robusto para a gestão de acervos digitais. Em comum, destaca-se a importância da metodologia de digitalização de alta precisão [19] e da adoção de tecnologias responsivas baseadas em WebGL/HTML5 [25] para garantir a acessibilidade e a fidelidade da representação. Alguns estudos [21], [23] evidenciam o potencial da realidade estendida e do design de ambientes virtuais para superar a natureza estática das galerias 2D tradicionais, promovendo o envolvimento e a exploração detalhada. Outros artigos [20], [29] exploram como a arquitetura do sistema de gestão deve suportar não só a catalogação rica mas também a aplicação de sistemas de permissões. A literatura reforça que a simples visualização não é suficiente, esta é crucial para contextualizar o acervo ligando-o à sua localização física [24], e enriquecendo o registo com dados históricos [27]. Estes resultados demonstram a pertinência do projeto de Museu Virtual Interativo de forma a reunir boas práticas em ambientes digitais, combinando digitalização 3D, tecnologias web avançadas e estratégias de contextualização pedagógica para construir uma experiência pública envolvente. Contudo, o sucesso da plataforma dependerá da implementação do sistema de catalogação visual para recomendação

personalizada [28] e um sistema robusto de curadoria que integre a participação do utilizador [29].

Assim sendo e tendo em conta esta análise, torna-se pertinente responder às questões de pesquisa inicialmente formuladas, de modo a consolidar a análise crítica:

**Questão 1: Como são desenvolvidos e implementados os museus virtuais através de plataformas web?**

R: Os museus virtuais são desenvolvidos e implementados através de plataformas web responsivas, integrando modelos 3D de alta fidelidade obtidos por metodologias rigorosas de digitalização [19]. A implementação recorre a tecnologias como WebGL/HTML5 [25] para renderização direta no browser, garantindo a acessibilidade multi-plataforma. O desenvolvimento exige um backend robusto [20] para a gestão do acervo, que inclui a catalogação de metadados ricos e tagging por curadores [26], e um sistema rigoroso de permissões e moderação [29] para gerir o conteúdo.

**Questão 2: Que papel têm as plataformas web na preservação e disseminação de património cultural digital?**

R: As plataformas web são cruciais, pois transformam acervos estáticos em experiências públicas dinâmicas. Elas garantem a preservação digital ao gerar modelos 3D georreferenciados [19] e um sistema de gestão unificado [20]. Na disseminação, permitem a exploração imersiva [23] e a contextualização dos objetos, ligando-os à sua evolução arquitetónica e contexto histórico [24], [27]. Além disso, democratizam o acesso ao património, oferecendo interatividade e personalização [28], que as exposições físicas não conseguem replicar em escala.

**Questão 3: Como a evolução tecnológica afetou o modo como os museus digitais são disponibilizados ao público?**

R: A evolução tecnológica mudou o paradigma de repositório passivo para experiência interativa e personalizada. O uso de Realidade Estendida e a renderização 3D em tempo real no browser [21], [23], [25] superaram as limitações da visualização 2D. Esta evolução permitiu a adoção de elementos de interação dinâmicos que retêm a atenção, especialmente do público mais jovem [22]. Tecnologias de recomendação baseada em features visuais [28] e a capacidade de integrar experiências [29] tornaram os museus digitais mais relevantes, envolventes e adaptativos ao perfil de cada utilizador.

### 3. Estudo de plataformas relacionadas

Este capítulo apresenta uma análise de páginas web relacionadas, no qual são descritas e analisadas páginas web que partilham semelhanças com a proposta do museu digital Dr. Félix José da Silva. Na fase inicial da criação da plataforma, tornou-se fundamental identificar páginas que partilhassem princípios semelhantes, nomeadamente museus digitais que já tenham algum renome a nível histórico. Deste estudo podemos não só observar funcionalidades e abordagens já existentes, mas também compreender as boas práticas e limitações de soluções concorrentes, de modo a adaptar e melhorar o conceito da plataforma proposta. Além disso, possibilita um estudo de mercado, avaliando aspetos como design, experiência de utilizador e modelos de interação que poderão ser otimizados. A pesquisa foi efetuada pela consulta de museus digitais disponíveis online e após a análise, destacaram-se cinco que foram considerados mais representativas e relevantes para este estudo comparativo.

A escolha dessas aplicações específicas baseou-se nos seguintes critérios:

**Semelhança funcional:** Museus virtuais que estejam atualmente ativos que permitam a comparação direta.

**Qualidade da experiência virtual:** Destacar visitas imersivas e recursos interativos.

**Variedade e riqueza do acervo:** Incluir museus de arte e museus de história e ciência, para abranger a avaliação do acervo.

Numa primeira fase, foram identificadas diversas páginas Web, que posteriormente foram filtradas e avaliadas com base nos critérios de semelhança funcional, qualidade da experiência virtual e variedade e riqueza do acervo.

A pesquisa foi realizada através do motor de busca Google[30] e complementada pela análise direta da inteligência artificial Gemini [31].

Os museus ditais que foram escolhidos para a avaliação foram:

- Museu Nacional dos Coches [32]
- Museu Belas-Artes [33]
- Museu Calouste Gulbenkian [34]
- Museu do Louvre [35]

#### 3.1. Museu nacional dos coches

O Museu Nacional dos Coches [32], integrado na plataforma de Museus e Monumentos de Portugal [36], funciona essencialmente como uma vitrine institucional de um acervo único. O site destaca a notável coleção de viaturas reais dos séculos XVI a XIX e disponibiliza, de forma clara e acessível, todas as informações práticas necessárias (horários, localização e contactos).

Em termos de usabilidade, o website é funcional e intuitivo, seguindo os padrões de design institucional que facilitam a navegação e garantem o rápido acesso à informação. Inclui ainda ferramentas de acessibilidade, como o ajuste de contraste e do tamanho do texto, assegurando uma experiência inclusiva para todos os utilizadores.

A interação com o público é reforçada pela bilheteira online, que simplifica a compra de ingressos, e pela ligação a plataformas externas, permitindo explorar exposições virtuais. Desta forma, o museu alinha a preservação do património à eficiência no serviço ao visitante, ampliando a experiência museológica no ambiente digital.



## Museu Nacional dos Coches

Inaugurado em 2015, o novo Museu Nacional dos Coches foi projetado pelo arquiteto brasileiro Paulo Mendes da Rocha, prémio Pritzker em 2006, em parceria com o arquiteto português Ricardo Bak Gordon. Mais do que um museu, o projeto funciona como uma infraestrutura urbana, que oferece espaço público à cidade de Lisboa.

*Figura 2-Pagina do Museu Nacional dos coches*

## 3.2. Museu belas-artes

O Museu Virtual da Faculdade de Belas-Artes [33] da Universidade de Lisboa apresenta-se como uma plataforma dedicada à investigação e divulgação académica, centrada na disponibilização e catalogação online de coleções especializadas, como as de Desenho Antigo e Gravura. O foco recai na riqueza documental das fichas de inventário, respondendo sobretudo às necessidades de utilizadores do meio académico.

A nível de usabilidade, o site destaca-se pela sua funcionalidade de pesquisa, que oferece modos simples e avançados, permitindo uma exploração detalhada do acervo. O design é sóbrio e organizado, privilegiando a clareza da informação e a qualidade visual das obras apresentadas.

Como complemento, o website disponibiliza uma Visita Virtual que possibilita a navegação interativa pelos espaços da faculdade, estendendo a experiência do utilizador ao contexto arquitetónico e espacial da instituição. Esta abordagem

confere ao projeto uma dimensão científica sólida e uma relevância particular para fins de estudo e investigação.

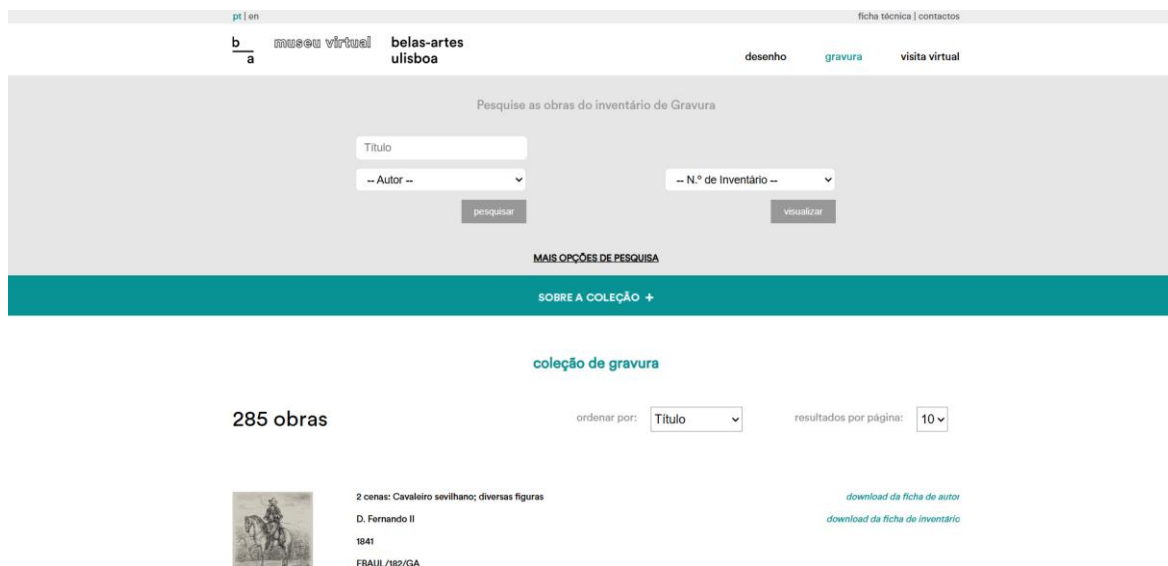


Figura 3- Pagina do Museu Belas-Artes

### 3.3. Museu calouste gulbenkian

O Museu Calouste Gulbenkian [34] apresenta-se como uma plataforma digital sofisticada e abrangente, que vai muito além da simples disponibilização de informações de visita, assumindo-se como um verdadeiro centro de conteúdo cultural e académico.

Em termos de usabilidade, o website é altamente estruturado e intuitivo, com um design moderno que assegura uma navegação clara e eficiente. A organização em secções como Agenda, Coleção e Ler/Ver/Ouvir facilita o acesso rápido a informações práticas e a conteúdos multimédia diversificados (artigos, podcasts, vídeos e catálogos online ), complementados pela conveniência da bilheteria online.

A riqueza da oferta digital é especialmente evidente na secção Ler, Ver, Ouvir e na ligação a plataformas externas como o Google Arts & Culture, refletindo o compromisso do museu com a divulgação do conhecimento e com a excelência da experiência do utilizador.



O Museu Gulbenkian encontra-se encerrado para obras de renovação

*Figura 4- Pagina do museu Calouste Gulbenkian*

### 3.4. Museu do Louvre

O Museu do Louvre [35], através do seu website oficial e das suas inúmeras iniciativas digitais, estabelece-se como uma referência global na disponibilização de um vasto acervo e de experiências interativas, ultrapassando a função de guia de visita para se assumir como uma enciclopédia cultural digital.

Em termos de usabilidade e estrutura, o website é funcional e multilíngue, oferecendo uma navegação robusta e organizada. A secção "Coleções" é o ponto focal, permitindo uma exploração detalhada e geolocalizada de milhares de obras, organizadas por temas, artistas, alas do museu e cronologia. O design integra funcionalidades de pesquisa avançada e a disponibilização de mapas interativos, essenciais dada a dimensão física do museu. A acessibilidade a visitas virtuais 360° de algumas galerias e a presença de recursos educativos reforçam a sua eficácia.

A riqueza da oferta digital é notável na sua plataforma de coleções online na forte presença nas redes sociais e na criação de conteúdos multimédia e tours virtuais. Tal reflete o seu papel de liderança na disseminação do património à escala global e na excelência da experiência do utilizador, facilitando o estudo e a descoberta de um dos maiores acervos mundiais.

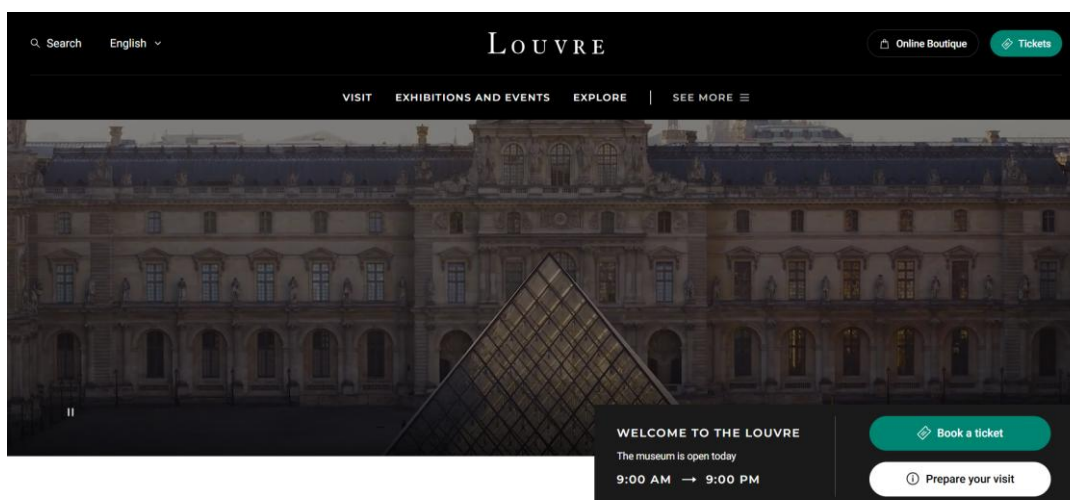


Figura 5- Pagina do museu do louvre

### 3.5. Conclusões do estudo de plataformas relacionadas

A metodologia de avaliação adotada neste capítulo baseou-se na utilização de ferramentas online complementares, permitindo uma análise multidimensional da plataforma. Para aferir o nível de acessibilidade em conformidade com as diretrizes internacionais WCAG, recorreu-se ao AccessMonitor [37]. Simultaneamente, a análise da usabilidade e do desempenho técnico foi suportada pelo GTmetrix [38], que utiliza métricas como o PageSpeed Score e o YSlow Score para diagnóstico de otimização, enquanto a qualidade técnica da informação e a velocidade do servidor foram validadas através da ferramenta Pingdom [39].

Os relatórios detalhados resultantes de cada ferramenta podem ser consultados em anexo.

Após a avaliação das páginas, elaborou-se a tabela seguinte para sintetizar o desempenho obtido em cada um dos avaliadores online:

Tabela 3- tabela de resultados conforme a avaliação online

Museu	AccessMonitor			GTMatrix		PingDom
	Práticas aceitáveis	Práticas não aceitáveis	Nota	Performance	Estrutura	Performance Grade
Museu Nacional dos coches	19	10	6.2	60%	85%	81(B)
Museu de Belas Artes	6	5	5.1	49%	81%	80(C)
Museu Calouste Gulbenkian	24	3	9.0	88%	82%	81(B)
Museu do Louvre	24	4	8.3	98%	87%	86(B)

A partir dos dados podemos então tirar as seguintes conclusões de cada uma das páginas:

### **Museu nacional dos coches**

A análise revelou que o website possui uma base sólida de acessibilidade, registando 19 práticas aceitáveis no AccessMonitor, o que reflete uma conformidade acima da média com as diretrizes WCAG. No entanto, o desempenho técnico constitui o principal ponto fraco, evidenciado pela pontuação de apenas 60% (Performance) no GTmetrix. O facto de a estrutura do código ter obtido uma classificação elevada (85%) sugere que as limitações não são arquiteturais, mas sim de otimização de recursos, o que impacta o tempo de carregamento. Por fim, o resultado de 81 (B) no Pingdom confirma uma qualidade técnica geral aceitável, embora exista uma margem significativa para melhorar a velocidade de entrega de conteúdos.

### **Museu de belas artes**

Este website obteve os resultados mais críticos em todas as métricas. O AccessMonitor registou apenas 6 práticas aceitáveis, indicando graves lacunas na acessibilidade que podem criar barreiras significativas para utilizadores com necessidades especiais. O Desempenho no GTMetrix, de 49%, é o mais baixo do grupo, refletindo tempos de carregamento muito lentos e uma experiência do utilizador deficiente. A nota final 80(C) no Pingdom classifica o website como o menos otimizado.

### **Museu calouste gulbenkian**

O website da Fundação Calouste Gulbenkian destacou-se pela excelência em acessibilidade, registando 24 práticas aceitáveis e apenas 3 não aceitáveis no AcessMonitor. A otimização de velocidade é igualmente forte, com um desempenho de 88% no GTMetrix. Esta combinação de alta acessibilidade e velocidade resulta numa das melhores pontuações gerais do Pingdom (9.0), garantindo uma experiência de navegação rápida e inclusiva. O website serve como um modelo de boas práticas ao equilibrar a usabilidade com um vasto conteúdo.

### **Museu do louvre**

O website do Museu do Louvre registou o melhor desempenho técnico absoluto entre os casos analisados. As pontuações de 98% em desempenho (Performance) e 87% em estrutura no GTmetrix evidenciam uma otimização de código e velocidade de carregamento ótimas. Simultaneamente, demonstrou níveis superiores de acessibilidade, contabilizando 24 práticas aceitáveis. A classificação de 86 (B) no Pingdom comprova a sua robustez técnica, consolidando este website como o mais eficiente e tecnicamente bem construído de toda a amostra avaliada.

Concluindo, a análise comparativa evidencia uma clara diversidade na maturidade digital das instituições avaliadas. Destacam-se positivamente o Museu do Louvre e o Museu Calouste Gulbenkian, que se afirmam como modelos de boas práticas ao conciliar um desempenho técnico com elevados índices de acessibilidade. Em contrapartida, o Museu de Belas Artes revela fragilidades transversais críticas, enquanto o Museu Nacional dos Coches, apesar de apresentar uma base estrutural e inclusiva sólida, vê a sua eficácia comprometida pela falta de otimização de recursos.



## 4. Levantamento da plataforma existente

Neste capítulo, é realizado um diagnóstico funcional e técnico da plataforma atualmente em uso [37]. Esta análise é imperativa para identificar as lacunas funcionais que limitam a experiência do utilizador e mapear a estrutura de dados necessária para a futura migração.



O museu Dr. Félix José da Silva tem como objectivos conservar e preservar o espólio existente, dar a conhecer as diversas colecções do museu, apoiar a consecução de objectivos curriculares de disciplinas de ciências naturais, sensibilizar a população escolar e a população em geral para o conhecimento do património natural, contribuir para a divulgação da história da didáctica das Ciências da Terra e da Vida e procurar criar um "grupo de amigos do Museu" que ajude a promover e a divulgar os seus objectivos.

História

1912 - Espólio (animais embalsamados, colecções de rochas e conchas e material didáctico diverso) do Colégio de S.Fiel transita para o Liceu de Castelo Branco.

1946 - Construído o actual edificio da ESNA (Liceu de Nuno Álvares, na época). A sala/laboratório de Ciências Naturais era, com todas as condições para a época, a sala onde actualmente está instalado o Museu. É nesse espaço e, eventualmente, no gabinete anexo, que são colocados todos os materiais didácticos, incluindo o espólio de S.Fiel, ligados às Ciências Naturais.

1985 - A necessidade de preservar os animais embalsamados, colecções e aparelhos mais antigos e sensíveis, longe do pó de giz e dos choques físicos acidentais durante as aulas, leva os docentes do grupo de Ciências Naturais, com particular empenho do professor Félix Silva, a propor a deslocação do laboratório e aulas para outra sala e a criação dum espaço museológico na antiga sala/laboratório.

1985 a 1996 - O professor Félix Silva coordena alunos, docentes e funcionários, em horário que modernamente chamaríamos de CNL, em todos os trabalhos de organização do museu (deslocação e preparação de mobiliário, recuperação e catalogação dos espécimes, promoção de doações de novos espécimes e móveis expositores, etc.)

1996 - É aberto, oficialmente, ao público, o Museu de História Natural, em cerimónia realizada em 3 de Maio e presidida pelo então Ministro da Educação, Prof. Dr. Eduardo

Contactos

Copyright © 2011 Tiago Antunes & Vítor Almeida. All Rights Reserved

Figura 6- Pagina principal Museu de Historia Natural Dr. Félix José da Silva

### 4.1 Modelo de casos de uso

Para compreender a extensão das limitações atuais, foi feita uma avaliação com base no diagrama de casos de uso da plataforma atual [37], tendo este sido adaptado a partir da documentação do projeto anteriormente realizado, ao qual este trabalho dá continuidade. A análise funcional da plataforma atual permitiu identificar dois atores principais: o Aluno (Público geral) e o Gestor (Gestão interna).

A Figura 7 abaixo representa o Diagrama de Casos de Uso da plataforma atual (legada), ilustrando o âmbito funcional reduzido que motiva a necessidade de modernização.

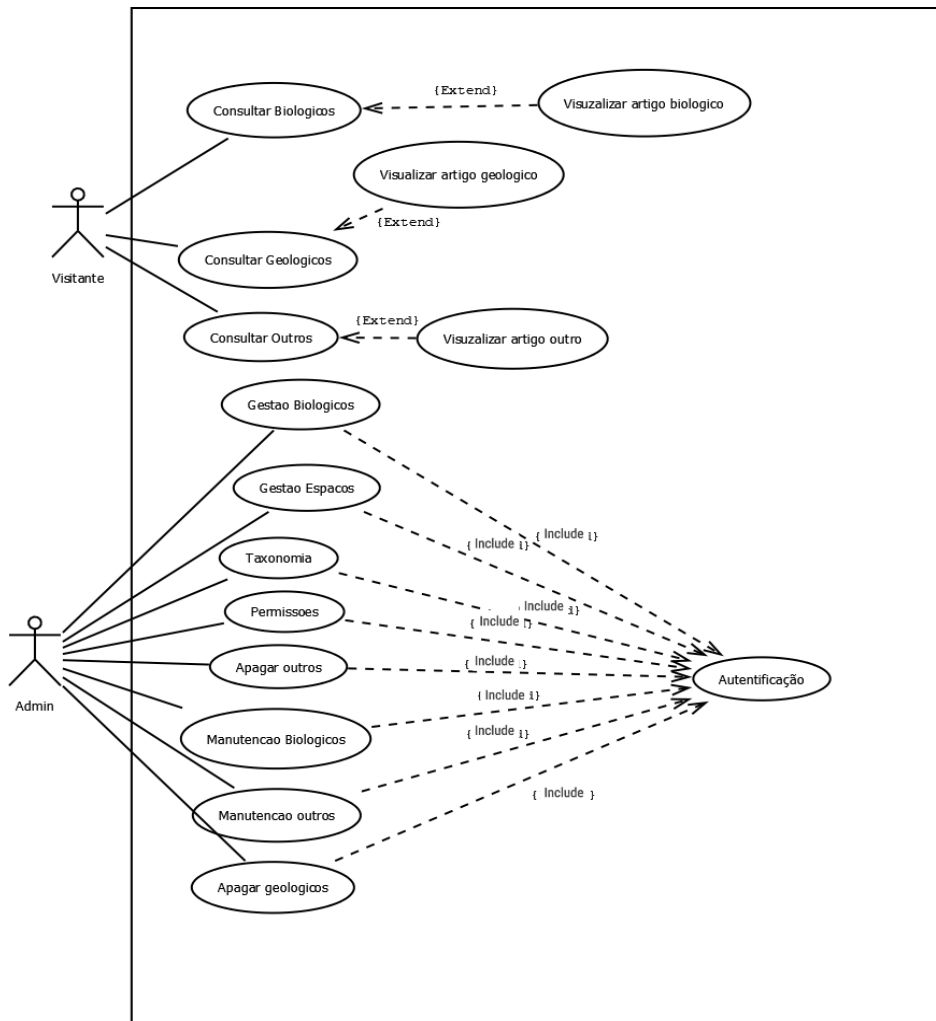


Figura 7- Modelo de casos de uso plataforma existente

### 4.1.1. Descrição dos atores

Com base na análise do sistema legado, os intervenientes definem-se da seguinte forma:

**Visitante (Público Geral):** Representa o utilizador não autenticado, tipicamente alunos, que acedem à plataforma apenas para consulta. A sua interação é passiva e limitada à visualização de dados estáticos.

**Gestor:** Representa o utilizador com privilégios administrativos. É responsável pela manutenção da base de dados, possuindo credenciais para aceder à área reservada (Backoffice) para registar novos itens.

### 4.1.2. Descrição dos casos de uso

De seguida, descrevem-se textualmente os casos de uso:

**Nome do caso de uso:** Consultar Biológicos

**Pré-Condição:** Ter acesso à página web do museu.

**Ator:** Visitante

**Descrição:** É apresentado ao utilizador um menu com as várias opções de artigos biológicos disponíveis.

**Nome do caso de uso:** Visualizar artigos biológicos

**Pré-Condição:** Ator clicou no nome do artigo a visualizar

**Ator:** Visitante

**Descrição:** são apresentados todos os dados referentes a esse artigo.

**Nome do caso de uso:** Consultar geológicos

**Pré-Condição:** Ter acesso à página web do museu.

**Ator:** Visitante

**Descrição:** É apresentado ao utilizador um menu com as várias opções de artigos geológicos disponíveis.

**Nome do caso de uso:** Visualizar artigos geológicos

**Pré-Condição:** Ator clicou no nome do artigo a visualizar

**Ator:** Visitante

**Descrição:** são apresentados todos os dados referentes a esse artigo.

**Nome do caso de uso:** Consultar outros

**Pré-Condição:** Ter acesso à página web do museu.

**Ator:** Visitante

**Descrição:** É apresentado ao utilizador um menu com as várias opções de artigos “outros” disponíveis.

**Nome do caso de uso:** Visualizar artigos outros

**Pré-Condição:** Ator clicou no nome do artigo a visualizar

**Ator:** Visitante

**Descrição:** São apresentados todos os dados referentes a esse artigo.

**Nome do caso de uso:** Gestão biológicos

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador várias opções de gestão de artigos biológicos.

**Nome do caso de uso:** Gestão espaços

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador várias opções de gestão de espaços.

**Nome do caso de uso:** Taxonomia

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador várias opções taxonómicas, deverá identificar a área correspondente á categoria taxonómica.

**Nome do caso de uso:** Permissões

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador uma página onde será possível introduzir e apagar utilizadores.

**Nome do caso de uso:** Apagar outros

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

É necessário que o utilizador se encontre na página do artigo.

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador uma opção onde será possível apagar artigos “outros”, se o utilizador aceitar, este será eliminado da base de dados.

**Nome do caso de uso:** Manutenção Biológicos

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

É necessário que o utilizador se encontre na página do artigo.

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador uma página que contem todas as manutenções que o artigo já foi alvo, é possível inserir e apagar manutenções.

**Nome do caso de uso:** Manutenção outros

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

É necessário que o utilizador se encontre na página do artigo.

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador uma página que contem todas as manutenções que o artigo já foi alvo, é possível inserir e apagar manutenções.

**Nome do caso de uso:** Apagar geologicos

**Pré-Condição:** O ator é um utilizador registado no sistema como “admin”

É necessário que o utilizador se encontre na página do artigo.

**Ator:** Admin

**Descrição:** É apresentado ao utilizador uma opção onde será possível apagar artigos geológicos, se o utilizador aceitar, este será eliminado da base de dados.

## 4.2. Auditoria técnica e performance

Além das limitações funcionais, a plataforma foi avaliada quanto ao seu desempenho técnico e conformidade com normas web. Utilizou-se a mesma metodologia comparativa aplicada no Estado da Arte.

Pode-se observar na tabela 3 um resumo da avaliação dos 3 avaliadores, aos quais a plataforma foi submetida e em anexo a avaliação completa.

*Tabela 4- Tabela de resultados dos avaliadores online da plataforma existente*

Museu	AcessMonitor			GTMatrix		PingDom
	Práticas aceitáveis	Práticas não aceitáveis	Nota	Performance	Estrutura	Performance Grade
Museu Dr. Félix José da Silva	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>97%</b>	<b>90%</b>	<b>98(A)</b>

A análise quantitativa da plataforma atual revela um cenário técnico que, embora apresente indicadores de velocidade elevados, evidencia a natureza obsoleta da solução existente. Os testes de desempenho registaram classificações de excelência, nomeadamente uma pontuação de 98 (A) no Pingdom e 97% no GTmetrix, contudo, estes valores devem ser interpretados com cautela. Esta performance não reflete uma otimização tecnológica avançada, mas sim a extrema simplicidade estrutural do website, que, por ser composto essencialmente por texto e imagens estáticas e estar desprovido de funcionalidades complexas ou renderização 3D, apresenta tempos de carregamento naturalmente reduzidos devido à ausência de "peso" funcional.

Em contrapartida, esta leveza técnica não se traduz em qualidade de acesso universal, como demonstra a classificação de 7 obtida no AccessMonitor. A deteção de práticas não aceitáveis confirma que a plataforma atual falha no cumprimento integral das diretrizes de inclusão, impondo barreiras digitais a utilizadores com necessidades específicas. Conclui-se, portanto, que a atual rapidez de resposta não compensa a pobreza funcional nem o défice de acessibilidade, validando inequivocamente a necessidade de desenvolver uma nova solução capaz de introduzir a interatividade moderna exigida por um museu virtual, garantindo simultaneamente o rigor inclusivo que o sistema atual negligencia.

### 4.3. Análise da estrutura de dados

Para compreender a arquitetura de informação que sustenta a plataforma atual e preparar o futuro processo de migração de dados, procedeu-se à análise rigorosa da estrutura de dados documentada no projeto anterior .

As figuras abaixo apresentam o esquema relacional extraído.

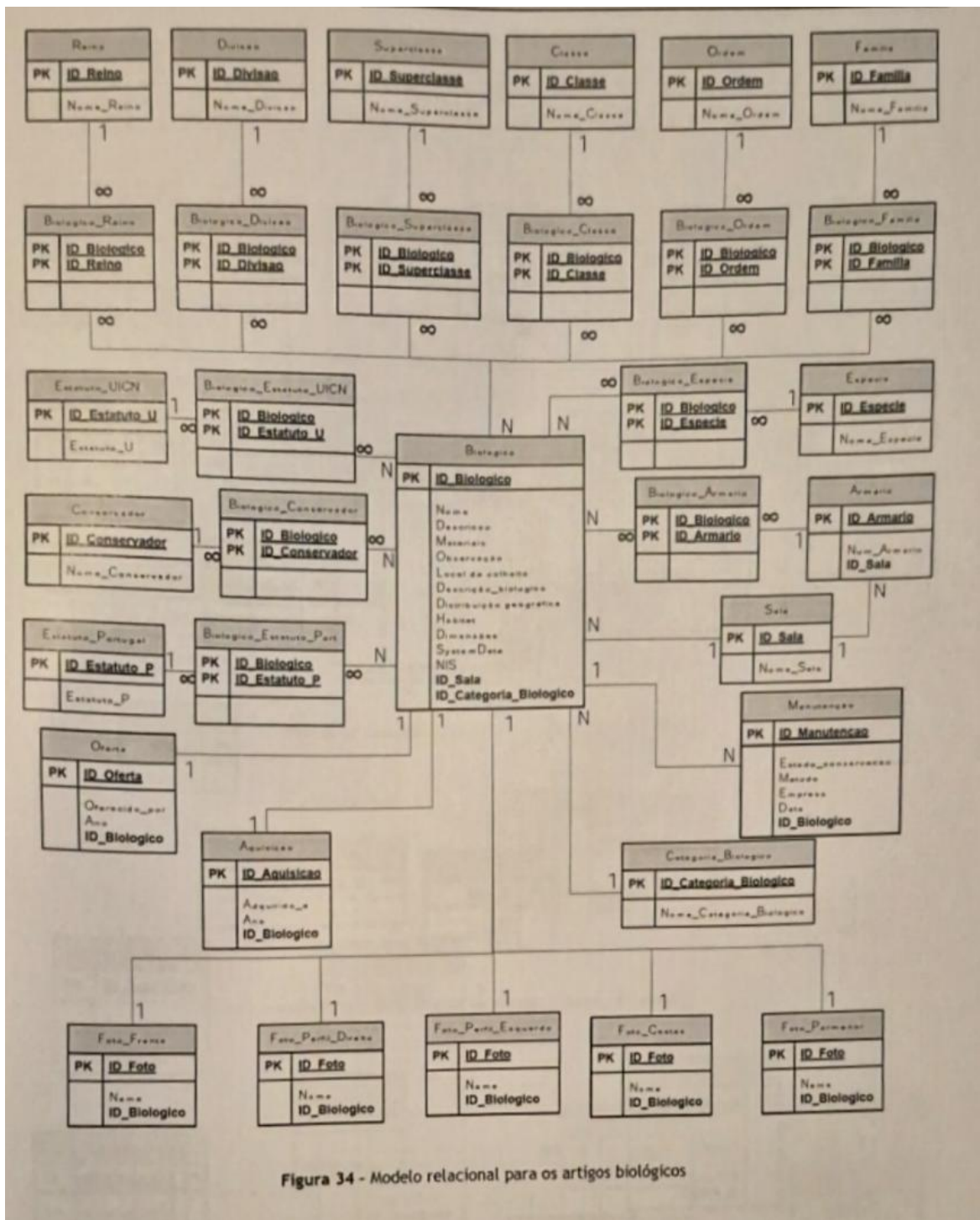


Figura 34 - Modelo relacional para os artigos biológicos

Figura 8- Modelo relacional para artigos biológicos

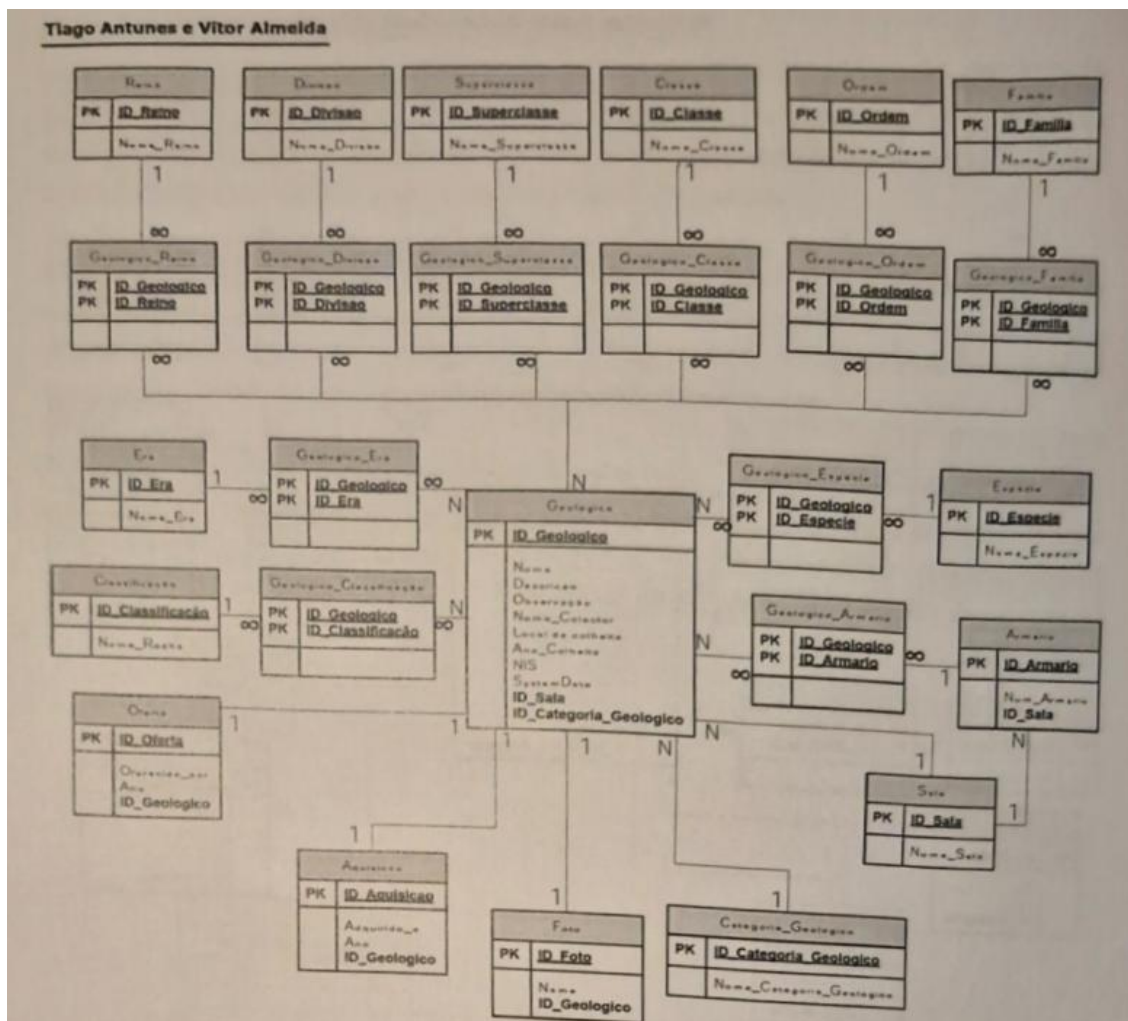


Figura 35 - Modelo relacional para os artigos geológicos

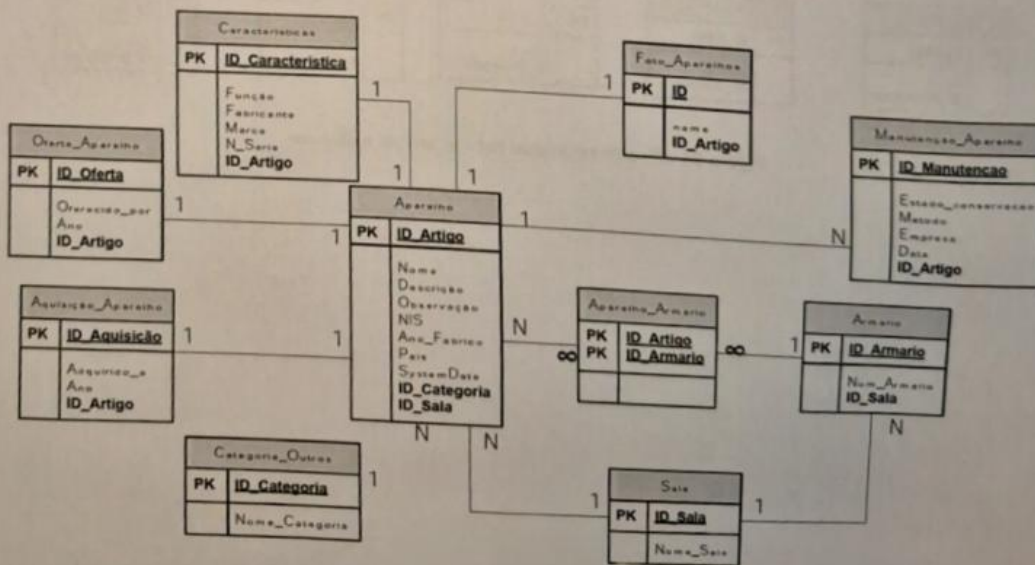


Figura 36 - Modelo relacional para os aparelhos

Figura 9- Modelo relacional para artigos geológicos e aparelhos

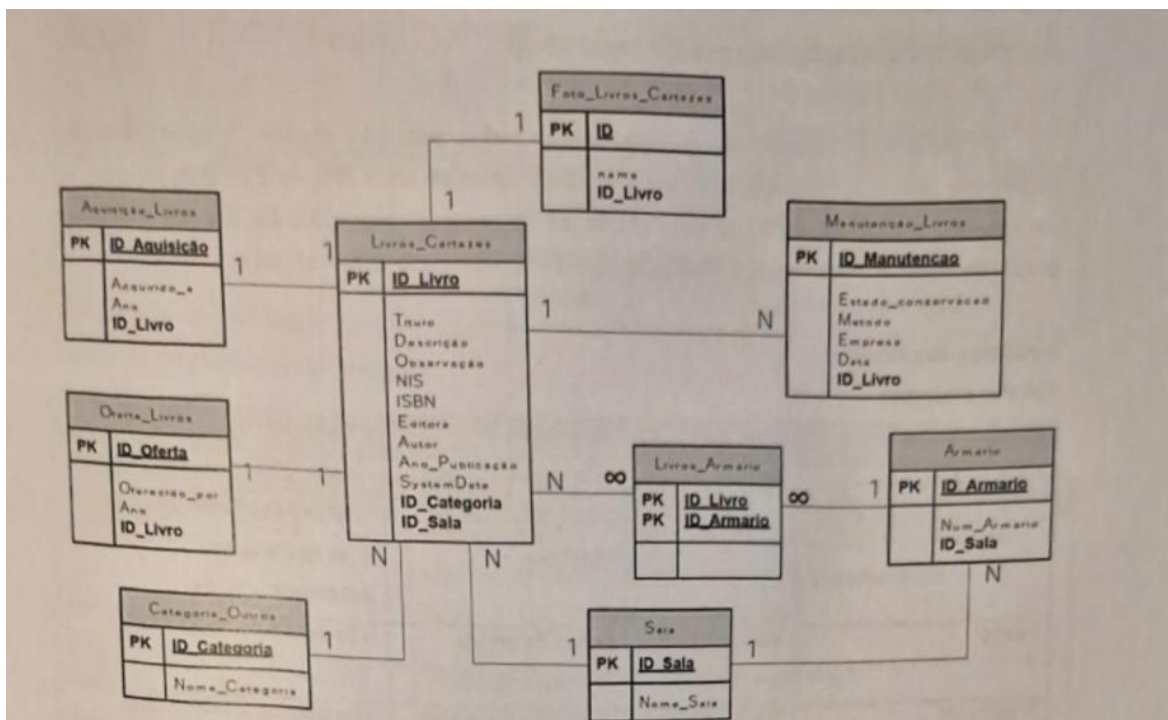


Figura 37 - Modelo relacional para os livros e cartazes

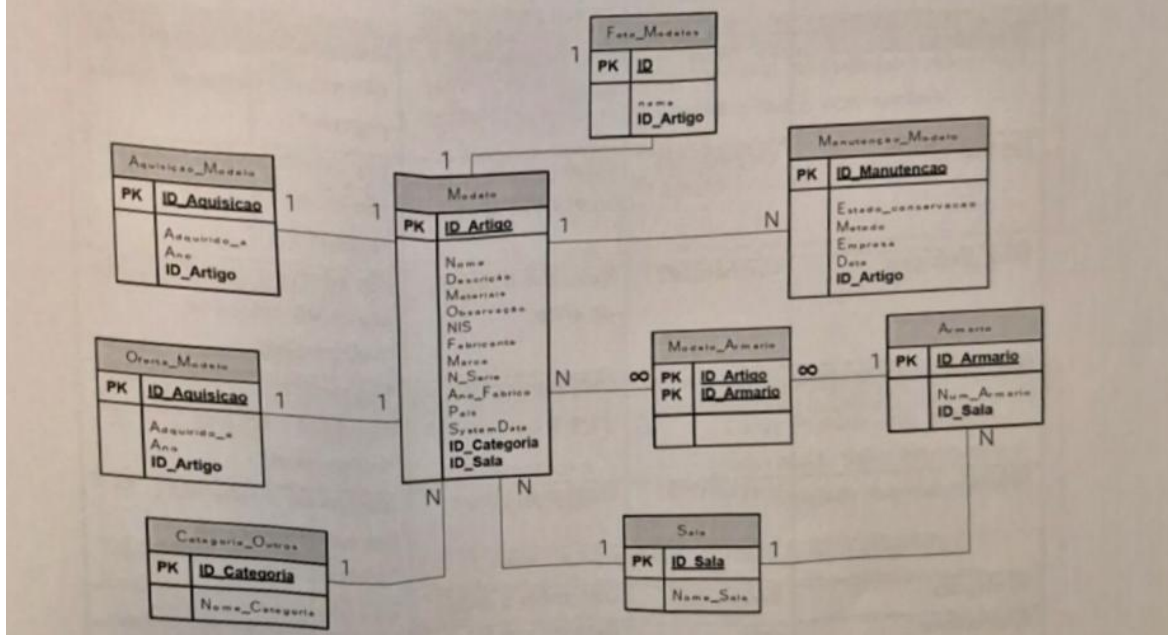


Figura 10- Modelo relacional para livros e cartazes

A observação do diagrama revela uma arquitetura de dados fragmentada e com elevada redundância estrutural, característica de sistemas que não beneficiaram de técnicas modernas de normalização ou herança:

1. Fragmentação por Tipologia: Não existe uma entidade central "Peça" ou "Objeto Museológico". Em vez disso, a base de dados cria "universos"

isolados para cada tipo de coleção. Identificam-se tabelas principais distintas como biológico, geológico, aparelho e livros.

2. Redundância de Tabelas Auxiliares: Devido à fragmentação acima referida, as tabelas satélite são repetidas desnecessariamente. Observa-se a existência de `manutencao_aparelhos`, `manutencao_livros` e `manutencao_modelos`.
3. Rigidez na Gestão de Multimédia: A análise das tabelas ligadas ao acervo biológico sugere que o sistema obriga a *slots* fixos para imagens, limitando a quantidade e o tipo de média que se pode associar a cada peça.
4. Riqueza Taxonómica: Apesar da estrutura desatualizada, nota-se um elevado detalhe na classificação científica, especialmente na coleção biológica, com tabelas específicas para Reino, Filo, Classe, Ordem e Família.

Esta granularidade é valiosa. O processo de migração deverá preservar esta riqueza taxonómica, mas terá de consolidar as várias tabelas de "Itens" numa estrutura unificada, transformando estas colunas dispersas em atributos flexíveis ou categorias na nova base de dados.

Resumindo, a estrutura atual, embora funcional para uma gestão compartimentada, é ineficiente. A migração exigirá um esforço significativo de normalização e unificação de dados (ETL) [38] para converter estes múltiplos "silos" numa estrutura centralizada e coerente.

## 5. Proposta para museu de historia natural Dr. Félix José da Silva

Tendo em conta as plataformas e aplicações existentes no mercado, assim como as conclusões enumeradas anteriormente, este subcapítulo descreve a plataforma assim como a sua estrutura e requisitos técnicos. É composto por uma descrição e por funcionalidades/requisitos chave que estão presentes na plataforma.

### 5.1 Descrição da proposta

A proposta do museu virtual Dr. Félix José da Silva surge, então, como uma resposta às lacunas identificadas no estado de arte, assim como às dificuldades já posteriormente apresentadas na definição do problema.

A revisão sistemática da literatura evidenciou que a simples digitalização de artefactos, embora fundamental para a preservação, é insuficiente para garantir a disseminação eficaz e o envolvimento do público [21], [23]. Ficou demonstrado que o sucesso de um museu digital contemporâneo depende da convergência entre a fidelidade visual dos modelos 3D e a acessibilidade de uma plataforma web robusta e interativa [19].

Neste sentido, o projeto propõe o desenvolvimento de uma solução integrada baseada em tecnologias WebGL/HTML5, alinhando-se com as boas práticas de visualização baseada na web identificadas na literatura [25]. Esta abordagem técnica visa eliminar barreiras de entrada, permitindo que o acervo do Dr. Félix José da Silva seja explorado diretamente no *browser* de computadores e dispositivos móveis, sem a necessidade de instalação de *software* adicional ou hardware de alto desempenho [25].

A arquitetura de um sistema de museu virtual é dividida em entidades implementadoras, como comunicadores, bases de dados, servidor de exibição e comissionários [20]. Os modelos digitais de património cultural 3D permitem não só documentar e preservar artefactos, mas também disseminá-los remotamente [19].

A estrutura da plataforma divide-se em duas componentes essenciais:

Interface Pública (Front-end): Focada na Experiência do Utilizador (UX), esta componente visa superar o paradigma da "galeria de imagens estática" [23] A proposta integra um visualizador 3D interativo que permite a manipulação e inspeção detalhada das peças, contextualizando-as através de narrativas históricas e informação multimédia [26], [27]. O objetivo é criar um ambiente de exploração intuitivo e envolvente, capaz de reter a atenção de diferentes perfis de visitantes, desde investigadores a um público mais jovem e habituado a dinâmicas interativas [22].

Sistema de Gestão (Back-end): Respondendo à necessidade crítica de organização de dados, a plataforma incluirá um módulo de administração robusto baseada em tecnologias de gestão de acervo [20]. Este sistema permitirá a curadoria digital, facilitando a catalogação, a edição de metadados ricos e a gestão de permissões [29]. Desta forma, assegura-se não apenas a apresentação estética, mas também o rigor científico e a integridade da informação associada a cada item do espólio [26].

Concluindo, o Museu Virtual Dr. Félix José da Silva não pretende ser apenas um repositório digital, mas sim um espaço de mediação cultural. A proposta procura operacionalizar as metodologias de digitalização e as estratégias de engajamento identificadas no estado da arte [28], transformando o acervo físico num património digital vivo, georreferenciado e acessível globalmente [19], [24] garantindo assim a perenidade e a valorização do legado histórico em questão.

## 5.2. Definição de requisitos

A definição dos requisitos para a plataforma do Museu Virtual Dr. Félix José da Silva baseia-se diretamente nas necessidades de preservação, disseminação e interação identificadas na revisão da literatura e na análise do problema. Para garantir uma engenharia de software rigorosa, os requisitos foram categorizados em Requisitos Funcionais e Requisitos Não-Funcionais.

### 5.2.1. Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais descrevem os comportamentos específicos e as funções que o sistema deve disponibilizar aos diferentes atores (Administradores, Curadores e Visitantes).

RF01 — Visualização 3D Interativa: O sistema deve permitir a visualização de modelos tridimensionais na interface pública, oferecendo ferramentas de controlo para orbitar (rotação 360°), ampliar (*zoom*) e transladar (*pan*) o objeto para inspeção detalhada.

RF02 — Pesquisa e Filtragem Avançada: A interface de consulta pública deve incluir um motor de busca que permita filtrar o acervo por múltiplos critérios, tais como categoria, época histórica, material e localização original.

RF03 — Gestão de Acervo (Backoffice): O sistema deve disponibilizar um painel de administração que permita operações CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) sobre os registos das peças, incluindo o carregamento (*upload*) de ficheiros de modelos 3D e imagens.

RF04 — Catalogação de Metadados Ricos: A base de dados deve suportar uma estrutura de campos detalhada para documentação científica (descrição, datação, dimensões, proveniência), garantindo o rigor museológico.

RF05 — Ferramenta de Importação de Dados (Migração): O sistema deve possuir um mecanismo capaz de importar e mapear os dados existentes da plataforma antiga, assegurando a integridade e a transição da informação catalogada anteriormente.

RF06 — Gestão de Utilizadores e Permissões: O sistema deve implementar um controlo de acesso baseado em papéis (*Role-Based Access Control*), distinguindo entre utilizadores com permissões de edição (Administradores/Curadores) e utilizadores de consulta (Visitantes).

RF07 — Georreferenciação e Mapa: O sistema deve permitir associar coordenadas geográficas ou posições na planta do museu a cada peça, visualizando-as num mapa interativo.

RF08 — Contextualização Narrativa (Exposições Virtuais): O sistema deve permitir agrupar peças em coleções temáticas com descrições narrativas, facilitando a criação de percursos expositivos virtuais.

RF09 — Feedback do Visitante: A plataforma deve incluir uma funcionalidade que permita aos visitantes enviar comentários ou correções sobre as peças, sujeitos a moderação prévia.

## 5.2.2. Requisitos não-funcionais

Os requisitos não-funcionais definem os atributos de qualidade, restrições técnicas e critérios de desempenho que o sistema deve respeitar.

RNF01 — Responsividade e Compatibilidade: A interface (tanto pública como administrativa) deve adaptar-se automaticamente a diferentes resoluções de ecrã, garantindo a usabilidade em *desktops*, *tablets* e *smartphones*.

RNF02 — Otimização de Desempenho (LOD): O sistema deve implementar técnicas de otimização, como o *Level of Detail* (LOD) ou compressão de texturas, para assegurar tempos de carregamento aceitáveis mesmo em conexões móveis.

## 5.3. Priorização e planeamento

Dada a dimensão e complexidade técnica do projeto, tornou-se imperativa a adoção de uma metodologia de priorização rigorosa para assegurar a entrega incremental de valor. Para este efeito, aplicou-se a técnica de estimativa Planning Poker, recorrendo à Sequência de Fibonacci para ponderar o peso e a importância relativa de cada requisito no contexto global do sistema [39].

Nesta escala, estabeleceu-se que os valores mais elevados (13 e 8) representam as funcionalidades de "maior peso", correspondendo aos requisitos críticos e estruturantes que constituem o núcleo da plataforma e que, por isso, devem ser os primeiros a ser implementados. Inversamente, as pontuações mais

baixas (1, 2 e 3) foram atribuídas a funcionalidades complementares ou de menor urgência, ficando o seu desenvolvimento reservado para as fases finais do projeto.

Importa salientar que esta hierarquização resultou de um processo colaborativo. As prioridades foram apresentadas e disponibilizadas à Direção do Museu Dr. Félix José da Silva, e foi com base na validação e feedback do cliente que se construiu a matriz de desenvolvimento apresentada na tabela seguinte. Desta forma, o planeamento por Iterações (Sprints) assegura que o Mínimo Produto Viável (MVP) foca as necessidades reais da instituição.

Para formalizar este alinhamento estratégico, o documento de definição de prioridades foi devidamente assinado pelos responsáveis da instituição, encontrando-se disponível para consulta em Anexo.

*Tabela 5 - Tabela de Priorização e Alocação de Pré-Requisitos*

<b>ID</b>	<b>Requisito / Funcionalidade</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Prioridade (Fibonacci)</b>	<b>Iteração Prevista</b>
<b>RF05</b>	Importação de Dados (Migração)	Garantir que o acervo atual não se perde e povoar a nova BD.	<b>13</b>	<b>I1</b>
<b>RF04</b>	Catálogo de Metadados	Estruturar a base de dados para suportar a informação científica.	<b>13</b>	<b>I1</b>
<b>RF03</b>	Gestão de Acervo (Backoffice)	Criar o painel administrativo para gestão de conteúdos.	<b>8</b>	<b>I2</b>
<b>RNF01</b>	Responsividade	Implementar a estrutura base do layout adaptável.	<b>8</b>	<b>I2</b>
<b>RF06</b>	Gestão de Permissões	Assegurar a segurança e autenticação de curadores.	<b>5</b>	<b>I3</b>
<b>RF01</b>	Visualização 3D Básica	Integração do visualizador WebGL (funcionalidade core).	<b>1</b>	<b>I6</b>
<b>RF02</b>	Pesquisa e Filtragem	Permitir ao público encontrar peças específicas.	<b>5</b>	<b>I3</b>
<b>RNF02</b>	Otimização (LOD)	Melhorar a performance de carregamento dos modelos.	<b>2</b>	<b>I4</b>
<b>RF07</b>	Georreferenciação	Associar peças ao	<b>1</b>	<b>I5</b>

---

<b>ID</b>	<b>Requisito Funcionalidade</b> /	<b>Objetivo</b>	<b>Prioridade (Fibonacci)</b>	<b>Iteração Prevista</b>
		mapa/planta do museu.		
<b>RF08</b>	Narrativas Exposições /	Criar agrupamentos lógicos de peças para storytelling.	<b>3</b>	<b>I4</b>
<b>RF09</b>	Feedback do Visitante	Implementar sistema de comentários e moderação.	<b>3</b>	<b>I4</b>



## 6. Modelação da plataforma proposta

Na fase será definindo a arquitetura lógica e estrutural do novo Museu Virtual com foco na modularidade e escalabilidade, superando assim as limitações do sistema legado, este capítulo detalha a arquitetura tecnológica, as interações funcionais e o modelo de dados normalizado, essenciais para suportar a migração eficiente do acervo histórico.

### 6.1. Arquitetura do sistema

A arquitetura proposta para o Museu Virtual adota o padrão Cliente-Servidor, organizado numa Arquitetura em Três Camadas (3-Tier *Architecture*) [40]. Esta abordagem assegura a separação entre integrantes e facilita a manutenibilidade evolutiva do sistema.

Na Figura 11 podemos ver o diagrama de componentes.

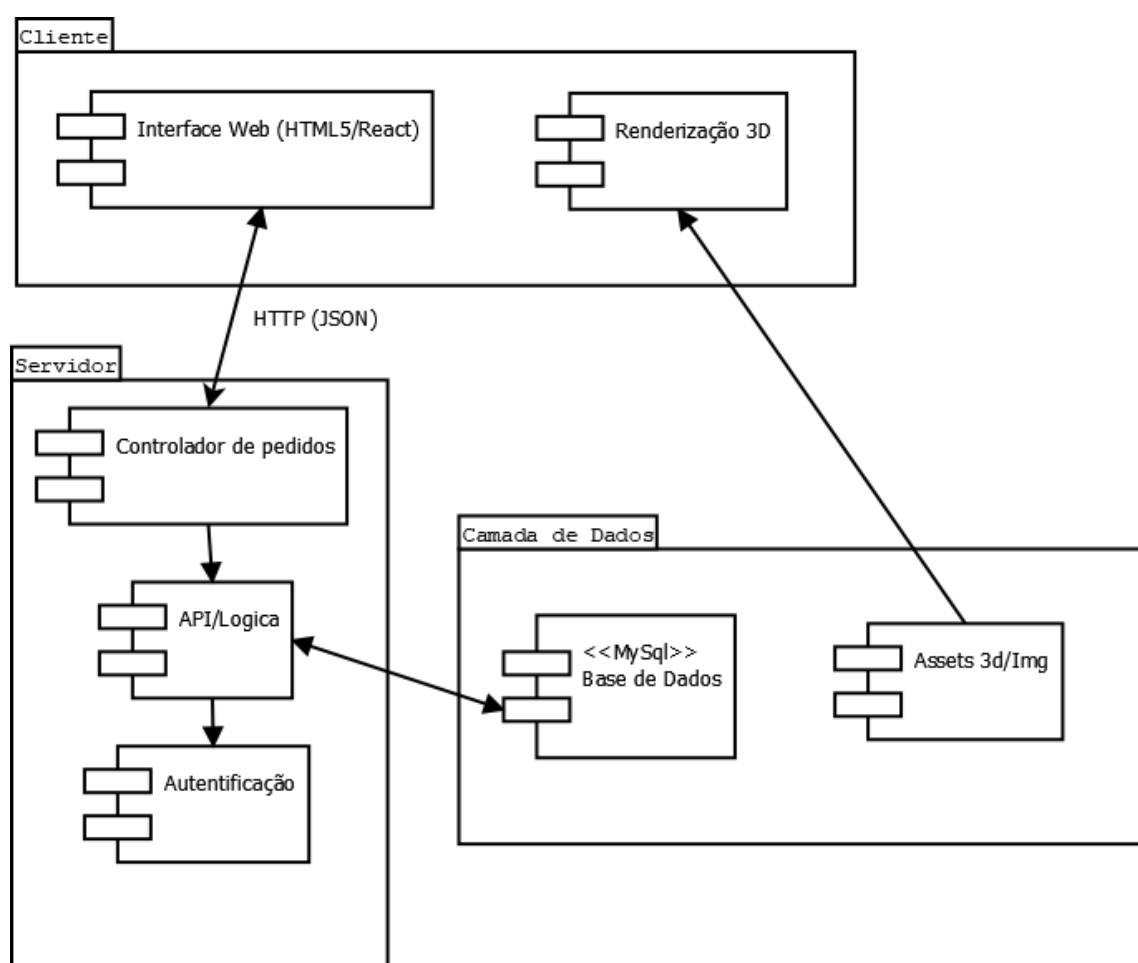


Figura 11 - Diagrama de Componentes da nova plataforma

A estrutura divide-se nos seguintes componentes fundamentais:

- **Camada de Apresentação (Cliente / Front-end):** Executada no *browser* do utilizador. É responsável pela renderização da interface e, crucialmente, pelo motor de visualização 3D (WebGL). Ao contrário de sistemas antigos onde o servidor processava as imagens, aqui o processamento gráfico é delegado à GPU do dispositivo do cliente, garantindo interatividade fluida.
- **Camada de Lógica de Negócio (Servidor / Back-end):** Atua como intermediário. Recebe os pedidos HTTP, valida as permissões do utilizador (autenticação) e processa a lógica de aplicação.
- **Camada de Dados (Persistência):** Subdividida em dois repositórios:
  - **Base de Dados Relacional:** Armazena os metadados textuais (títulos, descrições, classificações taxonómicas).
  - **Armazenamento de Ficheiros (File System):** Armazena os ativos digitais pesados, nomeadamente os modelos 3D e as texturas de alta resolução, que são referenciados pela base de dados mas servidos como ficheiros estáticos para otimização de *cache*.

Assim a comunicação entre o Cliente e o Servidor é efetuada através do protocolo HTTP/HTTPS. Quando um visitante solicita a visualização de uma peça:

- A Interface pede os detalhes técnicos à API do servidor.
- O servidor consulta a Base de Dados e devolve os metadados.
- Simultaneamente, o Motor 3D solicita o ficheiro do modelo tridimensional diretamente ao File Storage.
- Esta separação permite que o texto carregue instantaneamente enquanto o modelo 3D é transferido e montado progressivamente.

## 6.2. Modelação de casos de uso

O Diagrama de Casos de Uso do novo Museu Virtual reflete a expansão funcional definida nos requisitos do projeto. Ao contrário do sistema anterior, que se limitava à consulta passiva de dados textuais, a nova arquitetura introduz atores dinâmicos e casos de uso focados na experiência imersiva e na curadoria digital.

### 6.2.1. Atores do sistema

Identificam-se dois atores principais que interagem com a plataforma:

- Visitante (Público): Ator não autenticado. Tem acesso apenas à interface de consulta, visualização 3D e submissão de feedback.

- Curador: Ator autenticado com responsabilidade sobre o conteúdo museológico. Pode gerir o inventário, criar exposições e moderar comentários, mas não tem acesso às configurações do sistema ou gestão de contas.
- Administrador: Ator com o nível de privilégio mais elevado. Herda todas as funcionalidades do Curador, acumulando a responsabilidade exclusiva de gerir os utilizadores do sistema (criar contas para novos curadores, redefinir acessos).

## 6.2.2. Diagrama de casos de uso

A figura 12 ilustra as funcionalidades do novo sistema.

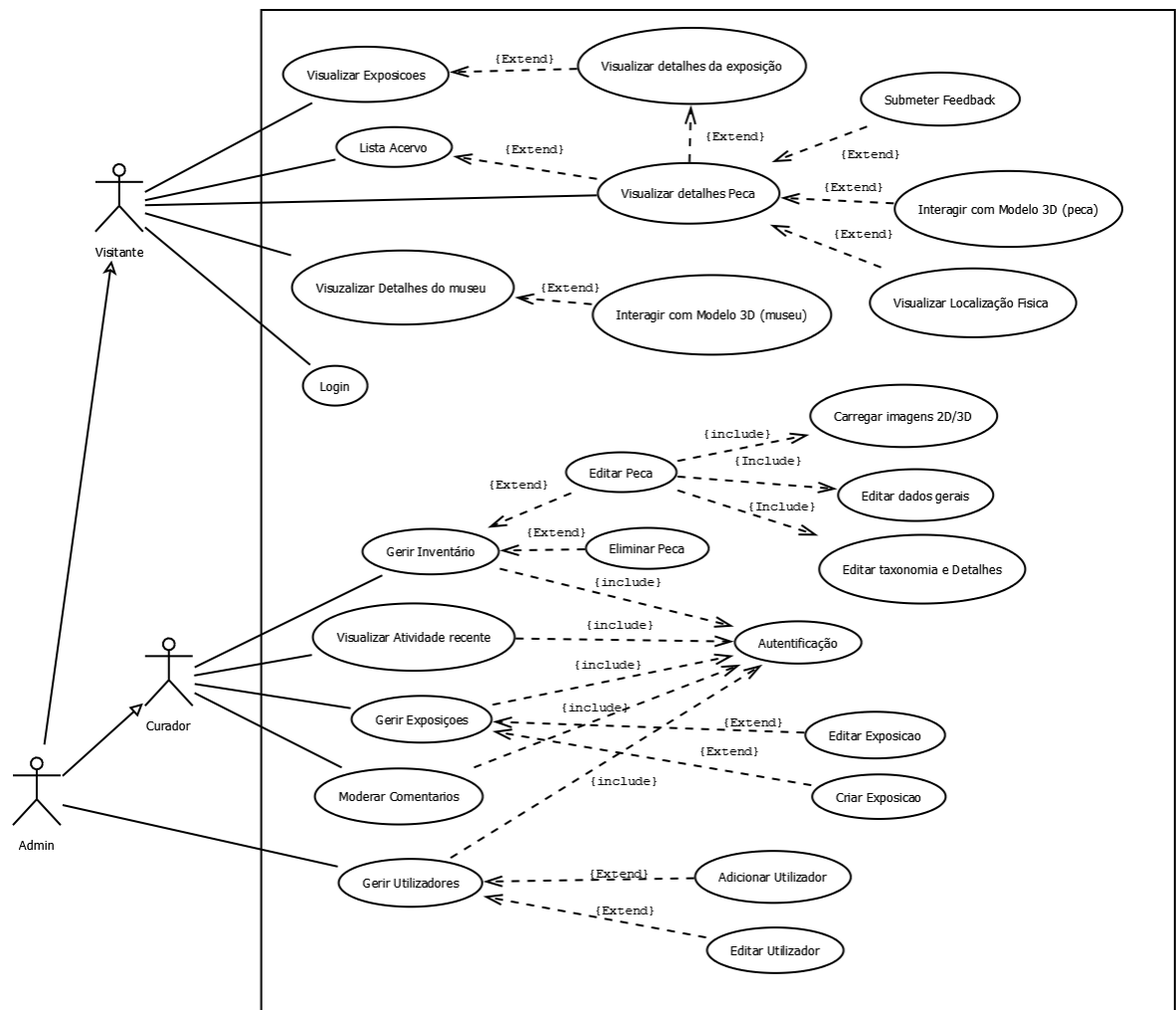


Figura 12- Diagrama de Casos de Uso

De seguida, descrevem-se textualmente os casos de uso:

**Nome do caso de uso:** Visualizar Exposições

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Ter acesso à página web do museu.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador “carrega” em Exposições na barra de navegação.
2. É apresentado ao utilizador uma lista com as várias exposições que estão a decorrer, estas identificadas como permanente ou temporária. Cada exposição esta identificada por uma imagem representativa, um título e uma pequena descrição.

**Nome do caso de uso:** Visualizar detalhes de exposição

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Ter clicado no nome da exposição

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador “carrega” no nome da exposição.
2. É apresentado ao utilizador uma página com as várias informações da exposição selecionada (Título, descrição, pecas em exposição).
3. Caso pretenda consultar uma peca especifica da exposição, deverá carregar sobre ela.

**Nome do caso de uso:** Lista Acervo

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Ter acesso à página web do museu.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador “carrega” em Lista Acervo na barra de navegação.
2. É apresentado ao utilizador uma lista com todos os itens de acervo que o museu possui estes identificados por uma imagem representativa, um título e uma pequena descrição, alem de estar associado a cada categoria.
3. Caso pretenda consultar uma peca especifica do acervo, deverá carregar sobre ela.
4. Caso pretenda pesquisar uma peca especifica do acervo, deverá usar a barra de pesquisa.
5. Caso pretenda pesquisar uma ou mais categorias especificadas do acervo, deverá usar a lista de filtros “Categorias”.

**Nome do caso de uso:** Visualizar detalhes peca

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Ter clicado no nome da peça

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador "carrega" no nome da peça.
2. É apresentado ao utilizador uma página com as várias informações da peça selecionada (Título, categoria, Id, descrição técnica, dados do inventario. Imagem 2D, modelo 3D, localização física, comentários e notas).
3. Caso pretenda consultar a localização específica da peça, deverá carregar sobre o mesmo.
4. Caso pretenda consultar a visualizar o modelo 3D da peça, deverá carregar sobre o mesmo.
5. Caso pretenda inserir um comentário, deverá carregar sobre o mesmo.

**Nome do caso de uso:** Submeter feedback

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Estar na página de detalhes de uma peça.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador navega até ao final da página da peça, na secção "Comentários".
2. O utilizador preenche o campo de texto com a sua opinião ou observação.
3. O utilizador "carrega" no botão "Enviar".
4. O sistema valida o texto (filtro básico de profanidade) e exhibe uma mensagem de sucesso, informando que o comentário aguarda aprovação.

**Nome do caso de uso:** Interagir com modelo 3D (peça)

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Estar na página de detalhes de uma peça que possua modelo 3D.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador interage com a janela de visualização da peça.
2. Caso o utilizador "clique e arraste" o cursor, o modelo 3D roda em torno do seu eixo (rotação 360°).
3. Caso o utilizador utilize a roda do rato ou o gesto de pinça, o modelo aumenta ou diminui.

**Nome do caso de uso:** Visualizar Localização Física

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Estar na página de detalhes de uma peça.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador consulta a secção "Localização" na ficha da peça.
2. O sistema apresenta a informação textual da sala e armário onde a peça está guardada.
3. O sistema carrega um mapa interativo, colocando um marcador sobre a localização geográfica de origem ou sobre a planta do museu.

**Nome do caso de uso:** Visualizar Detalhes do Museu

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Ter acesso à página web do museu.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador "carrega" em "O Museu" na barra de navegação.
2. É apresentado ao utilizador uma página institucional com a história do Dr. Félix José da Silva, contactos e morada do Agrupamento.

**Nome do caso de uso:** Interagir com Modelo 3D (Museu)

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Estar na página "O Museu".

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador navega até à secção "Visita Virtual".
2. O sistema carrega o modelo 3D do edifício.
3. O utilizador interage com o modelo (rodar/zoom) para explorar o espaço físico do museu remotamente.

**Nome do caso de uso:** Autenticação

**Ator:** Visitante

**Pré-Condição:** Estar na página de Login.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador insere o seu "Username" e "Password".

2. O utilizador "carrega" no botão "Entrar".
3. O sistema valida as credenciais.
4. Se os dados estiverem corretos, o sistema redireciona o utilizador para o *Dashboard* (Painel de Controlo) correspondente ao seu perfil (Gestor ou Admin).

**Nome do caso de uso:** Visualizar Atividade Recente

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Ter efetuado login com sucesso.

**Descrição:**

1. O caso de uso é despoletado automaticamente ao entrar no *Dashboard*.
2. O sistema apresenta cartões com estatísticas.
3. O sistema lista as últimas ações realizadas na plataforma.

**Nome do caso de uso:** Gerir Inventário

**Ator:** Curador **Pré-Condição:** Estar autenticado no Backoffice.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador "carrega" em "Inventário" no menu lateral.
2. É apresentada uma tabela com todas as peças registadas.
3. O utilizador visualiza botões de ação para cada linha: "Editar" e "Eliminar".
4. O utilizador visualiza um botão de destaque "Adicionar Nova Peça".

**Nome do caso de uso:** Editar Peça

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar na lista de Inventário.

**Descrição:**

1. O caso de uso começa quando o utilizador "carrega" no botão "Editar" de uma peça específica.
2. O sistema abre o formulário de edição, organizado por abas (Geral, Taxonomia, Multimédia).

**Nome do caso de uso:** Carregar imagens 2D/3D

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar no formulário de edição/criação de peça (Aba Multimédia).

**Descrição:**

1. O utilizador seleciona a aba "Multimédia".
2. O utilizador arrasta ficheiros para a área de *upload* ou clica para selecionar do computador.
3. O sistema faz o envio dos ficheiros para o servidor) e associa-os à peça.
4. O sistema apresenta uma pré-visualização dos ficheiros carregados.

**Nome do caso de uso:** Editar dados gerais

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar no formulário de edição/criação de peça (Aba Geral).

**Descrição:**

1. O utilizador seleciona a aba "Dados Gerais".
2. O utilizador preenche ou altera os campos comuns a todas as peças (Título, Nº Inventário, Data de Aquisição, Categoria).
3. O sistema valida se o Nº de Inventário é único.

**Nome do caso de uso:** Editar taxonomia e Detalhes

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar no formulário de edição/criação de peça (Aba Taxonomia).

**Descrição:**

1. O utilizador seleciona a aba "Detalhes Específicos".
2. Consoante a categoria da peça, o sistema mostra campos diferentes.
3. O utilizador preenche os dados científicos específicos.

**Nome do caso de uso:** Eliminar Peça

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar na lista de Inventário.

**Descrição:**

1. O utilizador "carrega" no ícone de "Eliminar" de uma peça.

2. O sistema exibe uma janela de confirmação para evitar rasuras acidentais.
3. O utilizador confirma a ação.
4. O sistema remove o registo da listagem e da base de dados.

**Nome do caso de uso:** Gerir Exposições

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar autenticado no Backoffice.

**Descrição:**

1. O utilizador "carrega" em "Exposições" no menu lateral.
2. É apresentada uma lista das exposições criadas (Ativas e Inativas).
3. O utilizador pode optar por "Criar Nova", "Editar" ou "Remover".

**Nome do caso de uso:** Criar Exposição

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar na gestão de Exposições.

**Descrição:**

1. O utilizador "carrega" em "Nova Exposição".
2. O utilizador define o Título, Descrição e carrega uma imagem de capa.
3. O utilizador seleciona, a partir de uma lista, quais as peças do inventário que farão parte desta exposição.
4. O utilizador guarda a exposição.

**Nome do caso de uso:** Editar Exposição

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar na gestão de Exposições.

**Descrição:**

1. O utilizador "carrega" no botão de edição de uma exposição existente.
2. O utilizador pode remover peças da lista da exposição ou adicionar novas peças.
3. O utilizador atualiza os textos descritivos e guarda as alterações.

**Nome do caso de uso:** Moderar Comentários

**Ator:** Curador

**Pré-Condição:** Estar no Dashboard ou menu Moderação.

**Descrição:**

1. O utilizador acede à lista de "Comentários Pendentes".
2. O sistema apresenta o texto, autor e a peça associada.
3. O utilizador decide entre "Aprovar" ou "Rejeitar".

**Nome do caso de uso:** Gerir Utilizadores

**Ator:** Administrador

**Pré-Condição:** Estar autenticado como administrador.

**Descrição:**

1. O utilizador "carrega" em "Utilizadores" no menu lateral (opção invisível para curadores normais).
2. O sistema lista todos os utilizadores registados, mostrando o seu Nome, Email e Função.

**Nome do caso de uso:** Adicionar Utilizador

**Ator:** Administrador

**Pré-Condição:** Estar na gestão de Utilizadores.

**Descrição:**

1. O utilizador "carrega" em "Novo Utilizador".
2. O utilizador preenche o Nome, Email e define a Password inicial.
3. O utilizador seleciona o perfil de acesso: "Gestor" ou "Administrador".
4. O sistema cria a conta.

**Nome do caso de uso:** Editar Utilizador

**Ator:** Administrador

**Pré-Condição:** Estar na gestão de Utilizadores.

**Descrição:**

1. O utilizador seleciona um utilizador existente.
2. O utilizador pode alterar o perfil de permissões ou inativar a conta.
3. O utilizador guarda as alterações.

### 6.3. Modelação da base de dados

A análise da plataforma existente (Capítulo 4) revelou uma estrutura de dados fragmentada, caracterizada pela redundância de tabelas e pela ausência de normalização. Para suportar os requisitos do novo Museu Virtual, nomeadamente a flexibilidade de gestão e a integração de ativos 3D, foi desenhado um novo Modelo Entidade-Relacionamento (ER).

Para acomodar esta heterogeneidade sem perder dados na migração, e simultaneamente permitir as funcionalidades modernas, desenhou-se um modelo relacional baseado no padrão de Generalização.

#### 6.3.1. Modelo da base de dados

A Figura 13 apresenta o modelo de dados detalhado.

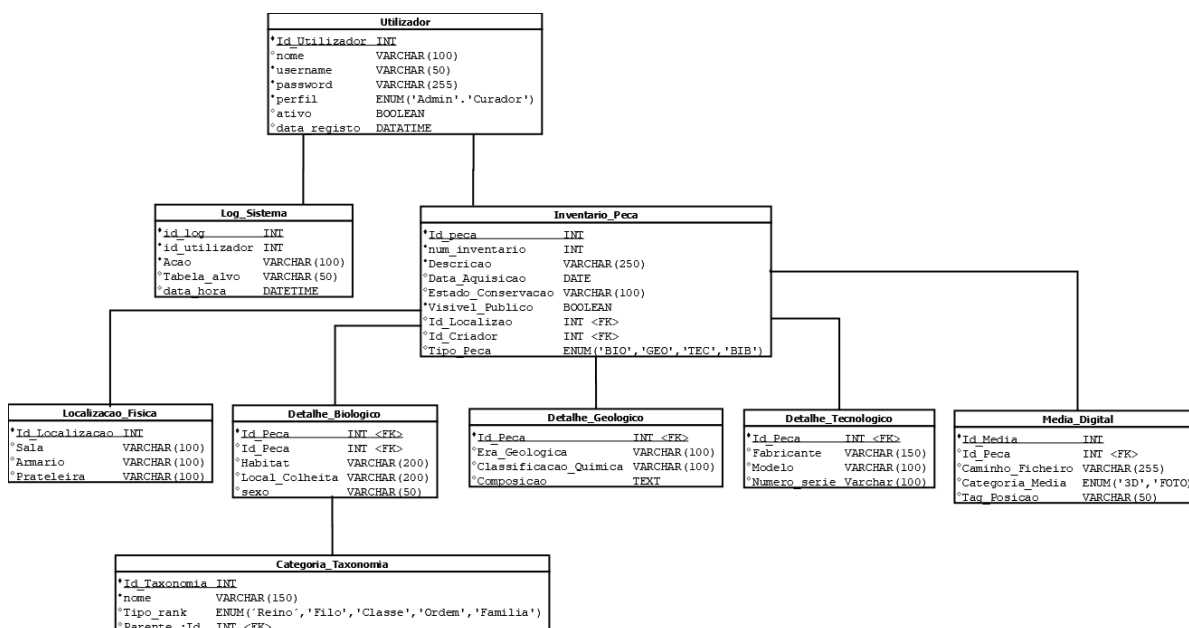


Figura 13 - Diagrama de Base de Dados

#### 6.3.2. Dicionário de dados e integridade

A estrutura proposta garante a integridade dos dados existentes da seguinte forma:

**Migração dos Ids:** O campo NIS (Número de Inventário Sequencial) existente em todas as tabelas antigas será preservado no campo num\_inventario da tabela Inventario\_Peca, garantindo a rastreabilidade física dos objetos.

**Mapeamento de Multimédia:** As colunas legadas como foto\_aparelhos ou foto\_direita serão convertidas em registros na tabela Media\_Digital. O nome da

coluna antiga será guardado no campo tag\_posicao, permitindo saber que aquela imagem corresponde à vista "direita" ou "frente" do objeto.

**Flexibilidade para "Aparelhos" e "Livros":** Ao criar as tabelas Detalhe\_Tecnologico e Detalhe\_Bibliografico, o sistema acomoda campos únicos como ISBN ou N\_Serie sem poluir a tabela principal com colunas que ficariam vazias (NULL) para as rochas ou animais, mantendo a base de dados normalizada e performante.

**Tabela Utilizador:** Responsável pela segurança da plataforma. O campo password indica que as senhas não são guardadas em texto limpo (como na tabela antiga credenciais), mas sim encriptadas, cumprindo as normas de segurança modernas. O campo perfil define se o utilizador tem acesso à gestão de contas (Admin) ou apenas ao inventário (Curador).

**Relação Utilizador -> Peca:** Estabelece a autoria dos registos. O campo id\_criador na tabela Inventario\_Peca funciona como chave estrangeira, permitindo saber qual o técnico responsável pela catalogação de cada item.

Este modelo representa uma evolução significativa face ao sistema anterior, passando de uma estrutura plana e repetitiva para uma arquitetura relacional robusta, preparada para a complexidade científica do Museu.

## 7. Prototipagem e design da interface

Após a definição da arquitetura do sistema e a modelação de dados, a fase de prototipagem visa materializar visualmente os requisitos levantados. Este capítulo apresenta o design da interface do utilizador e a experiência de utilização proposta para o Museu Virtual.

O desenvolvimento dos protótipos guiou-se por princípios de **Design Responsivo** e **Acessibilidade Web**, procurando resolver as lacunas de usabilidade identificadas na plataforma legada (Capítulo 4). A apresentação divide-se na definição da identidade visual (Guia de Estilos), na estrutura de navegação e, finalmente, nos *mockups* de alta fidelidade das interfaces pública e administrativa.

### 7.1. Guia de estilos

A definição da identidade visual da plataforma obedeceu a dois critérios fundamentais: a consistência institucional e a acessibilidade visual. O objetivo foi criar um ambiente gráfico que seja imediatamente reconhecível como parte do ecossistema do Agrupamento de Escolas Nuno Álvares, garantindo simultaneamente uma leitura confortável e inclusiva.

#### 7.1.1. Paleta de cores

A seleção cromática não foi arbitrária, mas sim derivada diretamente da imagem gráfica institucional já utilizada pelo Agrupamento de Escolas Nuno Álvares nos seus canais de comunicação oficiais, nomeadamente na sua página de Facebook [41].

Adicionalmente, as cores institucionais foram testadas quanto ao rácio de contraste (conforme as diretrizes WCAG 2.1 mencionadas no Capítulo 3), de forma a corrigir as falhas de acessibilidade detetadas na plataforma antiga.

- **Cor Primária (Institucional):** #044690 (O tom predominante, usado no cabeçalho e elementos de destaque).
- **Cor Secundária (Ação):** #d6b46c (Usada para botões e *links*, garantindo destaque sobre o fundo).
- **Cores Neutras:** Utilização de brancos e cinzentos suaves para os fundos, permitindo que as fotografias e modelos 3D das peças sejam o foco principal sem "ruído" visual.

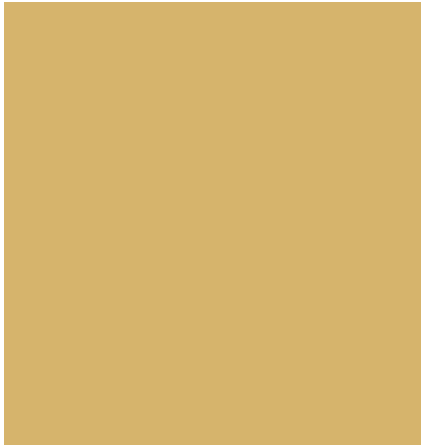


Figura 14 - Cor Secundaria



Figura 15 - Cor Primaria

### 7.1.2. Tipografia

Para a tipografia, optou-se pela utilização de famílias de fontes *sans-serif*, que oferecem melhor legibilidade em ecrãs digitais de diferentes resoluções.

- **Títulos:** Open Sans, aplicada com pesos *Bold* para criar uma hierarquia visual clara.
- **Corpo de Texto:** Open Sans, aplicada em tamanho base de 16px para garantir uma leitura fluida e acessível, evitando a fadiga visual durante a leitura das descrições científicas.

## Museu Virtual

Figura 16 - Tipo de Letra (Titulo)

Museu Virtual

Figura 17 - Tipo de Letra (Corpo)

### 7.2. Diagrama de navegabilidade

O diagrama de navegabilidade representa a arquitetura de informação do website, ilustrando a hierarquia das páginas e os caminhos que os utilizadores podem percorrer. A estrutura foi desenhada para minimizar o número de cliques necessários para alcançar o conteúdo principal, garantindo uma experiência de navegação intuitiva.

A arquitetura divide-se em dois ambientes distintos: o Portal Público, acessível a todos os visitantes, e a Área Reservada (*Backoffice*), exclusiva para a gestão do museu.

### 7.2.1. Estrutura do portal público

A navegação pública centra-se na descoberta do acervo. A "Página Inicial" funciona como o eixo central, encaminhando o utilizador para o resto da plataforma.

- Página Inicial (Home): Ponto de entrada com destaques e acesso rápido às secções principais.
- Explorar Acervo (Catálogo): Interface de pesquisa com filtro.
- Página de Detalhe da Peça: Ficha técnica completa com o Visualizador 3D, mapa de localização e secção de comentários.
- Exposições Virtuais: Listagem das coleções temáticas disponíveis.
- Visualização da Exposição: Interface narrativa que guia o utilizador por uma sequência de peças.
- O Museu: Página institucional com história, planta do edifício e contactos.
- Login: Acesso à área reservada (Backoffice).

### 7.2.2. Estrutura da área de administração (Backoffice)

A navegação administrativa é focada na eficiência operacional, utilizando um menu persistente para acesso rápido às ferramentas de gestão.

- Ecrã de Login: Autenticação de segurança.
- BackOffice: Visão geral com estatísticas .
- Gestão de Inventário: Tabela com a listagem de todas as peças.
- Adicionar/Editar Peça: Formulário complexo para inserção de dados e *upload* de modelos 3D.
- Gestão de Exposições: Ferramenta para criar e ordenar narrativas.
- Moderação: Lista de comentários pendentes de aprovação.
- Definições / Utilizadores: (Administrador) Gestão de contas e acessos.



Na Figura 19 encontra-se o *mockup* da Página Inicial, que representa o primeiro ponto de contacto do visitante com o museu digital. Em termos de estrutura, a página foi desenhada para captar a atenção imediata, utilizando a paleta de cores institucional do Agrupamento. Abaixo, são apresentadas as "Exposições em Destaque" e um acesso rápido às categorias principais do acervo, incentivando o visitante a iniciar a sua exploração.

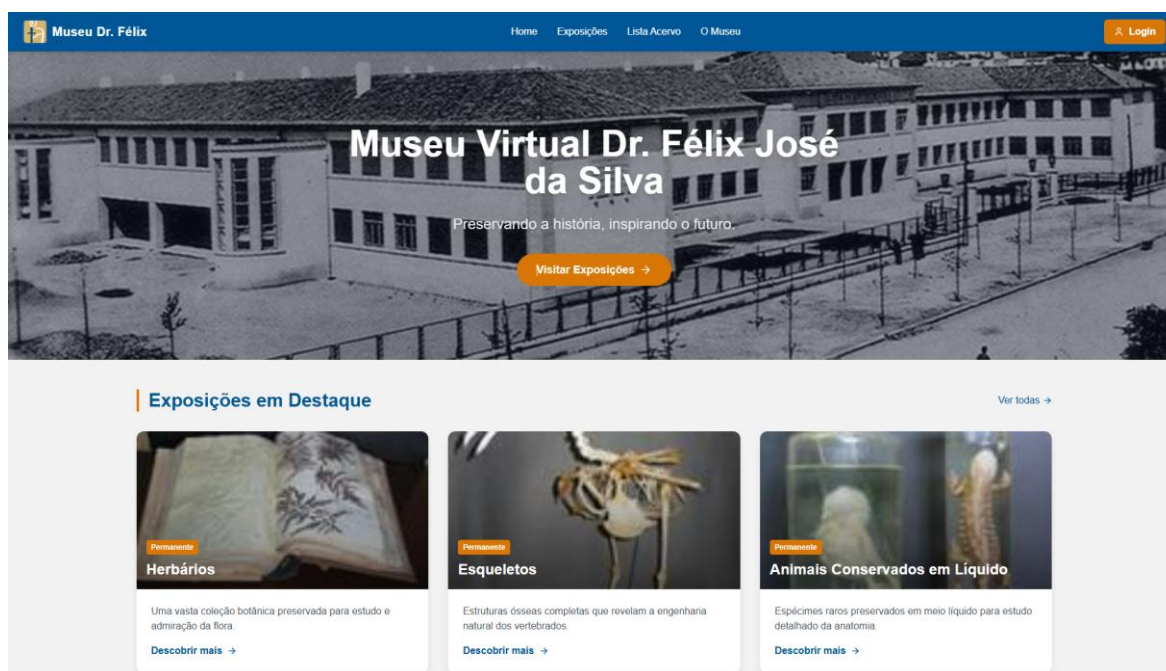


Figura 19 - Mockup da pagina inicial

Após selecionar a opção de explorar o acervo, o visitante é direcionado para a interface de listagem, representada na Figura 20.

Do lado esquerdo, foi implementada uma barra lateral de filtros, que permite ao utilizador refinar a pesquisa por categorias taxonómicas (Biologia, Geologia) ou tipologia. Ao centro, os resultados são apresentados numa grelha responsiva, desenhada em CSS, garantindo que os cartões das peças se adaptam automaticamente a diferentes tamanhos de ecrã (telemóvel ou computador). Cada cartão oferece uma pré-visualização rápida da peça, com imagem e título, servindo de porta de entrada para a página de detalhe.

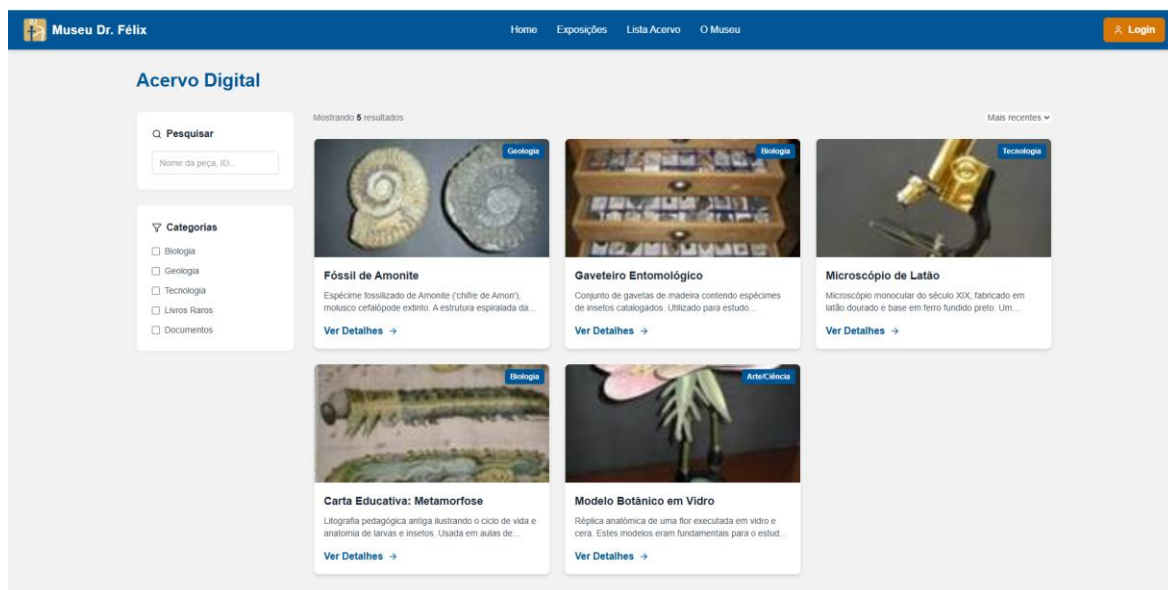


Figura 20- mockup da pagina Lista Acervo

A Figura 21 ilustra o *mockup* de "Exposições Virtuais". Esta interface permite organizar o acervo em narrativas temáticas.

Cada cartão de exposição inclui uma imagem de capa, o título e uma breve sinopse. Ao selecionar uma exposição, o utilizador é redirecionado para uma página dedicada onde são listadas exclusivamente as peças que integram essa coleção temática, acompanhadas por textos curatoriais explicativos.



Figura 21- mockup da pagina Exposicoes

Na Página de Detalhe da Peça (Figura 22), a interface foi desenhada para valorizar a componente multimédia. O *layout* apresenta duas áreas visuais distintas na coluna esquerda: o espaço superior dedicado à Fotografia de Alta

Resolução (registo 2D tradicional) e um novo espaço inferior reservado exclusivamente para o Visualizador 3D Interativo. Esta separação permite ao visitante comparar a imagem real com o modelo digital manipulável. Na coluna direita, encontram-se os dados técnicos e a classificação taxonómica.

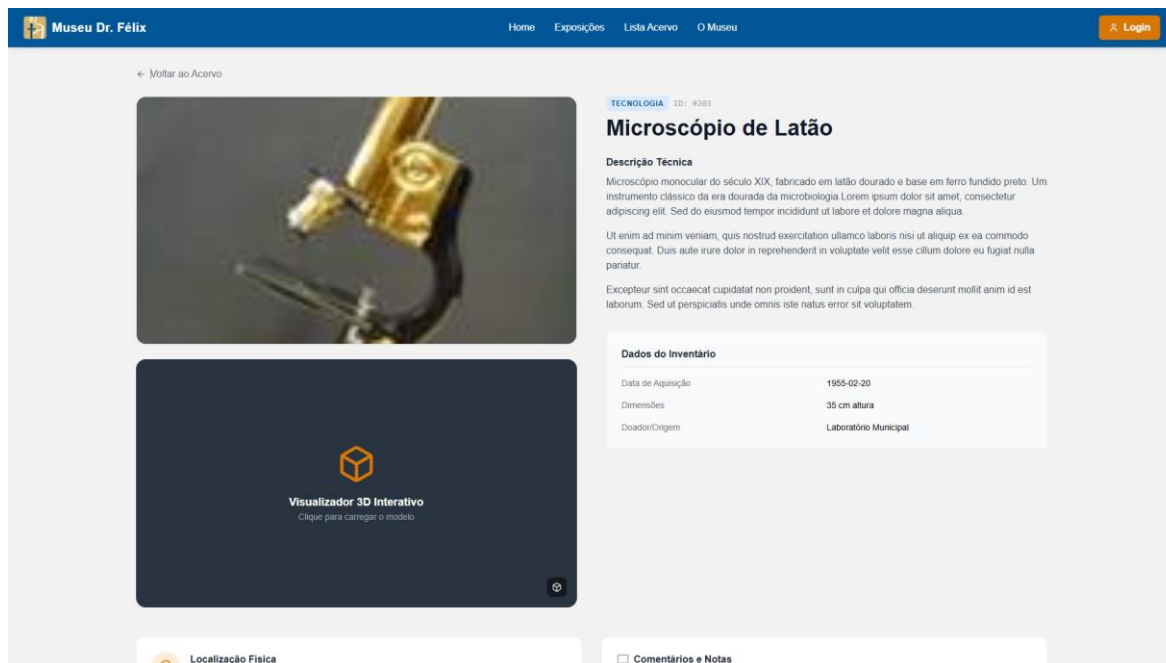


Figura 22- Mockup da pagina detalhe da peça

A página "O Museu" (Figura 23) vai além do texto descritivo. No final da apresentação histórica e das fotografias do espaço físico, foi integrada uma secção de Visita Virtual, onde um contentor dedicado permite carregar o modelo 3D do edifício ou da sala principal, permitindo uma exploração espacial remota das instalações.

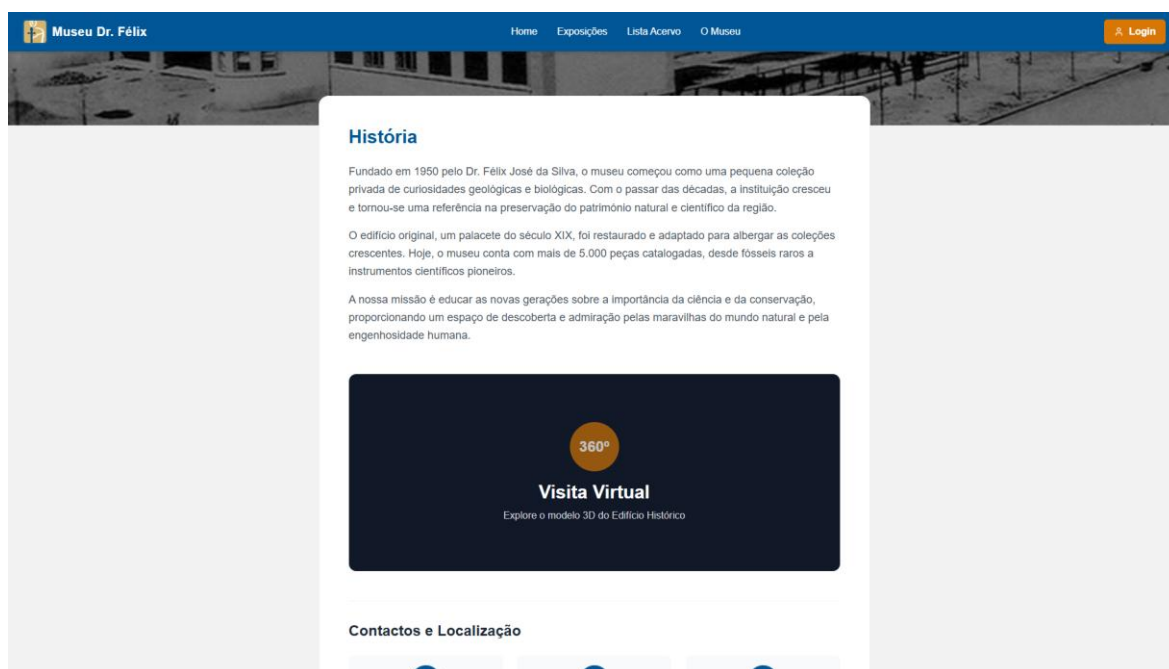


Figura 23- Mockup da pagina "O Museu"

O acesso à área de gestão e administração é controlado através de uma Página de Login (Figura 24) que implementa lógica condicional de permissões: dependendo do perfil do utilizador (Gestor ou Administrador), o sistema adapta a interface.

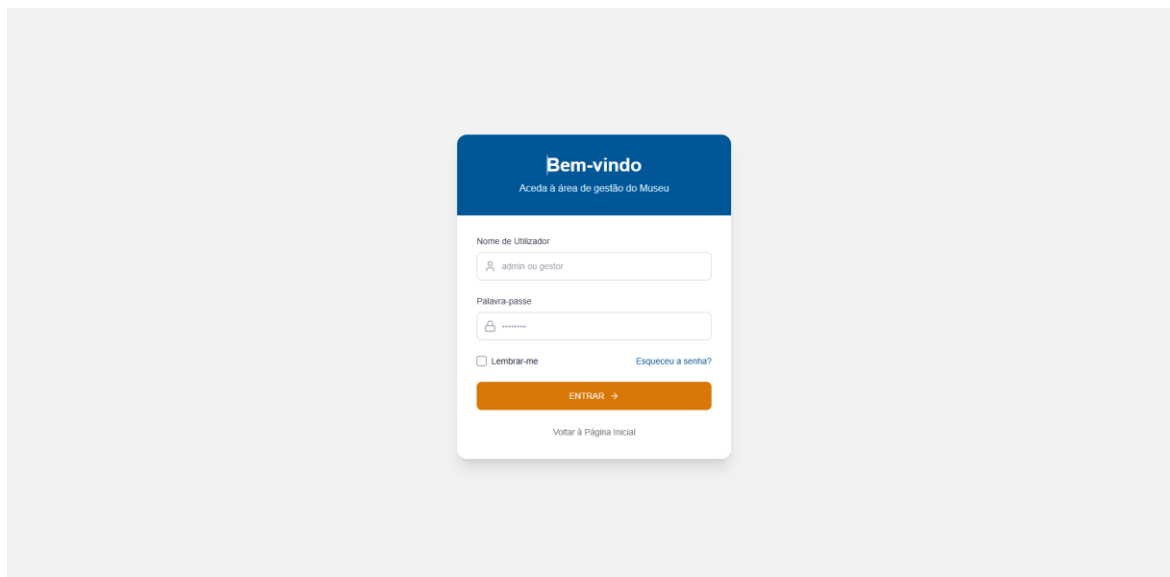


Figura 24- Mockup da página login

O Painel de Controlo (Dashboard) e os menus de gestão (Figura 25) refletem esta hierarquia. Enquanto o Administrador tem acesso total, incluindo a gestão de utilizadores e definições de sistema, a interface do Gestor/Curador omite estas opções sensíveis, focando-se exclusivamente no inventário e nas exposições. O design utiliza uma barra lateral fixa para facilitar a alternância rápida entre módulos de gestão.

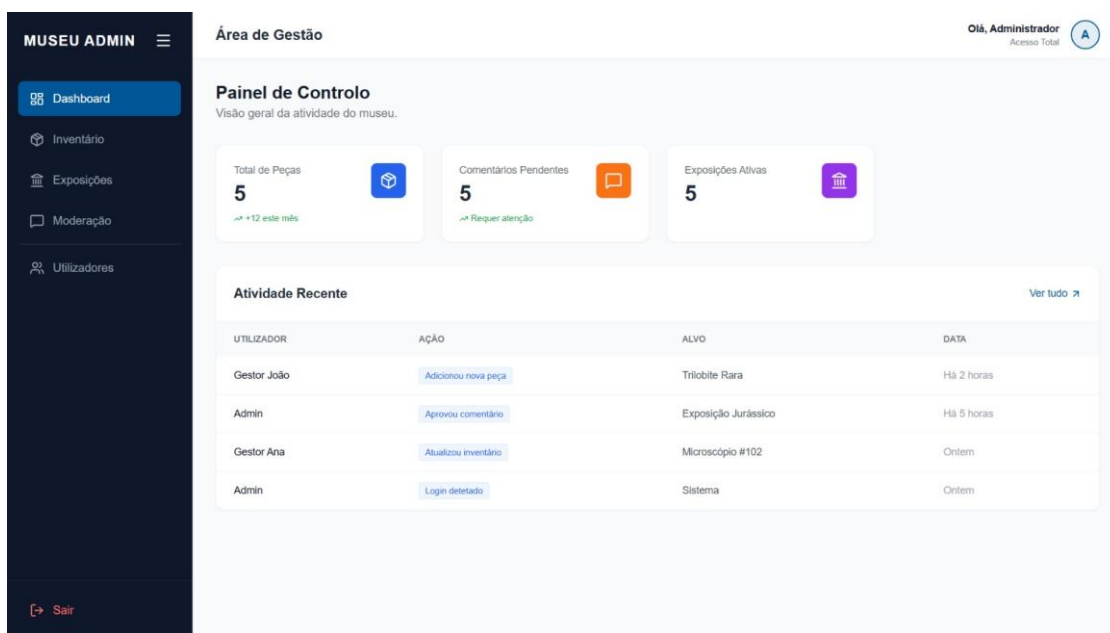


Figura 25- Mockup Interface de Gestão (Admin)

A Figura 26 representa a listagem principal do inventário. Ao contrário da plataforma antiga, esta interface apresenta os dados em formato de tabela dinâmica, permitindo ordenar as peças por ID, Título ou Data. Cada linha possui botões de ação rápida ("Editar" e "Eliminar"), e a barra de topo inclui filtros avançados que facilitam a localização de itens específicos para edição, agilizando o trabalho de manutenção do acervo.

PEÇA	CATEGORIA	LOCALIZAÇÃO	ID	AÇÕES
Fóssil de Amonite	Geologia	Sala de Geologia, Vitrine 3	#201	
Gaveteiro Entomológico	Biologia	Arquivo de Reservas, Piso -1	#202	
Microscópio de Latão	Tecnologia	Sala de Instrumentos, Mesa Central	#203	
Carta Educativa: Metamorfose	Biologia	Corredor Norte, Parede 2	#204	
Modelo Botânico em Vidro	Arte/Ciência	Sala Botânica, Vitrine B	#205	

Figura 26 - Mockup pagina gerir inventario

Figura 27- Mockup Gestao de Exposicoes

A Figura 27 ilustra o *mockup* de criação e edição de exposições, uma ferramenta essencial para a dinamização do museu. Nesta interface, o curador pode consultar a lista de exposições ativas ou criar novas narrativas temáticas.



Figura 28 - Mockup área de moderação de comentários

Para garantir a integridade e a qualidade do conteúdo partilhado na plataforma, foi desenvolvida a interface de moderação apresentada na Figura 28. Este painel centraliza todos os comentários submetidos pelos visitantes nas páginas das peças. O sistema exhibe o texto do comentário, o nome do autor e a data de submissão, oferecendo ao curador duas ações claras: "Aprovar", que torna o comentário visível publicamente no site, ou "Rejeitar/Eliminar", removendo-o do sistema. Este fluxo de aprovação prévia impede a publicação de linguagem ofensiva ou *spam*, assegurando um ambiente digital seguro para a comunidade escolar.

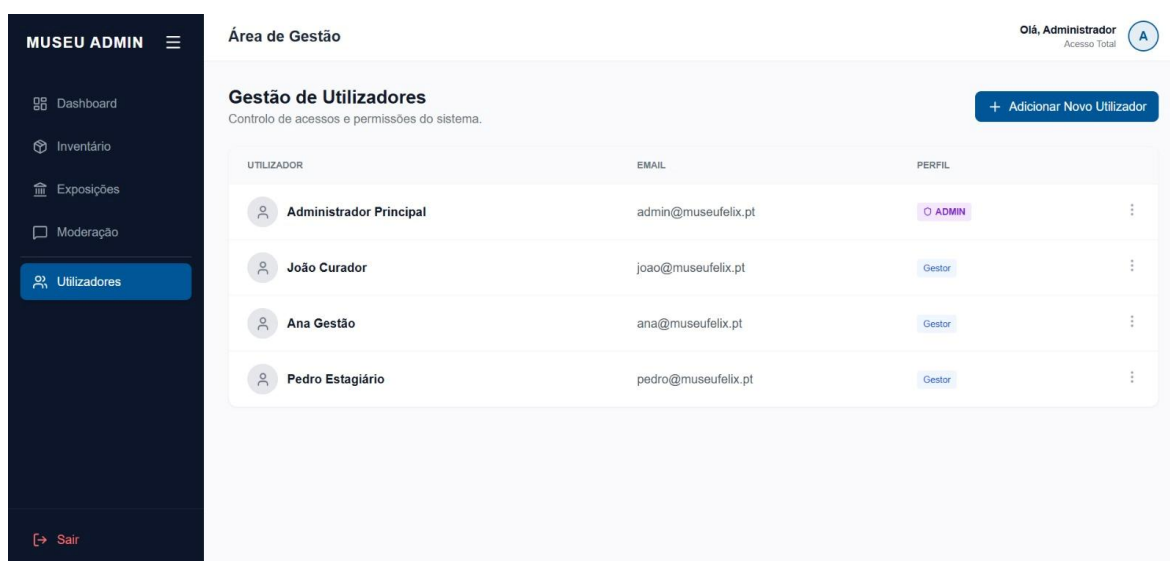


Figura 29 - Mockup área gestão de utilizadores

Exclusiva para o perfil de Administrador, a interface apresentada na Figura 29 permite a gestão da equipa do museu. O administrador pode visualizar a lista de colaboradores, criar contas, atribuir funções de "Gestor" ou "Administrador" e inativar acessos, garantindo o controlo total sobre quem pode alterar os dados da plataforma.



## 8. Conclusões e trabalho futuro

O presente documento descreve a fase de investigação, análise e conceção do novo Museu Virtual Dr. Félix José da Silva. O trabalho desenvolvido ao longo desta etapa (Projeto I) permitiu transformar uma necessidade abstrata numa especificação técnica robusta e validada, pronta para a fase de implementação.

### 8.1. Síntese do trabalho Desenvolvido

O projeto iniciou-se com a identificação de um problema claro: a obsolescência da plataforma de catalogação existente, que se apresentava tecnicamente rápida, mas funcionalmente pobre e com lacunas graves de acessibilidade e usabilidade.

A abordagem metodológica adotada permitiu atingir os objetivos propostos através das seguintes etapas fundamentais:

- **Fundamentação Científica:** Através de uma revisão sistemática da literatura (metodologia PRISMA), validou-se que os museus virtuais modernos dependem da convergência entre a fidelidade visual (3D) e a acessibilidade web, afastando-se do paradigma de "repositório de imagens estáticas".
- **Benchmarking:** A análise comparativa com referências como o Museu do Louvre e o Museu Calouste Gulbenkian estabeleceu o padrão de qualidade a atingir, demonstrando a importância de interfaces responsivas e inclusivas.
- **Engenharia de Requisitos:** A definição rigorosa de Requisitos Funcionais e Não-Funcionais, priorizada através da serie de Fibonacci, permitiu delinear um *roadmap* de desenvolvimento incremental, garantindo que as funcionalidades críticas sejam tratadas prioritariamente.
- **Modelação de Dados:** A análise profunda da base de dados legada foi crucial para desenhar um novo modelo Entidade-Relacionamento. A estratégia de especialização adotada permitirá preservar a riqueza taxonómica das coleções biológicas e geológicas, resolvendo simultaneamente a fragmentação e redundância do sistema antigo.
- **Prototipagem:** A criação de *mockups* de alta-fidelidade validou a Experiência do Utilizador. Confirmou-se a viabilidade visual de integrar visualizadores 3D interativos na mesma interface que apresenta fotografias e metadados, respeitando a identidade institucional do Agrupamento de Escolas Nuno Álvares.

Conclui-se, portanto, que a solução proposta não é apenas uma atualização tecnológica, mas uma reestruturação completa que prepara o Museu para os desafios da preservação digital e da educação no século XXI.

## 8.2. Limitações

Apesar do planeamento exaustivo, a fase atual limitou-se à conceção teórica e visual. A complexidade real da migração de dados, só será totalmente aferida durante a execução dos *scripts* de ETL (Extract, Transform, Load).

## 8.3. Trabalho futuro

A próxima fase do projeto focará a implementação técnica da arquitetura desenhada. As atividades previstas seguem a ordem de prioridade definida no planeamento:

Implementação da Infraestrutura: Configuração do ambiente de desenvolvimento *Full-stack*, garantindo a responsividade e a performance da aplicação.

Migração de Dados: Desenvolvimento e execução dos algoritmos de importação para transferir o acervo da base de dados SQL legada para a nova estrutura normalizada, garantindo a integridade de todos os registos históricos.

Integração do Motor 3D: Implementação do componente WebGL para permitir a manipulação fluida dos modelos na página de detalhe da peça.

Desenvolvimento do Backoffice: Codificação da área de administração com distinção de perfis implementando as funcionalidades de *upload* de ativos e criação de exposições virtuais.

Testes e Validação: Realização de testes de acessibilidade para garantir a conformidade nível AA, e testes de usabilidade com alunos e professores do Agrupamento para refinar a experiência de navegação.

## 9. Referencias

- [1] R. Henriques, “Os museus virtuais: conceito e configurações.” [Online]. Available: <http://www.archimuse.com/mw2004/papers/giaccardi/giaccardi.html>
- [2] A. L. Vieira and C. L. Souza Da Silva, “Do Patrimonium ao Patrimônio Digital 3.0 Del Patrimonium al Patrimonio Digital 3.0”, doi: 10.26512/museologia.v10iEspecial.37686.
- [3] M. de F. Nunes, A. C. P. da Silva, and L. F. da Costa, “10. Memória e curadoria digital de museu e patrimônio: avaliação 360,” *Prisma.com*, no. 41, pp. 191–215, 2020, doi: 10.21747/16463153/41a10.
- [4] “Museus, experiência e mediação interativa na Era Digital.”
- [5] M. P. de Oliveira and L. R. G. Alves, “Digital museums and science teaching: a literature review,” Aug. 01, 2022, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Fisica*. doi: 10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p197.
- [6] J. H. Lee, C. W. Park, and H. K. Kim, “Digital Transformation of Cultural Heritage for Various Museum Applications,” in *2024 International Conference on Electronics, Information, and Communication, ICEIC 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024. doi: 10.1109/ICEIC61013.2024.10457249.
- [7] E. Solcan, R. Nobrega, and N. Correia, “Digital Heritage Collections and Museums: 3D Interaction and Visualization Techniques,” in *ICGI 2023 - 5th International Conference on Graphics and Interaction, Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. doi: 10.1109/ICGI60907.2023.10452718.
- [8] Z. Zhou, H. Y. Kwan, Y. Xing, G. Feng, T. Xie, and S. Zhang, “Virtual Reality for Historical Education: Designing an Immersive and Interactive Platform for 3D Digital Heritage and Dynamic Storytelling,” in *2023 8th International Conference on Image, Vision and Computing, ICIVC 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 645–649. doi: 10.1109/ICIVC58118.2023.10269959.
- [9] A. Massari and S. Peroni, “HERITRACE: A User-Friendly Semantic Data Editor with Change Tracking and Provenance Management for Cultural Heritage Institutions.”
- [10] G. L. da Silva and N. J. Groetelaars, “Reconstrução digital do patrimônio arquitetônico para ambientes virtuais interativos 3D: estudo de métodos para modelagem geométrica de edificações existentes,” *Gestão & Tecnologia de Projetos*, vol. 16, no. 3, Aug. 2021, doi: 10.11606/gtp.v16i3.172369.

- [11] J. Li, X. Zheng, I. Watanabe, and Y. Ochiai, "A systematic review of digital transformation technologies in museum exhibition," *Comput Human Behav*, vol. 161, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.chb.2024.108407.
- [12] H. Guan, P. Chen, and C. L. Kwon, "Virtual Museums as Meaning-Modeling Systems in Digital Heritage," *Heritage*, vol. 8, no. 11, p. 484, Nov. 2025, doi: 10.3390/heritage8110484.
- [13] E. Lupo, G. Camosino, B. Gobbo, M. Motta, M. Mauri, and M. Parente, "Digital for Heritage and Museums: Design-Driven Changes and Challenges," *Design Research Society*, Oct. 2023. doi: 10.21606/iasdr.2023.397.
- [14] Kitchenham and Barbara A., "Procedures for Performing Systematic Reviews," 2004. Accessed: Nov. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.keele.ac.uk/media/keeleuniversity/kmi/whatwedo/sr/ProceduresForPerformingSystematicReviews.pdf>
- [15] M. J. Page *et al.*, "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews," *BMJ*, p. n71, Mar. 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.
- [16] H. Snyder, "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines," *J Bus Res*, vol. 104, pp. 333–339, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- [17] Y. Xiao and M. Watson, "Guidance on Conducting a Systematic Literature Review," *J Plan Educ Res*, vol. 39, no. 1, pp. 93–112, Mar. 2019, doi: 10.1177/0739456X17723971.
- [18] "ACM." Accessed: Nov. 25, 2025. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/>
- [19] M. Milosz, J. Kęsik, and J. Montusiewicz, "3D Scanning and Visualization of Large Monuments of Timurid Architecture in Central Asia - A Methodical Approach," *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 14, no. 1, Feb. 2021, doi: 10.1145/3425796.
- [20] P. Wang, "Design of xinjiang uygur sports virtual museum management system based on asp.net," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Sep. 2021, pp. 1739–1742. doi: 10.1145/3482632.3484029.
- [21] C. Neamu *et al.*, "Evaluating User Experience in the Context of Cultural Heritage Dissemination Using Extended Reality: A Case Study of the Dacian Bronze Matrix with Hollow Design," *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 17, no. 2, Feb. 2024, doi: 10.1145/3639933.
- [22] V. Cesário, D. Petrelli, and V. Nisi, "Teenage Visitor Experience: Classification of Behavioral Dynamics in Museums," in *Conference on*

- Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, Association for Computing Machinery, Apr. 2020. doi: 10.1145/3313831.3376334.
- [23] Y. Angsanant, R. Ullah, S. Noisri, S. Jearavongtakul, N. Passmore, and L. Wuttisittikulij, "Chulalongkorn Interactive Virtual Memorial Hall (Museum)," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Sep. 2022. doi: 10.1145/3564982.3564986.
- [24] M. Seifi, S. Schauer, and H. Fadzila Abd Rahman, "Experiencing the Architectural Evolution of a Heritage Museum in Extended Reality Application," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Sep. 2023. doi: 10.1145/3623462.3630630.
- [25] E. Stefanidi, N. Partarakis, X. Zabulis, I. Adami, S. Ntoa, and G. Papagiannakis, "Transferring Traditional Crafts from the Physical to the Virtual World: An Authoring and Visualization Method and Platform," *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 15, no. 2, Jun. 2022, doi: 10.1145/3484397.
- [26] S. Y. Jang and S. A. Kim, "Content Curation for Spatial Experience of Architectural Heritage," *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 15, no. 4, Mar. 2022, doi: 10.1145/3513136.
- [27] R. Lewis and M. Taylor-Poleskey, "Hidden Town in 3D: Teaching and Reinterpreting Slavery Virtually at a Living History Museum," *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 14, no. 2, Jun. 2021, doi: 10.1145/3431924.
- [28] B. A. Yilma and L. A. Leiva, "The Elements of Visual Art Recommendation: Learning Latent Semantic Representations of Paintings," in *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, Association for Computing Machinery, Apr. 2023. doi: 10.1145/3544548.3581477.
- [29] E. Daga *et al.*, "Integrating Citizen Experiences in Cultural Heritage Archives: Requirements, State of the Art, and Challenges," *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 15, no. 1, Feb. 2022, doi: 10.1145/3477599.
- [30] "Google." Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.google.com/>
- [31] "Gemini." Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://gemini.google.com/?hl=pt-PT>
- [32] "Museu Nacional dos coches ." Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monumentos/museu-nacional-dos-coches>

- [33] “Museu Belas-Artes.” Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/>
- [34] “Museu Calouste Gulbenkian.” Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://gulbenkian.pt/museu/>
- [35] “Museu do Louvre.” Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.louvre.fr/en>
- [36] “Museus e Monumentos de Portugal.” Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.museusemonumentos.pt/pt>
- [37] “Museu Dr. Felix José da Silva.” Accessed: Jan. 07, 2026. [Online]. Available: <https://mhn.aenacb.pt/index.html>
- [38] J. Ferreira, M. Miranda, A. Abelha, and J. Machado, “O Processo ETL em Sistemas Data Warehouse.” [Online]. Available: <http://www.di.uminho.pt>
- [39] S. Porru, A. Murgia, S. Demeyer, M. Marchesi, and R. Tonelli, “Estimating story points from issue reports,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Sep. 2016. doi: 10.1145/2972958.2972959.
- [40] W. W. Eckerson, “Three-tier client server architecture: achieving scalability, performance, and efficiency in client server applications,” From General OneFile, 1995. [Online]. Available: <http://go.galegroup.com.ezproxy.sfpl.org/ps/retrieve.do?tabID=T004&res...>
- [41] “Agrupamento Escolas Nuno Alvares (Facebook).” Accessed: Jan. 14, 2026. [Online]. Available: [https://www.facebook.com/aenacb/?locale=pt\\_PT](https://www.facebook.com/aenacb/?locale=pt_PT)

## 9. Anexos

### Anexo 1- Avaliação AcessMonitor Museu Nacional dos Coches



[AccessMonitor](#)

<https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monumentos/museu-nacional-dos-coches>

## Relatório de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1 do W3C)



### Sumário






**URL**

<https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monumentos/museu-nacional-dos-coches>







**Título**











Museu Nacional dos Coches







34 práticas encontradas












<b>321</b> Elementos (x)HTML	Tipo de prática	<b>Total</b>	<b>A</b>	<b>AA</b>	<b>AAA</b>
<b>41</b> <b>KB</b> Tamanho da página	 Aceitáveis	19	9	10	0
	 Para ver manualmente	5	2	0	3
	 Não aceitáveis	10	8	1	1
	<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>4</b>









## Avaliação













Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Encontrei <u>1</u> imagem na página que não tem o necessário equivalente alternativo em texto.	A	
 Encontrei <u>3</u> imagens na página com <u>alt=""</u> (alt vazio).	A	
 Encontrei <u>3</u> imagens na página com <u>alt</u> que não serve de equivalente alternativo.	A	









Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Encontrei <u>1</u> link cujo conteúdo está vazio. Ou melhor, é composto apenas por uma imagem e a imagem tem um equivalente textual alternativo vazio (i.e. <code>alt=""</code>).</p>	A	
 <p>Encontrei <u>1</u> grupo de links com o mesmo texto mas cujo destino é diferente.</p>	AAA	
 <p>Constatei que a primeira hiperligação da página <u>não permite saltar</u> diretamente para a área do conteúdo principal.</p>	A	
 <p>Encontrei <u>6</u> cabeçalhos na página.</p>	AAA	
 <p>Encontrei <u>2</u> casos em que se viola a sequência hierárquica dos níveis de cabeçalho.</p>	AAA	

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Localizei <b>24</b> combinações de cor cuja relação de contraste é inferior ao rácio mínimo de contraste permitido pelas WCAG, ou seja 3 para 1 para texto com letra grande e 4,5 para 1 para texto com letra normal.	AA	
 Perguntei ao validador de HTML do W3C e constatei que <u>não existem erros</u> de HTML.	A	
 Constatei que <u>não há</u> elementos obsoletos usados para controlo visual da apresentação.	A	
 Verifiquei que o idioma principal da página <u>está marcado</u> como " <u>pt</u> ".	A	

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Encontrei <u>um</u> <u>título</u> na página e ele parece-me correto.</p>	A	
 <p>Identifiquei <u>1</u> cabeçalho sem nome acessível.</p>	A	
 <p>Identifiquei <u>0</u> cabeçalhos de nível 1. Devia haver um.</p>	A	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os estados e todas as propriedades ARIA têm um tipo de valor válido.</p>	A	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os estados e todas as propriedades ARIA são permitidos.</p>	A	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os atributos aria-* estão de acordo com a especificação ARIA.</p>	A	

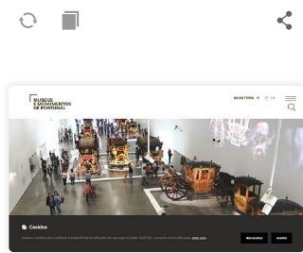
Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Não encontrei elementos marcados como decorativos que tenham sido expostos a Tecnologias de Apoio	A	
 Constatei que todos os elementos com um papel semântico que confere aos seus descendentes um papel decorativo, não têm descendentes focáveis	A	
 Constatei que <u>todos</u> os elementos com papel semântico explícito têm os necessários estados e propriedades.	A	
 Encontrei nesta página <u>1</u> atributo <u>id</u> repetido.	A	

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que não se usam estilos para impedir aumentar o espaçamento entre letras</p>	AA	 
 <p>Encontrei <b>1</b> ligação sem nome acessível.</p>	A	 
 <p>Verifiquei que <b>todos</b> os atributos <b>role</b> têm um valor válido</p>	AA	 
 <p>Localizei <b>30</b> combinações de cor cujas relações de contraste são inferiores ao rácio de contraste otimizado sugerido pelas WCAG, ou seja 4,5 para 1 para texto com letra grande e 7 para 1 para texto com letra normal.</p>	AAA	 

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Constatei que o elemento com a semântica de <u>banner</u> <u>não está</u> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica	AA	
 Constatei que o elemento com a semântica de <u>contentinfo</u> <u>não está</u> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica	AA	
 Constatei que o elemento com a semântica de <u>main</u> <u>não está</u> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica	AA	
 Encontrei <u>um</u> elemento com a semântica de <u>banner</u> .	AA	

# Anexo 2- Avaliação GTmetrix Museu Nacional dos Coches

12/12/25, 10:40 Latest Performance Report for: <https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monumentos/museu-nacional-dos-coches> | G...



## Latest Performance Report for: <https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monu...>

Report generated: Fri, Dec 5, 2025 8:47 PM -0800  
 Test Server Location: Seattle, WA, USA  
 Using: Chrome 142.0.0.0, Lighthouse 12.6.1

### GTmetrix Grade

Performance	Structure
<b>76%</b>	<b>84%</b>

### Web Vitals

LCP	TBT	CLS
<b>2.8s</b>	<b>67ms</b>	<b>0</b>

### Summary

#### Speed Visualization



#### Top Issues

These audits are identified as the top issues impacting **your performance**.

All FCP LCP TBT CLS

- High** **Reduce initial server response time** FCP LCP Root document took 786ms
- Med-High** **Properly size images** Potential savings of 3.41MB
- Med-High** **Avoid enormous network payloads** LCP Total size was 4.09MB
- Med-Low** **Use HTTP/2 for all resources** Potential savings of 4.1s
- Med-Low** **Use explicit width and height on image elements** CLS 8 images found

Improving these audits seen here can help as a starting point for overall performance gains. [See all Structure audits.](#)

#### Page Details

Pages with smaller total sizes and fewer requests tend to load faster.

<b>3.3s</b> Fully Loaded Time				
Total Page Size - 4.09MB				
IMG 3.81MB				
Total Page Requests - 69				
JS	IMG	Other	CSS	Font
34.8%	21.7%	18.8%	15.9%	7.2%

Look into reducing JavaScript, reducing web-fonts, and image optimization to ensure a lightweight and streamlined website.

#### More from GTmetrix

Additional tips and suggestions based on your page analysis.

<https://gtmetrix.com/reports/www.museusemonumentos.pt/b45QUy0C/>

12/12/25, 10:40 Latest Performance Report for: <https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monumentos/museu-nacional-dos-coches> | G...



**Consider monitoring this page**

Learn why performance monitoring is important. [Read the guide](#)



**Need help with optimization?**

Find a developer with our partner Fiverr to optimize your performance >



**Need optimization guides and advice?**

Check out the GTmetrix blog for tips and how-tos! [Read the guide](#)

**Discover more insights with GTmetrix PRO**

Analyze more pages, test on mobile devices, check performance in Additional Test Locations, monitor hourly and much more

[Get PRO insights now](#)

[Read our blog for more performance tips and advice.](#)

Performance	■
Structure	■
CrUX	■
Waterfall	■
Video	■
History	■
Alerts	■

Product

[Explore GTmetrix](#)

[What you get for FREE](#)

[Why Go GTmetrix PRO](#)

[Test Server Locations](#)

[GTmetrix REST API](#)

Resources

[View Resources](#)

[Metrics & Audits](#)

[FAQ](#)

[Using GTmetrix](#)

Pricing

[Plans](#)

[Custom Plan Creator](#)

Blog

[Changelog](#)

[Case Studies](#)

[How to Guides](#)

[Optimization Explained](#)

## GTmetrix

GTmetrix was created for website owners to easily test the performance of their webpages. [Learn more about us](#) or [check out Careers](#).

Got Questions? [Contact us](#).

## Anexo 3- Avaliação PingDom Museu Nacional dos Coches

12/12/25, 10:43

Website Speed Test | Pingdom Tools

FILE	SIZE
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	40.7 KB
https://www.museusemonumentos.pt/css/switzer.css	1.9 KB
https://fonts.googleapis.com/css2?family=Crimson+T...	1.9 KB
26 requests	
1/3	
Entries per page:	

### Nobody Likes a Slow Website

We built this Website Speed Test to help you analyze your website load speed.

The test is designed to help make your site faster by identifying what about a webpage is fast, slow, too big, and so on.

We have tried to make it useful both for experts and novices alike. In short, we wanted it to be an easy-to-use tool built to help webmasters and web developers everywhere optimize their website performance.

### About Pingdom

Pingdom offers cost-effective and reliable uptime and performance monitoring for your website.

We use more than 70 global polling locations to test and verify our customers' websites 24/7, all year long.

With Pingdom you can monitor your websites' uptime, performance, and interactions for a better end-user-experience.

Your customers will thank you.

State Colors

<https://tools.pingdom.com/#66c489cfd4c00000>

5/8

12/12/25, 10:43

Website Speed Test | Pingdom Tools

The following colors are used in the chart bars to indicate the different stages of a request.

<b>DNS</b>	Web browser is looking up DNS information
<b>SSL</b>	Web browser is performing an SSL handshake
<b>Connect</b>	Web browser is connecting to the server
<b>Send</b>	Web browser is sending data to the server
<b>Wait</b>	Web browser is waiting for data from the server
<b>Receive</b>	Web browser is receiving data from the server
<b>Blocked</b>	Web browser is not ready to send

### Content Types

The following icons are used to indicate different content types.

<b>HTML</b>	HTML Document
<b>JavaScript</b>	JavaScript file
<b>CSS</b>	CSS file
<b>Image</b>	Image file
<b>Text/Plain</b>	Plain text document
<b>Other</b>	Any other unknown content type
<b>Warning</b>	The request got a 4XX, 5XX response or couldn't be loaded
<b>Redirect</b>	The request got a 3XX response and was redirected

### Server Response Codes

To make it easy for you to differentiate between the HTTP response codes in the chart, we've added color-coded dots beside each URL.

<b>2xx</b>	The server responded with a successful code
<b>3xx</b>	The request was redirected to another target
<b>4xx</b>	A client error occurred, for example 404 page not found
<b>5xx</b>	A server error occurred, for example 500 internal server error

12/12/25, 10:43

Website Speed Test | Pingdom Tools

The screenshot shows the top section of a Pingdom Website Speed Test report. At the top, there is a browser header with the logo for 'MUSEUS E MONUMENTOS DE PORTUGAL' and a search bar. Below the header, the performance grade is displayed as 'C 80'. The page size is listed as '3.8 MB'. The load time is '928 ms'. The number of requests is '26'.

### Improve page performance

GRADE	SUGGESTION
F	Compress components with gzip
F	Add Expires headers
D	Make fewer HTTP requests
A	Avoid empty src or href
A	Put JavaScript at bottom
A	Reduce the number of DOM elements
A	Make favicon small and cacheable

### Response codes

RESPONSE CODE	RESPONSES
200 OK	26

12/12/25, 10:43

Website Speed Test | Pingdom Tools

## Content size by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
Image	94.67%	3.6 MB
Font	3.39%	130.3 KB
CSS	1.42%	54.7 KB
HTML	0.31%	12.0 KB
Error	0.20%	7.9 KB
Total	100.00%	3.8 MB

## Requests by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
CSS	38.46%	10
Image	26.92%	7
Font	19.23%	5
Error	11.54%	3
HTML	3.85%	1
Total	100.00%	26

## Content size by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
backend.kickvoidloop.pt	94.93%	3.6 MB
www.museusemonumentos.pt	2.85%	108.7 KB
fonts.gstatic.com	2.16%	82.6 KB
fonts.googleapis.com	0.06%	2.3 KB
Total	100.00%	3.8 MB

## Requests by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
www.museusemonumentos.pt	65.38%	17
fonts.gstatic.com	15.38%	4
backend.kickvoidloop.pt	11.54%	3
Total	100.00%	26

<https://tools.pingdom.com/#66c489cfd4c00000>

3/8

12/12/25, 10:43

Website Speed Test | Pingdom Tools

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
fonts.googleapis.com	7.69%	2
Total	100.00%	26

### File requests

Sort by

Load Order

Rising

Filter

Legend

DNS SSL Connect Send Wait Receive Blocked

FILE	SIZE	STATUS
https://www.museusemonumentos.pt/pt/museus-e-monum...	12.0 KB	
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	1.3 KB	
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	1.2 KB	
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	1.4 KB	
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	1.2 KB	
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	1.5 KB	
https://www.museusemonumentos.pt/_app/immutable/as...	1.7 KB	
26 requests		
1/3		
Entries per page: <input type="text" value="10"/>		

## Anexo 6- Avaliação AcessMonitor Museu Belas Artes

14/01/26, 14:33

AccessMonitor



Uma ferramenta do ecossistema do  
acessibilidade.gov.pt



Modo  
escuro



See in  
english



O validador de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1)

[AccessMonitor](#) <https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/>

### Relatório de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1 do W3C)

Avaliar  
nova  
página →

Re-  
avaliar  
a  
página ↻

Ver  
página ▾

Descarregar  
dados em  
CSV ↓

#### Sumário



URL

<https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/>




Título

Museu Virtual







15 práticas encontradas

14/01/26, 14:33

AccessMonitor

		Total	A	AA	AAA
<b>208</b>	Tipo de prática				
Elementos (x)HTML	 Aceitáveis	6	6	0	0
<b>481</b>	 Para ver manualmente	4	1	1	2
<b>KB</b>	 Não aceitáveis	5	4	1	0
Tamanho da página	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## Avaliação







Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Encontrei <b>6</b> imagens na página que não têm o necessário equivalente alternativo em texto.	A	
 Constatei que a primeira hiperligação da página <b>não permite saltar</b> diretamente para a área do conteúdo principal.	A	
 Encontrei <b>6</b> cabeçalhos na página.	AAA	

https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fmuseuvirtual.belasartes.ulisboa.pt%2F

2/6













14/01/26, 14:33

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Localizei <u>6</u> combinações de cor cuja relação de contraste é inferior ao rácio mínimo de contraste permitido pelas WCAG, ou seja 3 para 1 para texto com letra grande e 4,5 para 1 para texto com letra normal.</p>	AA	
 <p>Identifiquei <u>10</u> regras de CSS em que não se especifica a cor da letra ou a cor do fundo.</p>	AA	
 <p>Perguntei ao validador de HTML do W3C e constatei que <u>não existem erros</u> de HTML.</p>	A	
 <p>Constatei que <u>não há</u> elementos obsoletos usados para controlo visual da apresentação.</p>	A	

14/01/26, 14:33

AccessMonitor





Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Verifiquei que o idioma principal da página <u>está marcado</u> como "<u>pt</u>".</p>	A	
 <p>Encontrei <u>um título</u> na página e ele parece-me correto.</p>	A	
 <p>Constatee que todos os cabeçalhos desta página <u>têm</u> nome acessível</p>	A	
 <p>Identifiquei exatamente um cabeçalho de nível 1.</p>	A	
 <p>Constatee que todos os elementos com um papel semântico que confere aos seus descendentes um papel decorativo, não têm descendentes focáveis</p>	A	
 <p>Encontrei nesta página <u>2</u> atributos <u>ids</u> repetidos.</p>	A	

<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fmuseuvirtual.belasartes.ulisboa.pt%2F>

4/6

14/01/26, 14:33

AccessMonitor

	Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
	Encontrei <u>2</u> ligações sem nome acessível.	A	
	Localizei <u>10</u> combinações de cor cujas relações de contraste são inferiores ao rácio de contraste otimizado sugerido pelas WCAG, ou seja 4,5 para 1 para texto com letra grande e 7 para 1 para texto com letra normal.	AAA	

[Acessibilidade](#)  
[Termos e Condições](#)  
[Política de privacidade](#)  
[Github](#)  
[Glossário](#)  
[Opções de visualização](#)



<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fmuseuvirtual.belasartes.ulisboa.pt%2F>

5/6

# Anexo 7- Avaliação GTmetrix Museu Belas Artes

14/01/26, 14:35

Latest Performance Report for: <https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/> | GTmetrix



Get more Monitored Slots

Upgrade Plan



## Latest Performance Report for: <https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/>

Report generated: Wed, Jan 14, 2026 6:33 AM -0800  
 Test Server Location: Seattle, WA, USA  
 Using: Chrome 142.0.0.0, Lighthouse 12.6.1

### GTmetrix Grade

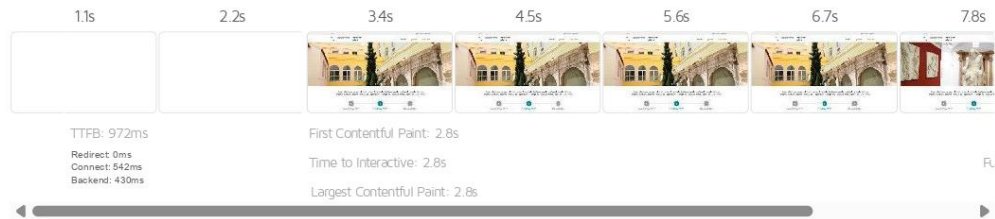
Performance	Structure
<b>44%</b>	<b>69%</b>

### Web Vitals

LCP	TBT	CLS
<b>2.8s</b>	<b>0ms</b>	<b>0.54</b>

### Summary

#### Speed Visualization



#### Top Issues

These audits are identified as the top issues impacting **your performance**.

All FCP LCP TBT CLS

Med-High	<b>Properly size images</b>	Potential savings of 1.89MB	▼
Med	<b>Enable text compression</b>	Potential savings of 283KB	▼
Med	<b>Avoid large layout shifts</b>	15 layout shifts found	▼
Med	<b>Avoid enomous network payloads</b>	Total size was 3.76MB	▼
Med	<b>Defer offscreen images</b>	Potential savings of 1.88MB	▼

Improving these audits seen here can help as a starting point for overall performance gains. [See all Structure audits.](#)

#### Page Details

Pages with smaller total sizes and fewer requests tend to load faster.

<b>8.9s</b>			
Fully Loaded Time			
Total Page Size - 3.76MB			
IMG	3.32MB	JS	342KB
Total Page Requests - 21			
IMG	57.1%	JS	14.3%
CSS	9.5%	Other	9.5%

Look into reducing JavaScript, reducing web-fonts, and image optimization to ensure a lightweight and streamlined website.

14/01/26, 14:35

Latest Performance Report for: <https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/> | GTmetrix

### More from GTmetrix

Additional tips and suggestions based on your page analysis.



#### Your page is visually unstable

Learn how layout shifts impact user experience. [Read the guide](#)



#### Need help with optimization?

Find a developer with our partner Fiverr to optimize your performance



#### Consider monitoring this page

Learn why performance monitoring is important. [Read the guide](#)



#### Need optimization guides and advice?

Check out the GTmetrix blog for tips and how-tos!  
[Read the guide](#)

#### Discover more insights with GTmetrix PRO

Analyze more pages, test on mobile devices, check performance in Additional Test Locations, monitor hourly and much more

[Get PRO insights now](#)

[Read our blog for more performance tips and advice.](#)

Performance	■
Structure	■
CrUX	■
Waterfall	■
Video	■
History	■
Alerts	■

#### Product

[Explore GTmetrix](#)

[What you get for FREE](#)

[Why Go GTmetrix PRO](#)

[Test Server Locations](#)

[GTmetrix REST API](#)

#### Resources

[View Resources](#)

[Metrics & Audits](#)

[FAQ](#)

[Using GTmetrix](#)

#### Pricing

[Plans](#)

[Custom Plan Creator](#)

#### Blog

[Changelog](#)

[Case Studies](#)

[How to Guides](#)

[Optimization Explained](#)

## GTmetrix

GTmetrix was created for website owners to easily test the performance of their webpages. [Learn more about us](#) or [check out Careers](#).

Got Questions? [Contact us](#).

## Anexo 8- Avaliação Pingdom Museu Belas Artes

14/01/26, 14:34

Website Speed Test | Pingdom Tools

solarwinds  
pingdom

### Pingdom Website Speed Test

Enter a URL to test the page load time, analyze it, and find bottlenecks.


URL

https://museuvirtual.belasartes.uisboa.pt/

Test from

Europe - United Kingdom - London

START TEST

The  Be the first to know when your site is in danger.

START YOUR FREE TRIAL

Your Results:

DOWNLOAD HAR

SHARE RESULT

<https://tools.pingdom.com/#66ef3b34d5c00000>

1/7

14/01/26, 14:34

Website Speed Test | Pingdom Tools

The screenshot displays the results of a website speed test. At the top, there is a small thumbnail of the website being tested. Below it, the performance grade is shown as 'C 80'. The page size is listed as '4.0 MB', the load time as '2.45 s', and the number of requests as '24'.

### Improve page performance

GRADE	SUGGESTION
F	Add Expires headers
F	Compress components with gzip
A	Avoid empty src or href
A	Put JavaScript at bottom
A	Reduce the number of DOM elements
A	Make favicon small and cacheable
A	Avoid HTTP 404 (Not Found) error

### Response codes

RESPONSE CODE	RESPONSES
200 OK	24

14/01/26, 14:34

Website Speed Test | Pingdom Tools

## Content size by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
Image	88.03%	3.5 MB
Script	8.88%	351.2 KB
Font	1.76%	69.5 KB
Error	0.60%	23.6 KB
HTML	0.54%	21.3 KB
CSS	0.21%	8.3 KB
Total	100.00%	4.0 MB

## Requests by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
Image	50.00%	12
Error	20.83%	5
Script	12.50%	3
CSS	8.33%	2
HTML	4.17%	1
Font	4.17%	1
Total	100.00%	24

## Content size by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt	100.00%	4.0 MB
Total	100.00%	4.0 MB

## Requests by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt	100.00%	24
Total	100.00%	24

## File requests

Sort by

Rising

<https://tools.pingdom.com/#66ef3b34d5c00000>

3/7

14/01/26, 14:34

Website Speed Test | Pingdom Tools

Load Order

Filter

Legend

DNS SSL Connect Send Wait Receive Blocked

FILE	SIZE
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/	21.3 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	4.8 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/index.c...	3.6 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	91.3 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	94.3 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	165.6 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	225.0 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	246.9 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	102.1 KB
https://museuvirtual.belasartes.ulisboa.pt/deliver...	165.2 KB
24 requests	

1/3

Entries per page:

# Anexo 9- Avaliação AcessMonitor Museu Calouste Gulbenkian

14/01/26, 14:52

AccessMonitor



Uma ferramenta do ecossistema do [accessibilidade.gov.pt](https://www.acessibilidade.gov.pt)



Modo escuro



See in english



accessMonitor

WCAG 2.1

O validador de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1)

[AccessMonitor](#) <https://gulbenkian.pt/museu/>

## Relatório de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1 do W3C)

Avaliar nova página -->

Re-avaliar a página ↻

Ver página ▾

Descarregar dados em CSV ↓

### Sumário



URL

<https://gulbenkian.pt/museu/>




Título

Museu Calouste Gulbenkian







35 práticas encontradas

14/01/26, 14:52

AccessMonitor












		Total	A	AA	AAA
<p><b>1174</b> Elementos (x)HTML</p> <p><b>303</b> <b>KB</b> Tamanho da página</p>	Tipo de prática				
	 Aceitáveis	24	17	7	0
	 Para ver manualmente	8	4	1	3
	 Não aceitáveis	3	1	2	0
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>3</b>

## Avaliação

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Constatei que <b>todas</b> as imagens da página têm o necessário equivalente alternativo em texto.	A	
 Encontrei <b>50</b> imagens na página com <b>alt=""</b> (alt vazio).	A	
 Encontrei <b>4</b> grupos de links com o mesmo texto mas cujo destino é diferente.	AAA	











14/01/26, 14:52

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que o primeiro link da página nos <u>permite saltar</u> para o conteúdo principal.</p>	A	
 <p>Encontrei <u>1</u> link para contornar blocos de conteúdo.</p>	A	
 <p>Encontrei <u>60</u> cabeçalhos na página.</p>	AAA	
 <p>Localizei <u>1</u> elemento <u>&lt;label&gt;</u> que não está visível ou está incorretamente posicionado.</p>	A	
 <p>Constatei que <u>todos</u> os controlos de formulário têm um nome acessível.</p>	A	
 <p>Constatei que <u>todos</u> os formulários têm um botão para submeter os dados ao servidor.</p>	A	

14/01/26, 14:52

AccessMonitor








	Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
	Identifiquei <b>8</b> regras de CSS em que não se especifica a cor da letra ou a cor do fundo.	AA	
	Perguntei ao validador de HTML do W3C e constatei que <b>não existem erros</b> de HTML.	A	
	Constatei que <b>não há</b> elementos obsoletos usados para controlo visual da apresentação.	A	
	Verifiquei que o idioma principal da página <b>está marcado</b> como " <b>pt-PT</b> ".	A	
	Encontrei <b>um título</b> na página e ele parece-me correto.	A	
	Constatei que todos os cabeçalhos desta página <b>têm</b> nome acessível	A	

<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fgulbenkian.pt%2Fmuseu%2F>

4/9











14/01/26, 14:52

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Identifiquei exatamente um cabeçalho de nível 1.	A	
 Verifiquei que <b>todos</b> os atributos aria* estão de acordo com a especificação ARIA.	A	
 Verifiquei que <b>todos</b> os elementos <code>&lt;button&gt;</code> têm nome acessível.	A	
 Não encontrei <b>nenhum elemento</b> marcado com aria-hidden que tenha conteúdo focável	A	
 Não encontrei elementos marcados como decorativos que tenham sido expostos a Tecnologias de Apoio	A	







14/01/26, 14:52

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que todos os elementos com um papel semântico que confere aos seus descendentes um papel decorativo, não têm descendentes focáveis</p>	A	
 <p>Constatei que <b>todos</b> os elementos com papel semântico explícito têm os necessários estados e propriedades.</p>	A	
 <p>Constatei que nesta página <b>não há atributos id repetidos.</b></p>	A	
 <p>Verifiquei que <b>todas</b> as ligações têm nome acessível.</p>	A	
 <p>Verifiquei que <b>todos</b> os atributos <b>role</b> têm um valor válido</p>	AA	













14/01/26, 14:52

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que <b>todos</b> os elementos com varrimento podem ser usados com o teclado</p>	A	
 <p>Verifiquei que <b>todas</b> as combinações de cor têm uma relação de contraste superior ao rácio de contraste otimizado sugerido pelas WCAG, ou seja 4,5 para 1 para texto com letra grande e 7 para 1 para texto com letra normal.</p>	AAA	
 <p>Constatei que o elemento com a semântica de <b>banner</b> <u>não está</u> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica</p>	AA	

14/01/26, 14:52

AccessMonitor



Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que os elementos com a semântica de <u>contentinfo</u> <u>estão</u> contidos dentro de elementos com outra semântica</p>	AA	
 <p>Constatei que o elemento com a semântica de <u>main</u> <u>não está</u> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica</p>	AA	
 <p>Encontrei <u>um</u> elemento com a semântica de <u>banner</u>.</p>	AA	
 <p>Encontrei <u>1</u> elementos com a semântica de <u>contentinfo</u>.</p>	AA	
 <p>Encontrei <u>um</u> elemento com a semântica de <u>main</u>.</p>	AA	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os elementos <u>&lt;i&gt;</u> estão contidos dentro de uma lista.</p>	AA	

<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fgulbenkian.pt%2Fmuseu%2F>

8/9

14/01/26, 14:52

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Verifiquei que <u>todas</u> as listas só contêm itens de lista.	AA	

- [Acessibilidade](#)
- [Termos e Condições](#)
- [Política de privacidade](#)
- [Github](#)
- [Glossário](#)
- [Opções de visualização](#)

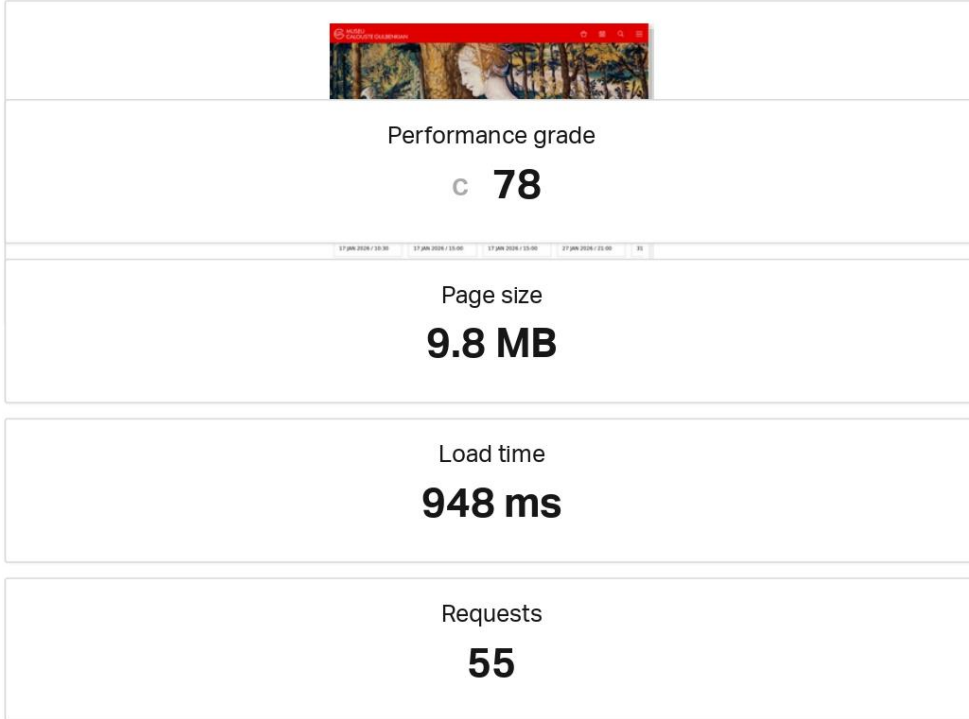


© 2026 ARTE - Agência para a Reforma Tecnológica do Estado, I.P. Todos os Direitos Reservados.

# Anexo 10- Avaliação PingDom Museu Calouste Gulbenkian

14/01/26, 14:51

Website Speed Test | Pingdom Tools



Performance grade  
**C 78**

Page size  
**9.8 MB**

Load time  
**948 ms**

Requests  
**55**

## Improve page performance

GRADE	SUGGESTION
F	Compress components with gzip
F	Add Expires headers
E	Make fewer HTTP requests
B	Avoid URL redirects
A	Avoid empty src or href
A	Put JavaScript at bottom
A	Reduce the number of DOM elements

## Response codes

RESPONSE CODE	RESPONSES
200 OK	53

14/01/26, 14:51

Website Speed Test | Pingdom Tools

RESPONSE CODE	RESPONSES
204 No Content	1
302 Found	1

### Content size by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
Image	90.42%	8.8 MB
Script	4.65%	454.7 KB
CSS	3.76%	367.6 KB
Font	0.72%	70.8 KB
HTML	0.26%	25.8 KB
Error	0.14%	13.4 KB
other	0.04%	3.8 KB
Total	100.00%	9.8 MB

### Requests by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
Image	54.55%	30
Script	16.36%	9
CSS	12.73%	7
Font	5.45%	3
XHR	3.64%	2
Error	3.64%	2
other	3.64%	2
Total	100.00%	55

### Content size by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
cdn.gulbenkian.pt	89.44%	8.7 MB
Total	100.00%	9.7 MB

14/01/26, 14:51

Website Speed Test | Pingdom Tools

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
gulbenkian.pt	8.90%	865.3 KB
www.googletagmanager.com	1.59%	154.6 KB
static.cloudflareinsights.com	0.07%	7.1 KB
Total	100.00%	9.7 MB

### Requests by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
cdn.gulbenkian.pt	52.73%	29
gulbenkian.pt	43.64%	24
static.cloudflareinsights.com	1.82%	1
www.googletagmanager.com	1.82%	1
Total	100.00%	55

### File requests

Sort by

Load Order

Rising

Filter

Legend

DNS SSL Connect Send Wait Receive Blocked

FILE	SIZE	0.0d s0.2
https://gulbenkian.pt/museu/	25.8 KB	
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	3.5 KB	
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	1.4 KB	
55 requests		
1/6		
Entries per page:		<input type="text" value="10"/>

14/01/26, 14:51

Website Speed Test | Pingdom Tools

FILE	SIZE	0.0s0.0
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	2.1 KB	
https://cdn.gulbenkian.pt/museu/wp-includes/js/dis...	3.4 KB	
https://cdn.gulbenkian.pt/museu/wp-includes/js/dis...	5.4 KB	
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	1.8 KB	
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	1.8 KB	
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	2.3 KB	
https://gulbenkian.pt/wp-content/themes/fcg-common...	31.5 KB	
55 requests		
	1/6	
		Entries per page:

## Nobody Likes a Slow Website

We built this Website Speed Test to help you analyze your website load speed.

The test is designed to help make your site faster by identifying what about a webpage is fast, slow, too big, and so on.

We have tried to make it useful both for experts and novices alike.

In short, we wanted it to be an easy-to-use tool built to help webmasters and web developers everywhere optimize their website performance.

## About Pingdom

<https://tools.pingdom.com/#66ef3f28f5000000>

5/8

# Anexo 11- Avaliação GTmetrix Museu Calouste Gulbenkian

14/01/26, 14:53

Latest Performance Report for: <https://gulbenkian.pt/museu/> | GTmetrix



Monitor this page on an hourly basis

[Upgrade Plan](#)



## Latest Performance Report for: <https://gulbenkian.pt/museu/>

Report generated: Wed, Jan 14, 2026 6:50 AM -0800  
 Test Server Location: Seattle, WA, USA  
 Using: Chrome 142.0.0.0, Lighthouse 12.6.1

### GTmetrix Grade

Performance	Structure
80%	81%

### Web Vitals

LCP	TBT	CLS
1.6s	125ms	0

### Summary

#### Speed Visualization



#### Top Issues

These audits are identified as the top issues impacting **your performance**.

All FCP LCP TBT CLS

- High** **Reduce initial server response time** FCP LCP Root document took 710ms
- High** **Avoid enomous network payloads** LCP Total size was 4.85MB
- Med** **Don't lazy load Largest Contentful Paint image** LCP LCP was lazy loaded
- Med-Low** **Avoid an excessive DOM size** TBT 1,099 elements
- Med-Low** **Use explicit width and height on image elements** CLS 3 images found

Improving these audits seen here can help as a starting point for overall performance gains. [See all Structure audits.](#)

#### Page Details

Pages with smaller total sizes and fewer requests tend to load faster.

2.5s Fully Loaded Time	
Total Page Size - 4.83MB	
IMG 3.76MB	JS 641KB
Total Page Requests - 48	
IMG 41.7%	JS 20.8%
CSS 14.6%	Other 12.5%
Font 6.3%	

Look into reducing JavaScript, reducing web-fonts, and image optimization to ensure a lightweight and streamlined website.

14/01/26, 14:53

Latest Performance Report for: <https://gulbenkian.pt/museu/> | GTmetrix

### More from GTmetrix

Additional tips and suggestions based on your page analysis.



**Looks like you're running WordPress**  
Have a look at our WP optimization tips. [Read the guide](#)



**Your server response time is too long**  
Consider a caching plugin like WP Rocket to reduce it in a few clicks >



**Consider monitoring this page**  
Learn why performance monitoring is important. [Read the guide](#)



**Need help with optimization?**  
Find a developer with our partner Fiverr to optimize your performance >



**Need optimization guides and advice?**  
Check out the GTmetrix blog for tips and how-tos!  
[Read the guide](#)

### Discover more insights with GTmetrix PRO

Analyze more pages, test on mobile devices, check performance in Additional Test Locations, monitor hourly and much more

Get PRO insights now

[Read our blog for more performance tips and advice.](#)

Performance	■
Structure	■
CrUX	■
Waterfall	■
Video	■
History	■
Alerts	■

# Anexo 12- Avaliação AccessMonitor Museu Louvre

14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Uma ferramenta do ecossistema do [acessibilidade.gov.pt](https://www.acessibilidade.gov.pt) Modo escuro See in english



O validador de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1)

[AccessMonitor](https://www.louvre.fr/en) <https://www.louvre.fr/en>

## Relatório de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1 do W3C)

[Avaliar nova página](#) [Re-avaliar a página](#) [Ver página](#) [Descarregar dados em CSV](#)

### Sumário



**URL**  
<https://www.louvre.fr/en>

**Título**  
Musée du Louvre Official Website

34 práticas encontradas

14/01/26, 15:00

AccessMonitor

**1141**

Elementos  
(x)HTML

**524**

**KB**

Tamanho  
da página

Tipo de prática



Aceitáveis



Para ver  
manualmente



Não  
aceitáveis

Total

Total	A	AA	AAA
24	14	10	0
6	4	0	2
4	3	1	0
<b>34</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>2</b>

## Avaliação

Prática encontrada

Nível

Ver  
detalhe



Constatei que **todas** as imagens da página têm o necessário equivalente alternativo em texto.

A











Encontrei **21** imagens na página com **alt=""** (alt vazio).

A









14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Identifiquei <u>2</u> casos em que o atributo <u>title</u> do elemento link se limita a repetir o texto existente no link.	A	
 Constatei que o primeiro link da página nos <u>permite saltar</u> para o conteúdo principal.	A	
 Encontrei <u>1</u> link para contornar blocos de conteúdo.	A	
 Encontrei <u>22</u> cabeçalhos na página.	AAA	


14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Localizei <b>1</b> combinação de cor cuja relação de contraste é inferior ao rácio mínimo de contraste permitido pelas WCAG, ou seja 3 para 1 para texto com letra grande e 4,5 para 1 para texto com letra normal.</p>	AA	
 <p>Perguntei ao validador de HTML do W3C e constatei que <b>não existem erros</b> de HTML.</p>	A	
 <p>Constatee que <b>não há</b> elementos obsoletos usados para controlo visual da apresentação.</p>	A	
 <p>Verifiquei que o idioma principal da página <b>está marcado</b> como "<b>en</b>".</p>	A	

14/01/26, 15:00

AccessMonitor









	Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
	Encontrei <u>um título</u> na página e ele parece-me correto.	A	
	Identifiquei <u>1</u> cabeçalho sem nome acessível.	A	
	Identifiquei <u>2</u> cabeçalhos de nível 1. Devia haver um.	A	
	Verifiquei que <u>todos</u> os estados e todas as propriedades ARIA têm um tipo de valor válido.	A	
	Verifiquei que <u>todos</u> os estados e todas as propriedades ARIA são permitidos.	A	
	Verifiquei que <u>todos</u> os atributos aria-* estão de acordo com a especificação ARIA.	A	

<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fwww.louvre.fr%2Fen>

5/10











14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os elementos <u>&lt;button&gt;</u> têm nome acessível.</p>	A	
 <p>Não encontrei <u>nenhum elemento</u> marcado com aria-hidden que tenha conteúdo focável</p>	A	
 <p>Não encontrei elementos marcados como decorativos que tenham sido expostos a Tecnologias de Apoio</p>	A	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os elementos com atributo lang têm uma etiqueta de linguagem válida</p>	AA	







14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que todos os elementos com um papel semântico que confere aos seus descendentes um papel decorativo, não têm descendentes focáveis</p>	A	
 <p>Constatei que <u>todos</u> os elementos com papel semântico explícito têm os necessários estados e propriedades.</p>	A	
 <p>Constatei que nesta página <u>não há atributos id repetidos.</u></p>	A	
 <p>Verifiquei que <u>todas</u> as ligações têm nome acessível.</p>	A	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os atributos <u>role</u> têm um valor válido</p>	AA	













14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Localizei <b>3</b> combinações de cor cujas relações de contraste são inferiores ao rácio de contraste otimizado sugerido pelas WCAG, ou seja 4,5 para 1 para texto com letra grande e 7 para 1 para texto com letra normal.</p>	AAA	
 <p>Constatee que o elemento com a semântica de <u>banner</u> <b>não está</b> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica</p>	AA	
 <p>Constatee que o elemento com a semântica de <u>contentinfo</u> <b>não está</b> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica</p>	AA	

14/01/26, 15:00

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que o elemento com a semântica de <u>main</u> <b>não está</b> contido dentro de nenhum elemento com outra semântica</p>	AA	
 <p>Encontrei <u>um</u> elemento com a semântica de <u>banner</u>.</p>	AA	
 <p>Encontrei <u>um</u> elemento com a semântica de <u>contentinfo</u>.</p>	AA	
 <p>Encontrei <u>um</u> elemento com a semântica de <u>main</u>.</p>	AA	
 <p>Verifiquei que <u>todos</u> os elementos <u>&lt;li&gt;</u> estão contidos dentro de uma lista.</p>	AA	
 <p>Verifiquei que <u>todas</u> as listas só contêm itens de lista.</p>	AA	

<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fwww.louvre.fr%2Fen>

9/10

# Anexo 13- Avaliação Pingdom Museu Louvre

14/01/26, 15:00

Website Speed Test | Pingdom Tools

solarwinds  
pingdom

## Pingdom Website Speed Test

Enter a URL to test the page load time, analyze it, and find bottlenecks.

URL

https://www.louvre.fr/en

Test from

Europe - United Kingdom - London

START TEST

The... Be the first to know when your site is in danger.  
START YOUR FREE TRIAL

Your Results:

DOWNLOAD HAR

SHARE RESULT

14/01/26, 15:00

Website Speed Test | Pingdom Tools

Performance grade
<b>c 80</b>
Page size
<b>2.3 MB</b>
Load time
<b>289 ms</b>
Requests
<b>75</b>

### Improve page performance

GRADE	SUGGESTION
F	Make fewer HTTP requests
F	Compress components with gzip
A	Avoid empty src or href
A	Put JavaScript at bottom
A	Reduce the number of DOM elements
A	Make favicon small and cacheable
A	Avoid HTTP 404 (Not Found) error

### Response codes

RESPONSE CODE	RESPONSES
200 OK	75

14/01/26, 15:00

Website Speed Test | Pingdom Tools

## Content size by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
Image	58.03%	1.4 MB
Script	25.91%	603.1 KB
HTML	10.53%	245.1 KB
Font	3.56%	82.8 KB
CSS	1.69%	39.3 KB
Error	0.28%	6.5 KB
Total	100.00%	2.3 MB

## Requests by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
Script	33.33%	25
Image	32.00%	24
CSS	21.33%	16
Font	8.00%	6
Error	4.00%	3
HTML	1.33%	1
Total	100.00%	75

## Content size by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
api-www.louvre.fr	58.30%	1.3 MB
www.louvre.fr	41.70%	947.2 KB
Total	100.00%	2.3 MB

## Requests by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
www.louvre.fr	70.67%	53
api-www.louvre.fr	29.33%	22
Total	100.00%	75

<https://tools.pingdom.com/#66ef41593b800000>

3/8

14/01/26, 15:00

Website Speed Test | Pingdom Tools

### File requests

Sort by

Load Order

Rising

Filter

Legend

DNS SSL Connect Send Wait Receive Blocked

FILE	SIZE	0.0s
https://www.louvre.fr/en	245.1 KB	<div style="width: 245.1%;"></div>
https://www.louvre.fr/assets/fonts/roboto/300/lati...	12.5 KB	<div style="width: 12.5%;"></div>
https://www.louvre.fr/assets/fonts/roboto/400/lati...	12.3 KB	<div style="width: 12.3%;"></div>
https://www.louvre.fr/assets/fonts/roboto/500/lati...	12.4 KB	<div style="width: 12.4%;"></div>
https://www.louvre.fr/_next/static/css/ad0e2886db8...	11.9 KB	<div style="width: 11.9%;"></div>
https://www.louvre.fr/assets/fonts/roboto/700/lati...	12.3 KB	<div style="width: 12.3%;"></div>
https://www.louvre.fr/assets/fonts/montserrat/600/...	14.8 KB	<div style="width: 14.8%;"></div>
https://www.louvre.fr/assets/fonts/loureserif/400...	18.5 KB	<div style="width: 18.5%;"></div>
https://www.louvre.fr/_next/static/css/5e3fedc2ad5...	3.2 KB	<div style="width: 3.2%;"></div>
75 requests		
1/8		
		Entries per page: <input type="text" value="10"/>

14/01/26, 15:00

Website Speed Test | Pingdom Tools

FILE	SIZE	0.0s
https://www.louvre.fr/_next/static/css/c866c85e623...	1.6 KB	
75 requests		
1/8		
Entries per page:		

## Nobody Likes a Slow Website

We built this Website Speed Test to help you analyze your website load speed.

The test is designed to help make your site faster by identifying what about a webpage is fast, slow, too big, and so on.

We have tried to make it useful both for experts and novices alike.

In short, we wanted it to be an easy-to-use tool built to help webmasters and web developers everywhere optimize their website performance.

## About Pingdom

Pingdom offers cost-effective and reliable uptime and performance monitoring for your website.

We use more than 70 global polling locations to test and verify our customers' websites 24/7, all year long.

With Pingdom you can monitor your websites' uptime, performance, and interactions for a better end-user-experience.

Your customers will thank you.

### State Colors

The following colors are used in the chart bars to indicate the different stages of a request.

- DNS** Web browser is looking up DNS information
- SSL** Web browser is performing an SSL handshake

<https://tools.pingdom.com/#66ef41593b800000>

5/8

14/01/26, 15:00

Website Speed Test | Pingdom Tools

<b>Connect</b>	Web browser is connecting to the server
<b>Send</b>	Web browser is sending data to the server
<b>Wait</b>	Web browser is waiting for data from the server
<b>Receive</b>	Web browser is receiving data from the server
<b>Blocked</b>	Web browser is not ready to send

### Content Types

The following icons are used to indicate different content types.

<b>HTML</b>	HTML Document
<b>JavaScript</b>	JavaScript file
<b>CSS</b>	CSS file
<b>Image</b>	Image file
<b>Text/Plain</b>	Plain text document
<b>Other</b>	Any other unknown content type
<b>Warning</b>	The request got a 4XX, 5XX response or couldn't be loaded
<b>Redirect</b>	The request got a 3XX response and was redirected

### Server Response Codes

To make it easy for you to differentiate between the HTTP response codes in the chart, we've added color-coded dots beside each URL.

<b>2xx</b>	The server responded with a successful code
<b>3xx</b>	The request was redirected to another target
<b>4xx</b>	A client error occurred, for example 404 page not found
<b>5xx</b>	A server error occurred, for example 500 internal server error

## Learn more about website monitoring

[Website Down Detector](#)[NGINX Server Monitoring](#)[Java Application Monitoring](#)[Docker Monitoring](#)<https://tools.pingdom.com/#66ef41593b800000>

6/8

# Anexo 14- Avaliação GTmetrix Museu Louvre

14/01/26, 15:01

Latest Performance Report for: <https://www.louvre.fr/en> | GTmetrix



Test this page in 15 additional global locations

[Upgrade Plan](#)



## Latest Performance Report for: <https://www.louvre.fr/en>

Report generated: Wed, Jan 14, 2026 7:00 AM -0800  
 Test Server Location: Seattle, WA, USA  
 Using: Chrome 142.0.0.0, Lighthouse 12.6.1

### GTmetrix Grade

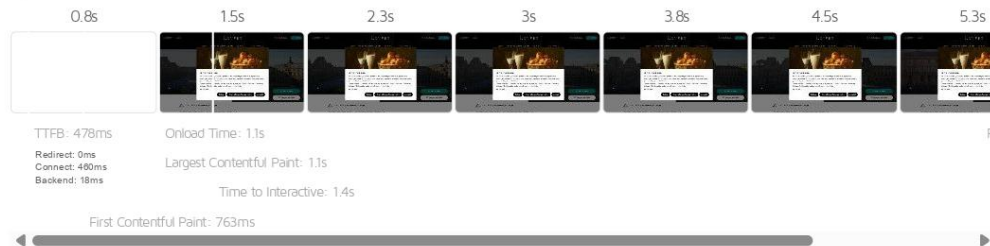
Performance	Structure
94%	87%

### Web Vitals

LCP	TBT	CLS
1.1s	85ms	0

### Summary

#### Speed Visualization



#### Top Issues

These audits are identified as the top issues impacting **your performance**.

All	FCP	LCP	TBT	CLS
High		<b>Avoid enormous network payloads</b> LCP	Total size was 4.69MB	
Med		<b>Use a Content Delivery Network (CDN)</b>	58 resources found	
Med-Low		<b>Serve static assets with an efficient cache policy</b>	Potential savings of 517KB	
Low		<b>Avoid an excessive DOM size</b> TBT	1,024 elements	
Low		<b>Avoid long main-thread tasks</b> TBT	6 long tasks found	

#### Page Details

Pages with smaller total sizes and fewer requests tend to load faster.

6.1s				
Fully Loaded Time				
Total Page Size - 4.65MB				
Video 3.98MB				
Total Page Requests - 73				
JS 46.6%	CSS 24.7%	IMG 9.6%	Font 8.2%	Other 6.8%

14/01/26, 15:01

Latest Performance Report for: <https://www.louvre.fr/en> | GTmetrix

Improving these audits seen here can help as a starting point for overall performance gains. [See all Structure audits.](#)

Look into reducing JavaScript, reducing web-fonts, and image optimization to ensure a lightweight and streamlined website.

### More from GTmetrix

Additional tips and suggestions based on your page analysis.



#### Use a Content Delivery Network

Learn why and potential solutions. [Read the guide](#)



#### Need help with optimization?

Find a developer with our partner Fiverr to optimize your performance



#### Consider monitoring this page

Learn why performance monitoring is important. [Read the guide](#)



#### Need optimization guides and advice?

Check out the GTmetrix blog for tips and how-tos! [Read the guide](#)

### Discover more insights with GTmetrix PRO

Analyze more pages, test on mobile devices, check performance in Additional Test Locations, monitor hourly and much more

Get PRO insights now

[Read our blog for more performance tips and advice.](#)

Performance	■
Structure	■
CrUX	■
Waterfall	■
Video	■
History	■
Alerts	■

#### Product

- [Explore GTmetrix](#)
- [What you get for FREE](#)
- [Why Go GTmetrix PRO](#)
- [Test Server Locations](#)
- [GTmetrix REST API](#)

#### Pricing

- [Plans](#)
- [Custom Plan Creator](#)

#### Resources

- [View Resources](#)
- [Metrics & Audits](#)
- [FAQ](#)
- [Using GTmetrix](#)

#### Blog

- [Changelog](#)
- [Case Studies](#)
- [How to Guides](#)
- [Optimization Explained](#)

## GTmetrix

GTmetrix was created for website owners to easily test the performance of their webpages. [Learn more about us](#) or [check out Careers](#).

Got Questions? [Contact us](#).

# Anexo 15- Avaliação AcessMonitor Museu Dr. Félix José da Silva

07/01/26, 18:10

AccessMonitor



Uma ferramenta do ecossistema do [acessibilidade.gov.pt](https://www.acessibilidade.gov.pt)



Modo escuro

See in english



O validador de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1)

[AccessMonitor](https://mhn.aenacb.pt/index.html) <https://mhn.aenacb.pt/index.html>

## Relatório de práticas de acessibilidade Web (WCAG 2.1 do W3C)

Avaliar nova página

Re-avaliar a página

Ver página

Descarregar dados em CSV

### Sumário



URL

<https://mhn.aenacb.pt/index.html>




Título

Museu História Natural - ESNA






12 práticas encontradas

07/01/26, 18:10

AccessMonitor

<p><b>97</b> Elementos (x)HTML</p> <p><b>389</b> <b>KB</b> Tamanho da página</p>	Tipo de prática	Total	A	AAAAA	
	 Aceitáveis	7	5	2	0
	 Para ver manualmente	1	0	0	1
	 Não aceitáveis	4	4	0	0
Total		<b>12</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

## Avaliação











Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 <p>Constatei que a primeira hiperligação da página <u>não permite saltar</u> diretamente para a área do conteúdo principal.</p>	A	
 <p>Encontrei <u>1</u> cabeçalho na página.</p>	AAA	
 <p>Perguntei ao validador de HTML do W3C e constatei que <u>não existem erros</u> de HTML.</p>	A	

https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fmhn.aenacb.pt%2Findex.html

2/5

07/01/26, 18:10

AccessMonitor







Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Encontrei <b>2</b> elementos obsoletos usados para controlar a apresentação visual.	A	
 Constatei que o atributo <b>lang</b> <u>se encontra em falta</u> .	A	
 Encontrei <b>um título</b> na página e ele parece-me correto.	A	
 Constatei que todos os cabeçalhos desta página <u>têm</u> nome acessível	A	
 Identifiquei <b>0</b> cabeçalhos de nível 1. Devia haver um.	A	
 Constatei que nesta página <u>não há atributos id repetidos</u> .	A	

<https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/results/https%3A%2F%2Fmhn.aenacb.pt%2Findex.html>

3/5

07/01/26, 18:10

AccessMonitor

Prática encontrada	Nível	Ver detalhe
 Verifiquei que <b>todas</b> as ligações têm nome acessível.	A	
 Verifiquei que <b>todos</b> os elementos <b>&lt;li&gt;</b> estão contidos dentro de uma lista.	AA	
 Verifiquei que <b>todas</b> as listas só contêm itens de lista.	AA	

[Acessibilidade](#)  
[Termos e Condições](#)  
[Política de privacidade](#)  
[Github](#)  
[Glossário](#)  
[Opções de visualização](#)



07/01/26, 18:10

AccessMonitor

© 2026 ARTE - Agência para a Reforma Tecnológica do Estado, I.P. Todos os Direitos Reservados.

# Anexo 16- Avaliação PingDom Museu Dr. Félix José da Silva

07/01/26, 18:13

Website Speed Test | Pingdom Tools

solarwinds pingdom

## Pingdom Website Speed Test

Enter a URL to test the page load time, analyze it, and find bottlenecks.

URL

http://mhn.aenacb.pt/index.html

Test from

Europe - Germany - Frankfurt

START TEST

The Be the first to know when your site is in danger.

START YOUR FREE TRIAL

Your Results:

DOWNLOAD HAR

SHARE RESULT

07/01/26, 18:13

Website Speed Test | Pingdom Tools

Performance grade <b>A 98</b>
Page size <b>414.8 KB</b>
Load time <b>133 ms</b>
Requests <b>9</b>

### Improve page performance

GRADE	SUGGESTION
B	Add Expires headers
A	Avoid empty src or href
A	Put JavaScript at bottom
A	Reduce the number of DOM elements
A	Make favicon small and cacheable
A	Avoid HTTP 404 (Not Found) error
A	Avoid URL redirects

### Response codes

RESPONSE CODE	RESPONSES
200 OK	7

07/01/26, 18:13

Website Speed Test | Pingdom Tools

RESPONSE CODE	RESPONSES
404 Not Found	2

## Content size by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
Image	99.09%	411.0 KB
HTML	0.48%	2.0 KB
CSS	0.27%	1.1 KB
Error	0.17%	693.0 B
Total	100.00%	414.8 KB

## Requests by content type

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
Image	66.67%	6
HTML	11.11%	1
CSS	11.11%	1
Error	11.11%	1
Total	100.00%	9

## Content size by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	SIZE
mhn.aenacb.pt	100.00%	412.8 KB
Total	100.00%	412.8 KB

## Requests by domain

CONTENT TYPE	PERCENT	REQUESTS
mhn.aenacb.pt	100.00%	9
Total	100.00%	9

## File requests

Sort by

Rising

Filter

<https://tools.pingdom.com/#66e6698f66800000>

3/7

07/01/26, 18:13

Website Speed Test | Pingdom Tools

Legend

DNS SSL Connect Send Wait Receive Blocked

FILE	SIZE
http://mhn.aenacb.pt/index.html	2.0 KB
http://mhn.aenacb.pt/estilo1.css	1.1 KB
http://mhn.aenacb.pt/template3_r2_c1.png	1.2 KB
http://mhn.aenacb.pt/template3_r3_c1.png	2.5 KB
http://mhn.aenacb.pt/template3_r7_c1.png	537.0 B
http://mhn.aenacb.pt/template3_r5_c1.png	5.5 KB
http://mhn.aenacb.pt/template3_r4_c2.png	203.7 KB
http://mhn.aenacb.pt/template3_r3_c2.png	197.5 KB
http://mhn.aenacb.pt/favicon.ico	693.0 B
9 requests	
1/1	
Entries per page: <input type="text" value="10"/>	

# Nobody Likes a Slow Website

<https://tools.pingdom.com/#66e6698f66800000>

4/7

# Anexo 17- Avaliação GTmetrix Museu Dr. Félix José da Silva

07/01/26, 18:12

Latest Performance Report for: <https://mhn.aenacb.pt/index.html> | GTmetrix



Uncover full report details with a FREE GTmetrix account

Get full report details and more testing capacity with a FREE GTmetrix account.

Log in

Create a FREE account



## Latest Performance Report for:

<https://mhn.aenacb.pt/index.html>

Report generated: Wed, Jan 7, 2026 10:03 AM -0800  
Test Server Location: Seattle, WA, USA  
Using: Chrome 142.0.0.0, Lighthouse 12.6.1

### GTmetrix Grade

Performance	Structure
97%	90%

### Web Vitals

LCP	TBT	CLS
1.1s	0ms	0

We use essential cookies to make our site work. With your consent, we may also use non-essential cookies to improve user experience and analyze website traffic. By clicking "Accept," you agree to our website's cookie use as described in our [Cookie Policy](#). You can change your cookie settings at any time by clicking "[Preferences](#)."

Preferences

Decline

Accept

## Anexo 18- Documento de priorização para a plataforma



### Funcionalidades Nova Plataforma Museu Dr. José Félix da Silva

Funcionalidade	Objetivo	Prioridade
Catálogo de Metadados	Estruturar a base de dados para suportar a informação científica.	Alta
Feedback do Visitante	Implementar sistema de comentários e moderação.	Média
Georreferenciação	Associar peças ao mapa/planta do museu.	Baixa
Gestão de Acervo (Backoffice)	Criar o painel administrativo para gestão de conteúdos.	Alta
Gestão de Permissões	Assegurar a segurança e autenticação de curadores.	Média
Importação de Dados (Migração)	Garantir que o acervo atual não se perde e povoar a nova BD.	Alta
Narrativas / Exposições	Criar agrupamentos lógicos de peças para storytelling.	Média
Otimização (LOD)	Melhorar a performance de carregamento dos modelos.	Baixa
Pesquisa e Filtragem	Permitir ao público encontrar peças específicas.	Média
Responsividade	Implementar a estrutura base do layout adaptável.	Alta
Visualização 3D Básica	Integração do visualizador WebGL (funcionalidade core).	Baixa

Castelo Branco, 2 de dezembro de 2025.

O responsável pela implementação da plataforma

