Insper

Trabalho de Conclusão de Curso

Relatório do Projeto Final - Capstone

Alexandre Rodrigues Santarossa
Natan Kron Goldenberg Lewi
Pedro Gomes de Sá Drumond

Automatização do controle de movimentação de localização de obras do acervo do MASP - Museu de Artes de São Paulo Assis Chateaubriand

São Paulo
2025

Alexandre Rodrigues Santarossa
Natan Kron Goldenberg Lewi
Pedro Gomes de Sá Drumond

Automatização do controle de movimentação de localização de obras do acervo do MASP - Museu de Artes de São Paulo Assis Chateaubriand

Relatório apresentado aos respectivos cursos de Graduação em Engenharia de Computação e Mecânica como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel no respectivo curso.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Cardoso dos Santos Durão

Coorientador: Prof. Maurício Bouskela

Mentor: Luciana Campos Lima

Coordenador Capstone: Prof. Dr. Luciano P. Soares

São Paulo
2025

Alexandre Rodrigues Santarossa
Natan Kron Goldenberg Lewi
Pedro Gomes de Sá Drumond

Automatização do controle de movimentação de localização de obras do acervo do MASP - Museu de Artes de São Paulo Assis Chateaubriand

Relatório apresentado aos respectivos cursos de Graduação em Engenharia de Computação e Mecânica, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel no respectivo curso.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Cardoso dos Santos Durão

Coorientador: Prof. Maurício Bouskela

Banca Examinadora

Prof. Dr. Luiz Fernando Cardoso dos Santos Durão

Insper

Prof. Mauricio Bouskela

Insper

Prof. Dr. Paulo de Paiva Rosa Amaral

Insper

Resumo

Fundado em 1947, o MASP — Museu de Artes de São Paulo Assis Chateaubriand - tornou-se um marco da cultura brasileira, sendo referência para museus nacionais e internacionais, seja por suas coleções, seja pelo seu acervo, que conta com mais de 12.000 itens. Em março de 2025, com a inauguração de um novo prédio e o consequente aumento das áreas expositivas e de armazenamento, surgiu a necessidade de aprimorar o rastreamento das obras, reduzindo erros gerados pelos registros manuais e aumentando a confiabilidade na identificação dos itens. Assim, este projeto desenvolveu uma solução de automação para o controle e registro de movimentações das obras do acervo do MASP, envolvendo a utilização de QR Codes para vincular cada obra às movimentações realizadas. Além disso, foi realizada uma integração parcial com o sistema de gestão do acervo do museu, garantindo a consolidação dos dados na mesma base. Os resultados apontaram maior precisão na localização das obras, redução de erros no preenchimento dos dados, economia de tempo para os colaboradores e mais transparência nos processos, contribuindo para a segurança e o controle do patrimônio do museu.

Palavras-chave: Automação de processos; Controle de acervo; QR Code; Rastreamento de obras; Segurança.

Abstract

Founded in 1947, MASP - the Museum of Arts of São Paulo Assis Chateaubriand - has become a landmark of Brazilian culture, serving as a reference for both national and international museums with its outstanding collections and an archive of over 12,000 items. In March 2025, with the inauguration of a new building and the consequent expansion of exhibition and storage areas, the need arose to improve artwork tracking, reduce errors caused by manual records, and increase the reliability of item identification. This project developed an automated solution for controlling and recording the movement of artworks in MASP's collection, using QR Codes to link each artwork to its movement records. Furthermore, the solution was partially integrated with the museum's collection management system, ensuring data consolidation within a unified repository. The results showed increased accuracy in locating artworks, fewer data entry errors, time savings for staff, and enhanced process transparency, ultimately contributing to improved security and control over the museum's heritage.

Keywords: Process automation; Collection control; QR Code; Artwork tracking; Security

Sumário

1. Planejamento e Fundamentação do Projeto **7**
1.1 Proposta do Projeto 7
1.2 Origem do Desafio 8
1.3 Escopo do Projeto 8
1.4 Questões Éticas e Profissionais 9
1.5 Normas Técnicas 10
1.6 Riscos Envolvidos 11
1.7 Gestão do Projeto 13
1.8 Mapeamento dos Stakeholders 15
1.9 Pesquisa de Trabalhos Relacionados 15
2. Metodologia **17**
2.1 Coleta de Dados Sobre o Projeto 18
2.2 Análise de Dados Coletados 18
3. Desenvolvimento **20**
3.1 Visão Geral do Processo 20
3.2 Problema Abordado 21
3.3 Design da Ferramenta 22
3.3.1 Prototipagem Inicial 22
3.3.2 Primeiros Testes 25
3.3.3 Iterações e Melhorias Implementadas Após Primeiros Testes 25
3.3.4 Testes Intermediários 27
3.3.5 Iterações e Melhorias Implementadas Após Testes Intermediários 28
3.3.6 Últimos Testes 30
3.3.7 Iterações e Melhorias Implementadas Após Últimos Testes 34
3.3.8 Validação com os Usuários 39
3.4 Implementação Técnica 40
3.4.1 Front-End (React) 40
3.4.2 Back-End (Node.js + Express) 42
3.4.3 Banco de Dados (PostgreSQL) 44
3.4.4 Deploy na Nuvem (Render) 45
3.4.5 Motivo da Escolha das Tecnologias 46
4. Resultados **47**
4.1 Tela de Login 47
4.2 Tela de Movimentação 48
4.3 Tela de Gerar QR Code 50
4.4 Tela de Consulta de Movimentações 52
4.5 Banco de Dados 55
4.6 Conexão Com API 56
5. Discussão **57**
5.1 Integração com o In.Arte e Limitações 58
5.2 Limitações na Plataforma Render 59
6. Conclusões e Trabalhos Futuros **59**
6.1 Processo Sugerido para os QR Codes 60
6.2 Migração da Infraestrutura para um Banco Local Do Masp 60
6.3 Importância da Integração POST Direta com o Banco Oficial (In.Arte) 61
6.4 Considerações Sobre o Uso de RFID 62
6.5 Considerações Finais 63
7. Referências **63**

1. Planejamento e Fundamentação do Projeto

1.1 Proposta do projeto

Atualmente, o MASP enfrenta dificuldades para registrar e controlar as movimentações de suas milhares de obras. O processo atual envolve anotações feitas manualmente em folhas de papel sempre que uma obra sai ou entra em uma sala ou área específica. Posteriormente, esses dados precisam ser digitados no sistema do museu, o In.Arte, plataforma disponibilizada pela empresa Sistemas do Futuro. De acordo com as reuniões realizadas com a equipe do museu, esse método manual demanda muito tempo e frequentemente resulta em erros de transcrição e problemas de legibilidade.

Com a ampliação física do museu, que agora conta com um novo edifício anexado ao prédio original, ficou evidente a necessidade de tornar esse processo mais ágil, confiável e fácil de operar. Este projeto propõe uma solução digital que substitui esse fluxo por um sistema automatizado de registro, baseado no uso de QR Codes para identificar obras e locais de armazenamento.

A solução desenvolvida é composta por uma aplicação web dividida em três camadas principais: front-end (interface de uso), back-end (processamento) e banco de dados (armazenamento e rastreabilidade). A ferramenta permite que os funcionários registrem entradas e saídas de obras de forma padronizada e segura, reduzindo o retrabalho e aumentando a confiabilidade da informação.

O desenvolvimento seguiu uma abordagem iterativa, com entregas parciais realizadas em conjunto com a equipe técnica do MASP, o que permitiu ajustes constantes e alinhamento com as necessidades reais do dia a dia do museu.

Assim, o projeto propôs a implementação de uma solução automatizada para substituir o controle manual por um sistema digital integrado. O sistema pensado para o projeto é composto por um front-end (interface web intuitiva para interação dos usuários), back-end (responsável por processar e armazenar os dados) e um banco de dados que contém todas as informações coletadas.

Para possibilitar a identificação rápida e precisa das obras e os locais de armazenamento, serão utilizados QR Codes, gerados individualmente para cada item. Esses códigos permitirão registrar facilmente todas as etapas de deslocamento das obras, desde a

retirada do local até o destino final, com o uso de leitores digitais. Através desse processo, será possível reduzir significativamente os erros de transcrição, eliminando problemas de legibilidade e evitar desencontros nas informações registradas atualmente de forma manual. Essas tecnologias permitem o monitoramento das obras em tempo real, além de proporcionar alarmes de segurança e um maior controle do acervo.

1.2 Origem do Desafio

Com um acervo de mais de 12.000 obras, o MASP - um dos maiores e mais importantes museus do Brasil - enfrenta um grande desafio no controle das movimentações de suas obras, um processo que atualmente é feito de maneira manual por meio de registros nos pontos de partida e chegada das obras, o que está totalmente suscetível a erros humanos tanto na movimentação como no registro. Por se tratar de um museu com um acervo de obras que possuem uma grande importância não só para o Brasil como internacionalmente, erros como estes podem acarretar não só problemas em relação a eficiência e controle do museu, mas também podem acabar em perdas de obras que são insubstituíveis.

Analisando o estado atual deste processo e com a inauguração de um prédio novo, em março deste ano, que conta 9 andares de exposições e atividades, a necessidade da sua automatização é imprescindível e irá resolver a dificuldade encontrada no atual rastreio e registro de obras.

Uma vez que a implementação da automatização por meio de QR Codes permite identificar cada obra de forma única e também os seus possíveis locais para armazenamento, respeitando a hierarquia do acervo (como estantes e gavetas, por exemplo), haverá uma redução significativa dos erros durante o processo, além de garantir uma maior transparência sobre o histórico de movimentações e a segurança de cada obra, preservando assim, o patrimônio cultural do MASP.

1.3 Escopo do projeto

Tendo em vista a automação do controle de localização e movimentações das obras do acervo do MASP, o objetivo principal do projeto é substituir o registro manual por um sistema integrado por meio de QR Codes, garantindo a localização das obras e a sua integração com o banco de dados do acervo. Em um primeiro momento, a solução conteve uma Aplicação Web que permitirá ao funcionário escanear tanto a obra (uma de cada vez) como a sua localização de origem e chegada, enviando estes dados para um backend que irá processar e registrar as

informações no banco de dados, permitindo consultas posteriores para checagem do histórico de movimentações das obras, reduzindo a incidência de erros humanos e garantindo uma maior otimização no processo de registros.

A implementação da solução contemplou uma fase piloto com uso completo das localizações e obras reais do acervo, permitindo validar o sistema em condições reais, sem restrições ou recortes. Durante o piloto, foram validadas as funcionalidades básicas da solução, testando especialmente a eficácia e facilidade da leitura dos QR Codes, a precisão no registro automático das movimentações e a confiabilidade da integração entre o frontend, backend e banco de dados. Os resultados obtidos nos testes piloto foram discutidos em conjunto com as equipes internas do MASP, permitindo identificar possíveis ajustes necessários antes de expandir o sistema para todo o museu.

Após a fase piloto, foi possível avançar com a integração parcial da solução ao sistema oficial do MASP (In.Arte), por meio do consumo da API pública disponibilizada para consulta de obras. Dessa forma, o sistema passou a buscar automaticamente os dados das obras diretamente do banco oficial do museu, garantindo informações sempre atualizadas e evitando divergências.

1.4 Questões Éticas e Profissionais

A automatização do controle de movimentações no acervo do MASP implica lidar com informações sensíveis sobre obras de alto valor cultural e monetário, o que exige uma postura ética e profissional por parte dos envolvidos no projeto. Primeiramente, é fundamental estabelecer políticas de segurança da informação robustas, garantindo a confidencialidade dos dados de localização e movimentação das obras, de modo a prevenir possíveis ameaças de roubo ou vandalismo. Nesse sentido, recomenda-se a adoção de boas práticas de desenvolvimento seguro, especialmente se o sistema incluir dados pessoais de funcionários ou terceiros.

Além da segurança de dados, o projeto deve contemplar aspectos de acessibilidade para que todas as equipes do museu possam manusear o sistema de forma igualitária, reduzindo barreiras e favorecendo a inclusão de pessoas com diferentes habilidades tecnológicas. Outro fator relevante está na transparência do processo de autorização de movimentações, assegurando que cada etapa possa ser rastreada e auditada com clareza, favorecendo a integridade do acervo.

No que se refere aos impactos globais, econômicos e sociais, a iniciativa contribui diretamente para a preservação de um patrimônio cultural único, ao mesmo tempo em que reduz desperdícios de recursos - sejam humanos, financeiros ou materiais - associados a retrabalhos, erros de registro e processos manuais ineficientes. Como qualquer inovação tecnológica, no entanto, também exige planejamento responsável quanto aos recursos utilizados.

Nesse sentido, é importante considerar o investimento necessário em equipamentos de leitura, como dispositivos móveis com câmera, bem como na produção e manutenção das etiquetas utilizadas nas obras e nos locais. A substituição periódica desses materiais gera resíduos, o que torna essencial o planejamento para sua destinação adequada, minimizando impactos ambientais e atendendo a práticas sustentáveis.

Por fim, etapas que envolvem interação direta com o acervo real demandam cuidado redobrado e autorização formal dos responsáveis internos do museu.

1.5 Normas Técnicas

No levantamento do grupo, não foram encontradas normas técnicas específicas que tratem diretamente do uso de QR Codes para controle e movimentação de acervos museológicos. Porém, a ABNT NBR IEC 63365 - Marcação Digital de Produtos [1] - fornece diretrizes para a implementação de tecnologias de marcação digital. Embora o foco principal dessa norma seja a identificação de produtos em setores industriais e comerciais, ela abrange aspectos técnicos que podem ser importantes para o projeto do MASP, como padrões de legibilidade, durabilidade e níveis de correção de erro em códigos de barras e QR Codes.

A ABNT NBR IEC 63365 faz recomendações sobre como assegurar a confiabilidade das marcações, abrangendo fatores como iluminação, resolução de scanners, materiais de impressão e possíveis condições adversas de armazenamento. Dessa forma, a adaptação dessa norma para o ambiente do museu pode contribuir para que as etiquetas durem mais tempo, sejam facilmente lidas por diferentes dispositivos e mantenham a integridade das informações, mesmo num cenário de grande fluxo de pessoas ou constante manipulação das obras.

Por outro lado, foi observado o Estatuto de Museus (Lei nº 11.904/2009), que determina requisitos para a organização, manutenção e preservação de acervos em território nacional, como por exemplo, documentação atualizada das obras, controle rigoroso das

movimentações e medidas para a conservação preventiva. A implementação de uma automação de registros atende à exigência de documentação atualizada, reforçando a transparência e a segurança na gestão do patrimônio cultural. Assim, embora não haja uma norma técnica específica para o escopo do projeto, a junção das orientações da ABNT NBR IEC 63365 com os princípios do Estatuto de Museus fornece uma base para a definição de boas práticas.

1.6 Riscos Envolvidos

Para o projeto, bem como sua efetividade, foi-se proposto a elaboração de uma análise de riscos tendo como base uma análise relacionando os possíveis riscos e por consequência seus impactos, bem como a identificação de stakeholders que podem comprometer o andamento e o cronograma do projeto. Com o mapeamento das possíveis ocorrências, são elaboradas estratégias para minimizar os riscos e seus impactos.

Riscos, Impactos e Mitigações:

- Risco: comprometer a base de dados na fase de testes, caso fossem utilizadas as bases reais. Impacto: perda dos dados levaria ao mal funcionamento e erro na identificação entre a obra e o banco de dados. A mitigação poderia ser realizar testes em uma cópia (reduzida) e a implementação "live" apenas após testes intensivos.
- Risco: danificação das tags e QR Codes das obras. Impacto: impossibilidade de registro das localizações das peças e/ou movimentações. Mitigação: inserir as tags e QR Codes em posições menos expostas da obra.
- Risco: falta de padronização na identificação das tags/QR Codes. Impacto: erros de leitura e falhas no rastreamento das obras. Mitigação: estabelecer uma legenda para a definição das tags, de forma que cada tag siga o mesmo padrão porém são diferenciadas na hora de leitura.
- Risco: falha na integração da API com o banco de dados. Impacto: informações não são atualizadas em tempo real ou danificação da informação da base de dados. Mitigação: realizar o backup das movimentações em uma base “cópia”.
- Risco: mudanças inesperadas na disposição das obras ou reformas no museu. Impacto: falha no sistema de rastreamento. Mitigação: revisão periódica do layout para o controle de alterações nas localizações.
- Risco: longos tempos de resposta de reação da equipe do MASP. Impacto: comprometer a evolução do desenvolvimento por falta ou confirmação de informação.

Mitigação: a realização de atas em reuniões e enviar em um grupo com a equipe do MASP, nomear responsáveis pelas cobranças, estabelecer datas para a entrega das informações necessárias pro projeto, realização de reuniões semanais com a equipe do MASP para o acompanhamento do projeto e reuniões semanais do grupo para o feedback dos orientadores e definição dos próximos passos.

Stakeholders:

- Equipe de TI do MASP → responsável por fornecer as informações suporte à API e integração com o banco de dados.
- Equipe do MASP focada no projeto → responsável pelo fornecimento das informações detalhadas do museu, bem como o intermédio entre o INSPER e o MASP

No que diz respeito aos recursos de dados, o museu forneceu o mapeamento detalhado dos espaços expositivos e de armazenamento, além do histórico de localizações e das principais informações sobre as obras. Com o fornecimento de todos esse espaço e disposição geográfica das obras ajudará na etapa de definição do padrão entre as tags. Também será fundamental conhecer a estrutura do banco de dados já existente e, possivelmente, de outros sistemas utilizados pela instituição.

Em relação ao hardware, foram necessários dispositivos capazes de ler QR Codes, como smartphones, tablets ou leitores específicos. Além disso, etiquetas adesivas devem ser confeccionadas para serem afixadas nas fichas das obras, possibilitando a leitura digital e o registro automatizado das movimentações. Por fim, será crucial obter um entendimento aprofundado dos processos internos do MASP, de modo que a solução proposta se integre de forma adequada ao fluxo de trabalho do museu.

1.7 Gestão do Projeto

Imagem 1: etapas da pesquisa-ação

Para estruturar e conduzir o projeto, adotou-se uma abordagem que combina investigação com intervenção prática no ambiente estudado. Esse modelo é caracterizado por ciclos iterativos de planejamento, execução, observação e reflexão, permitindo que a equipe desenvolvedora e os profissionais do MASP colaborem ativamente na formulação, avaliação e refinamento das soluções. O envolvimento contínuo dos atores ao longo do processo garante que o resultado final esteja alinhado às necessidades reais da instituição.

O diagnóstico inicial das dificuldades do museu foi feito por meio de entrevistas com as equipes internas, análise dos procedimentos vigentes e observações em visitas técnicas. Entre os principais problemas identificados estavam os registros manuais feitos em papel, suscetíveis a erros de transcrição, ilegibilidade e atrasos na inserção dos dados no sistema oficial (In.Arte). Essas fragilidades afetam diretamente a rastreabilidade das obras e a eficiência do trabalho operacional, especialmente diante da ampliação recente das instalações.

Frente a isso, o grupo optou por automatizar os passos finais do processo — registro da movimentação e atualização do banco de dados — por meio de uma solução composta por três principais componentes:

- **Front-end**: interface web, desenvolvida em React, com campos de autocomplemento e suporte à leitura de QR Codes
- **Back-end**: responsável pelo processamento das requisições, implementado em Node.js com Express;

- **Banco de dados**: estruturado em PostgreSQL, o sistema foi projetado para armazenar e gerenciar informações sobre usuários, locais e movimentações. Os dados das obras, por sua vez, são acessados diretamente via API oficial do MASP, garantindo que as informações estejam sempre atualizadas e alinhadas ao banco de dados institucional. A base local, hospedada na nuvem, concentra os dados de todos os locais e dados dos usuários.

A aplicação foi desenvolvida com participação ativa da equipe do MASP, especialmente nos testes-piloto, realizados em ambiente controlado com obras reais. Essa colaboração contínua permitiu feedbacks rápidos e ajustes incrementais ao longo do processo.

Para gerir de forma eficiente o projeto, foram definidas funções para as entregas do projeto bem como seu desenvolvimento. Dentre as duas frentes do projeto: elaboração do relatório e a apresentação do projeto, junto ao desenvolvimento do código em si, a equipe do projeto se organizou para que todos os integrantes pudessem agregar a todas as partes do projeto, dando espaço a todos e equilibrando a distribuição de tarefas.

Como complemento, foram adotadas práticas pontuais inspiradas em metodologias ágeis, especialmente o Scrum, para organizar o desenvolvimento e garantir entregas constantes. Entre as práticas utilizadas, destacam-se: a divisão do trabalho em sprints curtas (semanas de execução com metas claras), reuniões semanais de alinhamento e retrospectivas ao fim de cada ciclo para avaliar melhorias.

O grupo optou por aplicar apenas os elementos que fizessem sentido no contexto do projeto, mantendo flexibilidade e foco na entrega contínua de valor. A escolha por essa abordagem buscou equilibrar a organização das atividades com a capacidade de adaptação rápida às necessidades levantadas durante os testes com o MASP.

1.8 Mapeamento dos stakeholders

Stakeholder	Posição	Papel no Projeto	Expectativas
Paulo C. Mafra	Supervisor de TI e Processos no MASP	Alinhar as expectativas e desafios do MASP com o projeto, além de apresentar as tecnologias e os processos utilizados atualmente	Reuniões regulares e Feedbacks ao longo do projeto
Paula Coelho	Coordenadora do Acervo do MASP	Alinhar as expectativas e desafios do MASP com o projeto, além de apresentar os processos técnicos relacionados ao acervo do museu	Reuniões regulares e Feedbacks ao longo do projeto
Adriana Villela	Coordenadora do Centro de Pesquisa do MASP	Alinhar as expectativas e desafios do MASP com o projeto	Reuniões regulares e Feedbacks ao longo do projeto

Tabela 1: Tabela de Mapeamento dos Stakeholders

1.9 Pesquisa de Trabalhos Relacionados

A gestão de acervos em museus envolve processos para a preservação, organização, otimização e a acessibilidade das coleções de obras de arte e pode ser aprimorada com o uso de tecnologias e sistemas desenvolvidos propriamente para isso, otimizando esses processos. Analisando trabalhos publicados nesta área, é possível perceber tanto práticas bem-sucedidas aplicadas em alguns museus quanto limitações ainda precisam ser superadas

Segundo o SISEM-SP - Sistema Estadual de Museus de São Paulo - responsável pelo manual prático “Como Gerir um Museu”[2], a utilização de sistemas informatizados e

interligados para controle e catalogação de acervos é algo essencial para a organização das coleções, porém, de acordo com a pesquisa feita pelo SISEM-SP para o manual, foi apontado que muitos museus ainda dependem de processos manuais, comprometendo a sua precisão e eficiência no controle de movimentações de obras.

Em outro relatório, “Acervos Digitais nos Museus”, publicado pelo Ministério da Cultura[3], também é discutida a adoção de tecnologias digitais tanto para acesso como para a preservação das obras de artes das coleções dos museus, onde a digitalização tem sido a peça vital para isso. Contudo, o relatório também mostra a dificuldade da integração com as obras físicas, principal lacuna a ser resolvida pela proposta de trabalho deste projeto.

Partindo para a solução desenvolvida neste projeto para o MASP, também foram pesquisados trabalhos relacionados nas seguintes áreas:

- Modelagem de processo:

  Permitindo uma abordagem organizada para o acompanhamento das obras, a metodologia adotada para a modelagem de processos é fundamental para a gestão de acervos em museus, onde, segundo o artigo “Manual de Gestão de Museus”, de Francisco Bittencourt da Universidade de Brasília[4], cada modelagem deve ser flexível para atender necessidades específicas, além de contar com um fluxos de trabalhos bem definidos.

- Movimentação e registro de ativos:

  O quesito movimentação e registro de ativos são partes essenciais na gestão de acervos, e uma solução que tem se mostrado eficaz para otimizar estes processos é a adoção de tecnologias como o RFID. Segundo o artigo “A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina"[5], o seu uso pode aprimorar a movimentação de ativos permitindo o rastreamento em tempo real dos itens, mantendo uma rastreabilidade contínua sem necessidade de verificações manuais, reduzindo erros humanos e garantindo um melhor controle de inventário.

- Modelagem/desenvolvimento de sistemas

  Na parte de desenvolvimento de sistemas para museus, os diferentes tipos de preservação e controle das obras não podem ser deixados de lado, e também devem ser

integrados por tecnologias modernas visando a melhor eficiência possível. Deste modo, publicado por Fernanda Ferreira na "Revista Museologia e Interdisciplinaridade", o artigo "Sistema de informação em museus" [6] mostra a necessidade dos sistemas serem adaptáveis, escaláveis e principalmente integráveis a outras plataformas e bancos de dados, garantindo uma gestão dinâmica das coleções que fornece uma visão abrangente do acervo.

- Conexão com APIs

Com o objetivo de ampliar a conectividade entre os sistemas utilizados por um acervo, a integração de APIs pode ser uma solução. De acordo com Raquel França em seu artigo "Políticas De Gestão De Acervos: Possíveis Fontes De Informação Para Tomada De Decisão Nos Museus" [7] publicado pela Universidade Federal da Paraíba, a utilização de APIs garante uma melhora na acessibilidade e disseminação de informações das coleções, além de permitir a criação de um acervo digital.

2. Metodologia

Com o intuito de organizar o projeto, suas entregas e objetivos, foi adotada uma combinação de partes da metodologia de pesquisa-ação e também de métodos ágeis para planejar, desenvolver e testar a solução de automação do controle de localização e movimentações de obras do acervo do MASP. A pesquisa-ação, na forma de reuniões quinzenais com o MASP, foi necessária no âmbito do nosso projeto para realizar ciclos iterativos de planejamento, execução e reflexão, integrando a equipe técnica e o staff do museu no desenho e aperfeiçoamento da ferramenta. Em paralelo, o uso de sprints do grupo e reuniões de alinhamento com os orientadores, de maneiras semanais, garantiram um processo de desenvolvimento colaborativo e transparente, viabilizando ajustes rápidos a partir de feedbacks.

Durante as primeiras semanas do projeto, após entender melhor a proposta e definir seu escopo inicial, houve a primeira visita da equipe junto com o coorientador Maurício Bouskela no MASP, com o intuito de conhecer melhor tanto a equipe do museu encarregada do projeto como o espaço físico do acervo para buscar restrições que poderiam dificultar o desenvolvimento da solução de automação do controle das obras.

Após o escopo ser definido e estar de acordo com a equipe do MASP, o projeto foi dividido nas seguintes etapas:

- Protótipo inicial da aplicação Web que será utilizada pelos funcionários, com a função de registrar a movimentação das obras. Para esta etapa, foi utilizada uma cópia contendo um subconjunto de itens do banco de dados do acervo do MASP, para facilitar modificações;
- Piloto do projeto, conectado com o banco de dados do museu, rodando em apenas uma sala do acervo, para manter um ambiente controlado de testes, além de começar a implementação dos QR Codes nesta sala inicial.

2.1 Coleta de dados sobre o projeto

A fim de compreender os requisitos e desafios do MASP, o grupo realizou três reuniões com o staff e analisou documentos fornecidos pela equipe do museu. As reuniões, cada uma com duração média de 30 a 45 minutos, ocorreram junto à equipe de TI e aos responsáveis pela catalogação e movimentação das obras. Nessas reuniões, procurou-se entender como o registro manual das movimentações é feito, assim como as principais dores e necessidades enfrentadas.

Além das reuniões, foram efetuadas visitas presenciais às áreas de guarda e exposição do MASP, o que proporcionou uma imersão prática, permitindo observação direta e identificação das limitações do processo atual. Adicionalmente, o museu disponibilizou documentos internos que incluíam mapas de salas de exposição, manutenção e guarda das obras, bem como lista dos locais de armazenamento e acesso a uma base de dados abrangendo o período de 2017 a 2024, contemplando todas as obras e seus históricos de localização. Os testes-piloto foram realizados utilizando o conjunto de locais e obras reais do acervo, garantindo representatividade e realismo no processo de validação da solução.

A dinâmica interna do grupo também foi documentada. Decisões relevantes e alinhamentos foram registrados em um grupo de WhatsApp específico para o projeto, enquanto as reuniões formais com o MASP foram documentadas em atas. Já as sprints semanais podem ser acompanhadas pelos commits no repositório, oferecendo um panorama do progresso e das melhorias implementadas.

2.2 Análise dos Dados Coletados

Para analisar as informações obtidas nas entrevistas e documentos fornecidos, a principal ferramenta utilizada foi a Análise SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e

Ameaças). Essa abordagem ajudou a entender o cenário atual do museu, considerando tanto os pontos positivos quanto os desafios que precisam ser enfrentados.

Forças (Pontos Fortes)

- O MASP é referência nacional e internacional;
- Equipe experiente e comprometida;
- Preocupação atual com rastreabilidade;
- Infraestrutura ampliada com novo prédio.

Fraquezas

- Processo manual com uso de papel;
- Falta de separação clara de funções;
- Dificuldade de automação com o sistema In.Arte, por ser fechado e sem API pública.

Oportunidades

- Adoção de QR Codes e sistemas simples com baixo custo;
- Possibilidade de integrar com o In.Arte;
- Expansão do prédio como chance de modernização;
- Possibilidade de uso de RFID.

Ameaças

- Resistência a mudanças;
- Baixo orçamento para tecnologia;
- Sobrecarga da equipe atual;
- Integrações dependem de terceiros.

Com base nessa análise, ficou clara a necessidade de uma solução digital simples e prática, adaptada à rotina real do museu e com potencial de evolução.

3. Desenvolvimento

O objetivo central deste projeto é automatizar o registro e o controle de localização das obras do acervo do MASP, de modo a substituir procedimentos manuais por um sistema integrado que reduza erros e forneça maior transparência no processo. A resolução está focada nas etapas 6, 7 e 8 do fluxo de trabalho do MASP, conforme será descrito na seção 3.1.

Nesses estágios, a movimentação passa a ser oficialmente registrada, podendo ser de entrada ou saída (somente movimentações de entrada são registradas no banco de dados), e o histórico de localização da obra é atualizado no banco de dados do MASP que é gerenciado pela empresa chamada In.Arte. A seguir está um fluxograma que mostra o processo para a movimentação de uma obra.

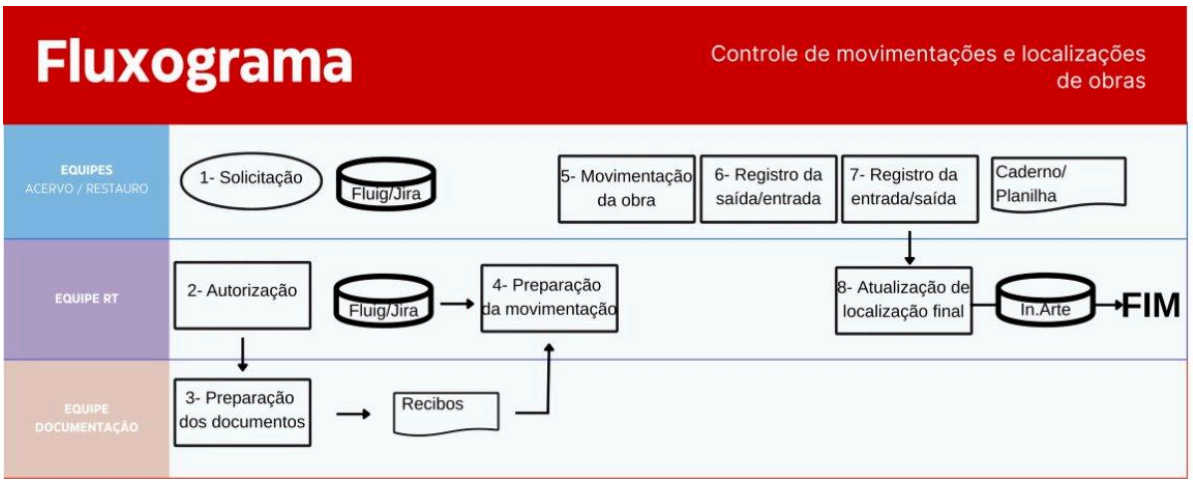


Imagem 2: Fluxograma dos controle de movimentações e localizações de obras do MASP

3.1 Visão Geral do Processo

Para contextualizar, o fluxo completo de movimentação de uma obra inicia-se com a solicitação de movimentação (passo 1), etapa na qual um integrante da equipe do acervo preenche um formulário especificando o tipo de movimentação, o motivo e o local de destino. Na sequência, ocorre a autorização (passo 2), onde um membro da Equipe de Preparo, revisa e aprova formalmente essa solicitação. Vale destacar que esses dois passos desempenham principalmente um papel de registro e controle interno das solicitações já realizadas, identificando claramente as obras que estão na fila aguardando transporte.

Em seguida, ocorre a preparação dos documentos de transporte (passo 3) pela Equipe de Documentação, etapa necessária apenas em casos de movimentação externa, como um empréstimo para outros museus ou instituições. Posteriormente, é realizada a preparação

logística (passo 4), que inclui a retirada das tags de identificação removíveis, (pois as obras não podem ser expostas com essas tags) além do acondicionamento adequado, embalo protetor e separação dos equipamentos como carrinhos, utilizados para transporte das peças.

Depois disso, a obra então é movimentada entre os ambientes (passo 5), podendo envolver transferências entre prédios, salas de reserva técnica, salas de restauro, áreas expositivas ou ambientes externos.

Concluída a movimentação, ocorre o registro das saídas e entradas das obras (passos 6 e 7), atualmente realizado de maneira manual. Nessa fase um integrante da Equipe de Documentação ou da Equipe de Conservação precisa anotar, em cadernos ou planilhas físicas, informações como a identificação da obra (número de tombo), local de origem, local de destino e o horário sempre que uma peça sai ou entra em um determinado ambiente. Após essa etapa manual, é necessário transferir esses mesmos dados para o banco de dados gerenciado pelo sistema In.Arte (passo 8), procedimento que é basicamente digitar as informações previamente anotadas. Apenas depois desse último registro no sistema é que o deslocamento pode ser considerado oficialmente documentado, garantindo um controle sobre as movimentações das obras.

3.2 Problema Abordado

A proposta deste projeto trata da automatização do processo atual de registro das movimentações das obras (passos 6 e 7) e da atualização do histórico no banco de dados (passo 8). Hoje, o MASP depende de anotações manuais e digitação duplicada, o que gera retrabalho, erros e perda de tempo. O objetivo aqui é eliminar essas etapas manuais, digitalizando e padronizando todo o fluxo com mais segurança e eficiência. A solução desenvolvida busca garantir que, a cada movimentação, os seguintes dados sejam registrados de forma precisa:

- Responsável: identificação automática do funcionário que executa a movimentação;
- Obra: escaneamento de um QR Code único fixado na tag da obra;
- Local: escaneamento de um QR Code correspondente ao local de origem ou destino;
- Tipo de movimentação: entrada ou saída;
- Notas: campo opcional para observações específicas (por exemplo, estado da obra);
- Data e hora: registro automático do momento da ação.

Com isso, foi-se criado uma aplicação web que permite que o funcionário do museu registre movimentações em poucos passos, com interface intuitiva e responsiva. O sistema conecta diretamente com o banco de dados, atualizando os registros sem depender de transcrição manual. Desde o início, as decisões de design da aplicação foram guiadas por dois principais cenários reais observados no museu:

- **Movimentações internas**: como transferências entre a Reserva Técnica e a Sala de Conservação. Esse tipo representa a maioria dos casos e exige agilidade, pois envolve várias obras ao mesmo tempo.
- **Exposições temporárias**: quando obras são deslocadas para montagem ou desmontagem de exposições. Aqui, a rastreabilidade é crítica, pois são operações mais visadas institucionalmente.

Esses dois casos guiaram o desenvolvimento da interface: o sistema precisava ser simples para o dia a dia, mas robusto o suficiente para manter controle rígido em movimentações mais críticas. A partir de ciclos curtos de desenvolvimento, testes em ambiente real e validação com a equipe do MASP, as funcionalidades foram ajustadas simultaneamente a documentação de todas as decisões para que o produto final refletisse de fato a necessidade prática do museu.

3.3 Design da Ferramenta

Para garantir uma boa experiência para os usuários, realizamos um processo iterativo que incluiu diversas etapas, desde prototipagem inicial até ajustes baseados em testes e feedback dos funcionários do MASP. O objetivo principal durante o projeto foi criar uma interface intuitiva e simples para os funcionários, exigindo um número mínimo de etapas para o registro das movimentações.

3.3.1 Prototipagem Inicial

Inicialmente, o protótipo desenvolvido pelo grupo contava apenas com duas telas básicas:

- Tela de Login: onde o funcionário deveria inserir seu nome de usuário e senha para acessar o sistema.

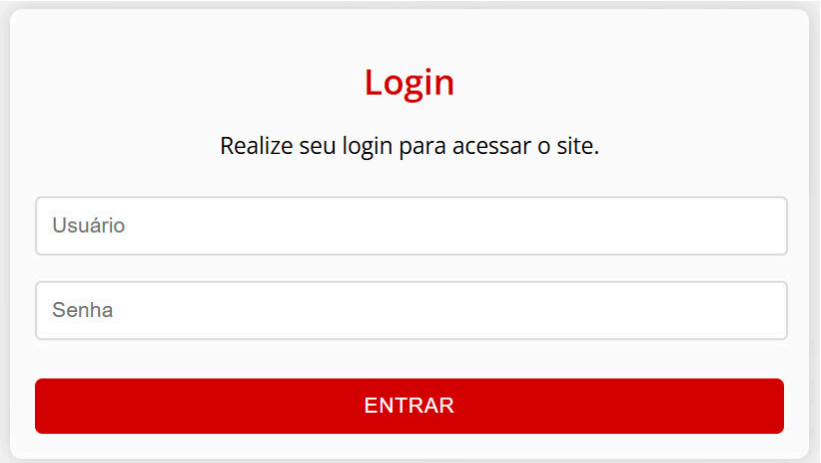


Imagem 3: página de login durante o protótipo

- Tela de Movimentação: destinada ao registro das movimentações de entrada e saída das obras.

Imagem 4: página de movimentações durante o protótipo

Nesta etapa, a interface de movimentações era bastante simples, contendo apenas campos para inserção manual das informações necessárias, como identificação da obra, local, usuário e tipo da movimentação. Para auxiliar no preenchimento dos dados, já havia sido implementado o recurso de autocomplete, oferecendo maior facilidade na digitação dos campos.

É importante destacar que, apesar da simplicidade inicial e da ausência da integração com o scanner de QR Code, esse protótipo já estava conectado diretamente ao nosso banco de dados local (PostgreSQL). Essa conexão permitiu desde o início realizar testes reais do registro das movimentações e validar a estrutura de dados criada pelo grupo.

Esta versão inicial teve como objetivo validar as funcionalidades básicas da aplicação, como a autenticação do usuário e a gravação de registros diretamente no banco de dados, e serviu como ponto de partida sólido para as melhorias implementadas posteriormente.

A seguir segue um recorte da tela de movimentação com informações sobre uma movimentação e, a seguir, uma imagem mostrando essa movimentação no banco de dados.

Imagem 5: página de movimentações com informações

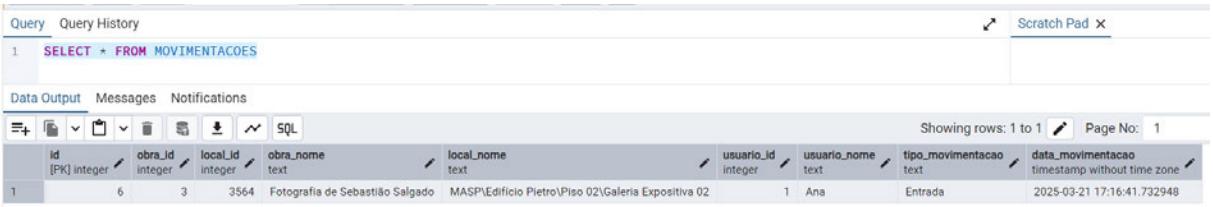


Imagem 6: tabela "movimentacoes" com as informações inseridas

3.3.2 Primeiros Testes

Após finalizar a prototipagem inicial, realizamos uma reunião on-line com funcionários do MASP responsáveis pelas movimentações das obras, para apresentar a proposta inicial e observar suas impressões com o protótipo. Essa sessão de testes teve como objetivos principais:

- Entender as dificuldades enfrentadas com o fluxo manual atual.
- Identificar possíveis melhorias na experiência do usuário.

Durante os testes iniciais, diversas limitações foram rapidamente percebidas pelos usuários e pelo grupo, especialmente relacionadas à digitação manual excessiva, o que resultava em lentidão e potenciais erros. Outro ponto frequentemente destacado foi a necessidade de agilizar o preenchimento das informações para garantir eficiência nas movimentações, especialmente em possíveis cenários de alta demanda.

3.3.3 Iterações e Melhorias Implementadas Após Primeiros Testes

Com base no feedback coletado nos testes iniciais, partimos para uma fase de melhorias na interface e nas funcionalidades do sistema. As principais alterações realizadas foram:

- **Implementação de leitura por QR Code:** Iniciamos o uso de etiquetas QR Codes como forma de identificação única e rápida das obras e dos locais. Com isso, implementamos um leitor utilizando a biblioteca html5-qrcode. Esta funcionalidade reduziu significativamente o tempo de preenchimento dos dados e praticamente eliminou os erros de digitação. A seguir, temos uma imagem que mostra o leitor de QR Code em funcionamento.

(Imagem 7: Leitor da tela de Movimentação)

- **Eliminação do campo de usuário:** Para deixar a ferramenta ainda mais segura, removemos o campo de usuário e substituímos pelo preenchimento automático a partir da inserção dos dados na página de login, assim não teria mais o perigo do funcionário selecionar o usuário errado para realizar a movimentação.
- **Feedback visual instantâneo:** Adicionamos mensagens imediatas de sucesso e erro após cada operação realizada. Esses feedbacks ajudam a evitar confusões sobre o resultado das operações, fornecendo clareza aos usuários. A imagem 8 ilustra a tela de movimentação com esses ajustes.

(Imagem 8: Tela Movimentação com o usuário selecionado e um campo de erro)

3.3.4 Testes Intermediários

Após implementar as melhorias pensadas durante os primeiros testes, realizamos uma nova sessão de validação com a equipe técnica do MASP. Desta vez, a reunião foi novamente online, visando apresentar as funcionalidades aprimoradas e garantir que as modificações estavam alinhadas com as expectativas do museu.

Durante essa reunião, os usuários avaliaram positivamente as alterações feitas nas telas de Login e Movimentação, destacando a eficiência trazida pela funcionalidade de escaneamento de QR Codes e pelo preenchimento automático do usuário, eliminando totalmente os problemas anteriormente relacionados à seleção incorreta do funcionário responsável.

Entretanto, duas questões importantes foram levantadas pelos usuários nesse teste, indicando necessidades ainda não contempladas pelo sistema atual:

- **Geração dos QR Codes:** Foi apontado pelos usuários que o sistema In.Arte já possuía uma funcionalidade para gerar etiquetas QR Codes, porém, essa funcionalidade não estava operante no momento dos testes, gerando uma lacuna para a implantação prática do projeto. Então ficou decidido que nossa equipe seria responsável por criar uma tela dedicada especificamente para a geração desses QR Codes, garantindo autonomia e eficiência ao processo.
- **Histórico de Movimentações:** Outro ponto levantado pelos funcionários foi a necessidade de consultar o histórico das movimentações específicas de uma obra, o que ainda não estava contemplado no protótipo apresentado até então. Este recurso é fundamental para garantir maior rastreabilidade e controle sobre o fluxo das obras dentro do museu. Assim, ficou também sob nossa responsabilidade implementar uma tela que permitisse a consulta rápida e prática desse histórico, contribuindo para a melhor gestão e controle das peças do acervo.

Esses feedbacks foram extremamente relevantes, pois direcionaram esforços adicionais para funcionalidades que garantiriam o funcionamento do processo e trariam mais autonomia ao sistema.

3.3.5 Iterações e Melhorias Implementadas Após Testes Intermediários

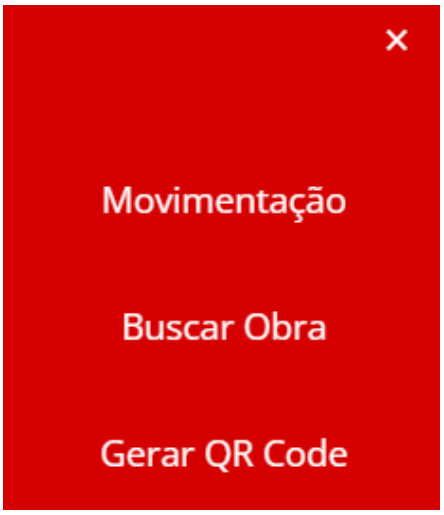
A partir das demandas identificadas na etapa intermediária de testes, partimos para novas implementações e melhorias na interface da aplicação, visando atender às expectativas e necessidades destacadas pelos usuários do MASP. As principais evoluções feitas nesta fase foram:

- **Tela para Geração Individual de QR Codes:** Desenvolvemos inicialmente uma interface simples e prática, que permitia gerar individualmente QR Codes para obras e locais. Nesta interface, o usuário digitava o identificador da obra ou local desejado, e a aplicação retornava rapidamente o QR Code correspondente, com o código textual centralizado abaixo da imagem gerada. Este recurso foi implementado utilizando a biblioteca qrcode, que gera imagens em formato PNG facilmente imprimíveis. Com isso, garantimos que a geração das etiquetas QR Codes fosse rápida e intuitiva para os usuários. A imagem abaixo demonstra essa funcionalidade em ação.

(Imagem 9: Exemplo de geração individual de QR Code pelo sistema)

- **Tela de Consulta de Histórico de Movimentações:** Para sanar a necessidade apontada de consultar rapidamente o histórico de movimentações de uma obra específica, criamos a tela chamada "Buscar Obra". Nesta nova tela, o usuário pode digitar o número de tombo ou o nome da obra desejada. A aplicação então exibe as movimentações mais recentes, incluindo informações completas sobre tipo da movimentação, usuário responsável, locais de origem/destino e a data e hora exata da movimentação. A exibição dessas informações proporciona aos funcionários um controle maior e mais eficiente sobre o fluxo histórico das obras dentro do museu.
- **Implementação de Menu "Hambúrguer":** Para melhorar ainda mais a experiência do usuário, especialmente em dispositivos móveis e tablets utilizados pelos funcionários do museu, implementamos um menu lateral no formato "hambúrguer", que pode ser exibido e encolhido. Este menu permite acesso fácil e rápido às diferentes telas e funcionalidades da aplicação (Movimentação, Geração de QR Codes

e Busca de Obras), sem comprometer o espaço útil das telas principais. A imagem abaixo mostra o menu implementado na aplicação.



(Imagem 10: Menu hambúrguer implementado na interface)

- **Deploy da Aplicação na Plataforma Render:** Outro avanço nesta fase foi o deploy da ferramenta utilizando a plataforma Render. Com isso, a aplicação passou a estar hospedada na nuvem, permitindo que os funcionários pudessem acessá-la diretamente de qualquer dispositivo móvel ou computador. O acesso remoto facilitou a realização dos testes seguintes e permitiu uma simulação mais realista do uso cotidiano pelos funcionários do museu.

Essas funcionalidades adicionais e a disponibilização online trouxeram maior autonomia e eficiência para os usuários do MASP. A geração própria dos QR Codes eliminou dependências externas, enquanto a consulta ao histórico de movimentações, a navegação facilitada pelo menu e o fácil acesso remoto ao sistema melhoraram significativamente a usabilidade geral da ferramenta.

3.3.6 Últimos Testes

Após finalizarmos as implementações previstas para o sistema, realizamos testes presenciais nas dependências do MASP. Os testes ocorreram especificamente na sala Reserva Técnica 2, onde pudemos avaliar, em condições reais, as funcionalidades do sistema. A seguir, temos imagens mostrando a sala durante os testes.

[redacted]

(Imagem 11,12 e 13: Reserva Técnica 2 durante os testes)

Antes de iniciarmos os testes práticos, foi necessário preparar a sala devidamente. Realizamos a impressão dos QR Codes de obras e locais em folhas sulfite. Cada QR Code

impresso foi recortado manualmente e colado, utilizando fita dupla-face, nos locais da sala Reserva Técnica 2 e em algumas obras selecionadas para teste. Essa preparação garantiu uma experiência próxima ao cenário real em que o sistema seria utilizado posteriormente pelos funcionários do museu.

(Imagem 14: Mapoteca 1 com QR Codes)

Para validar o funcionamento do sistema, definimos dois casos de uso principais:

Caso de Uso 1 - Mover a obra de um lugar para outro na Reserva Técnica. Este caso teve o objetivo de simular uma situação real e simples do cotidiano do museu, seguindo os seguintes passos:

1. O funcionário acessa o sistema e realiza o login com suas credenciais;
2. O funcionário escaneia o QR Code da obra “Cobra gosta de folha seca” cujo número de tombo é MASP.11502;
3. O funcionário escaneia o QR Code do local atual da obra, sendo que ele corresponde à “Reserva Técnica 2 - Mapoteca 1 - Gaveta 12”, cujo código é RT2/M1G12;
4. O funcionário seleciona o tipo de movimentação (neste caso, saída);
5. O funcionário registra a movimentação no sistema;
6. O funcionário escaneia novamente o QR Code da mesma obra (MASP.11502);

7. O funcionário escaneia o QR Code do novo local de armazenamento da obra, sendo ele “Reserva Técnica 2 - Mapoteca 1 - Gaveta 4”, cujo código é RT2/M1G4;
8. O funcionário seleciona o tipo de movimentação (agora entrada);
9. O funcionário registra esta segunda movimentação.

Este primeiro teste ocorreu com sucesso, confirmando a eficácia da ferramenta em cenários simples de movimentações internas.

Caso de Uso 2 - Retirar duas obras do mesmo local ao mesmo tempo. O segundo caso teve como objetivo avaliar o desempenho e a praticidade da ferramenta ao lidar com múltiplas movimentações simultaneamente. O procedimento seguiu os passos abaixo:

1. Os funcionários acessam o sistema e fazem login com suas credenciais;
2. O funcionário 1 escaneia o QR Code da obra “Peixe verdadeiro” (MASP.11501);
3. O funcionário 1 escaneia o QR Code do local atual da obra (RT2/M1G12);
4. O funcionário 2 escaneia o QR Code da obra “Pedaço de Mimãnãm” (MASP.11500);
5. O funcionário 2 escaneia o QR Code local atual da obra (RT2/M1G12);
6. Os funcionários selecionam o tipo de movimentação (saída);
7. Os funcionário registram as movimentações ao mesmo tempo;

Este caso também foi concluído com sucesso, demonstrando que a ferramenta conseguiu registrar ambas as movimentações de forma separada e organizada, mantendo a rastreabilidade de cada item em múltiplas operações.

Após esses dois casos, solicitamos aos funcionários que realizassem diversas movimentações adicionais por conta própria, e que explorassem o sistema livremente, para verificar sua interatividade e identificar possíveis erros ou limitações.

O retorno dos funcionários foi bastante positivo, demonstrando entusiasmo para incorporar a ferramenta ao fluxo oficial do MASP. Entretanto, eles sugeriram algumas melhorias adicionais que trariam ainda mais eficiência e praticidade ao sistema, sendo elas:

- **Inclusão do campo de Notas Adicionais na Tela de Movimentação:** Durante as movimentações, os funcionários comentaram que frequentemente há situações específicas que merecem ser documentadas no momento do registro, como observações de conservação ("obra em mau estado"). Como o sistema não permitia

registrar esse tipo de detalhe, ficou evidente que faltava um espaço livre para essas anotações.

- **Leitura de Múltiplas Obras para o Mesmo Local:** Outro ponto levantado foi que, em vários momentos do dia a dia, os funcionários movem várias obras de uma mesma estante ou sala para outro local. Na versão testada, era necessário escanear obra por obra e repetir o processo completo a cada movimentação, o que poderia se tornar inviável quando lidando com dezenas de obras.
- **Geração em Lote de QR Codes:** Embora a tela de geração individual de QR Codes tenha funcionado bem, ficou evidente que, em um cenário real, gerar uma etiqueta por vez não seria viável. Como o MASP possui milhares de obras e locais, gerar QR Codes manualmente para cada um deles demandaria muito tempo.
- **Página para Consulta e Exportação das Movimentações:** Inicialmente, a ferramenta contava apenas com a tela de “Buscar Obra”, que permitia consultar o histórico de movimentações de uma única obra por vez. No entanto, durante os testes finais, os funcionários identificaram a necessidade de uma visão mais ampla e analítica das movimentações registradas - por exemplo, visualizar todas as movimentações realizadas por um determinado funcionário, ou filtrar todas as entradas em um local específico dentro de um intervalo de datas.

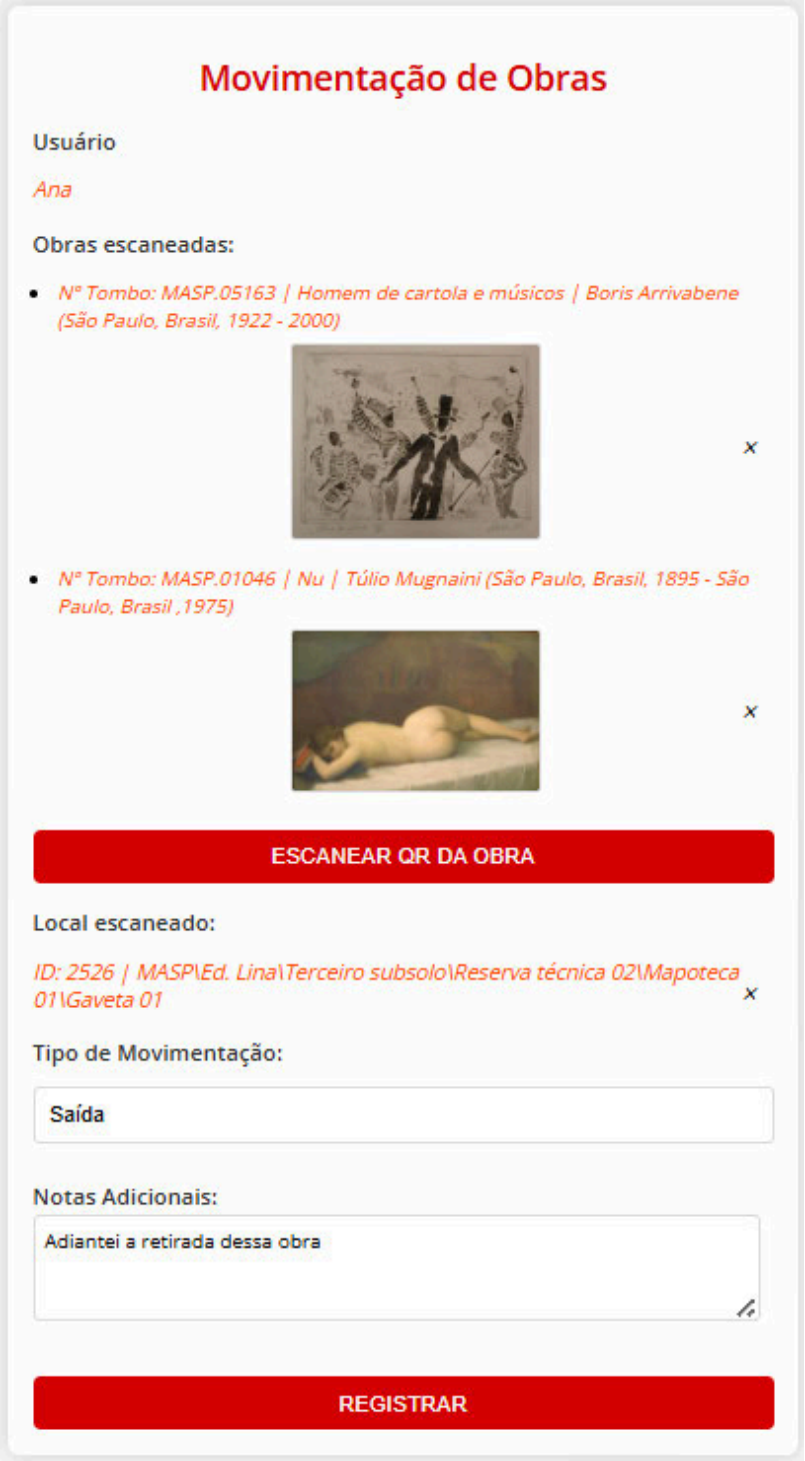
3.3.7 Iterações e Melhorias Implementadas Após Últimos Testes

Abaixo descrevemos as melhorias implementadas nesta última etapa de desenvolvimento, juntamente com as motivações e problemas práticos que elas vieram resolver.

- **Campo Opcional de Notas Adicionais na Movimentação:** Entendemos que essas anotações são importantes para serem documentadas, pois contribuem para reconstruir o contexto da movimentação em futuras consultas. Por esse motivo, adicionamos um campo de "Notas Adicionais" na tela de movimentação. Esse campo é opcional e pode ser preenchido sempre que o usuário desejar adicionar observações pertinentes à movimentação realizada.
- **Leitura de Múltiplas Obras para o Mesmo Local:** Para resolver esse problema, modificamos a estrutura da tela Movimentação permitindo que o funcionário escaneie várias obras consecutivamente antes de escolher um único local de destino e o tipo da movimentação. O sistema então registra cada obra como uma movimentação

individual no banco de dados, mantendo a rastreabilidade completa por obra, mas tornando o processo mais fluido e otimizado para o usuário. Essa mudança teve impacto na produtividade dos funcionários e reduziu o tempo necessário para registrar grandes volumes de movimentações.

A figura a seguir mostra o campo de notas adicionais e a funcionalidade de poder fazer múltiplas leituras de obras.



(Imagem 15: Tela de Movimentações com Leitura múltipla de obras e campo de Notas Adicionais)

- **Geração em Lote de QR Codes:** Ficou claro que a ferramenta precisava oferecer uma maneira de gerar diversos QR Codes de uma vez só, seja a partir de uma lista de códigos inserida manualmente ou a partir de um arquivo .csv. Por isso, criamos dois novos modos de operação na tela de geração, além do modo de gerar um a um:
    - Modo "Lote via Texto": o usuário insere diversos códigos separados por vírgula, espaço ou quebra de linha;

(Imagem 16: Gerando QR Codes no modo "Lote via Texto")

    - Modo "Lote via CSV": o usuário faz upload de um arquivo com uma lista de identificadores.

(Imagem 17: Gerando QR Codes no modo "Lote via CSV")

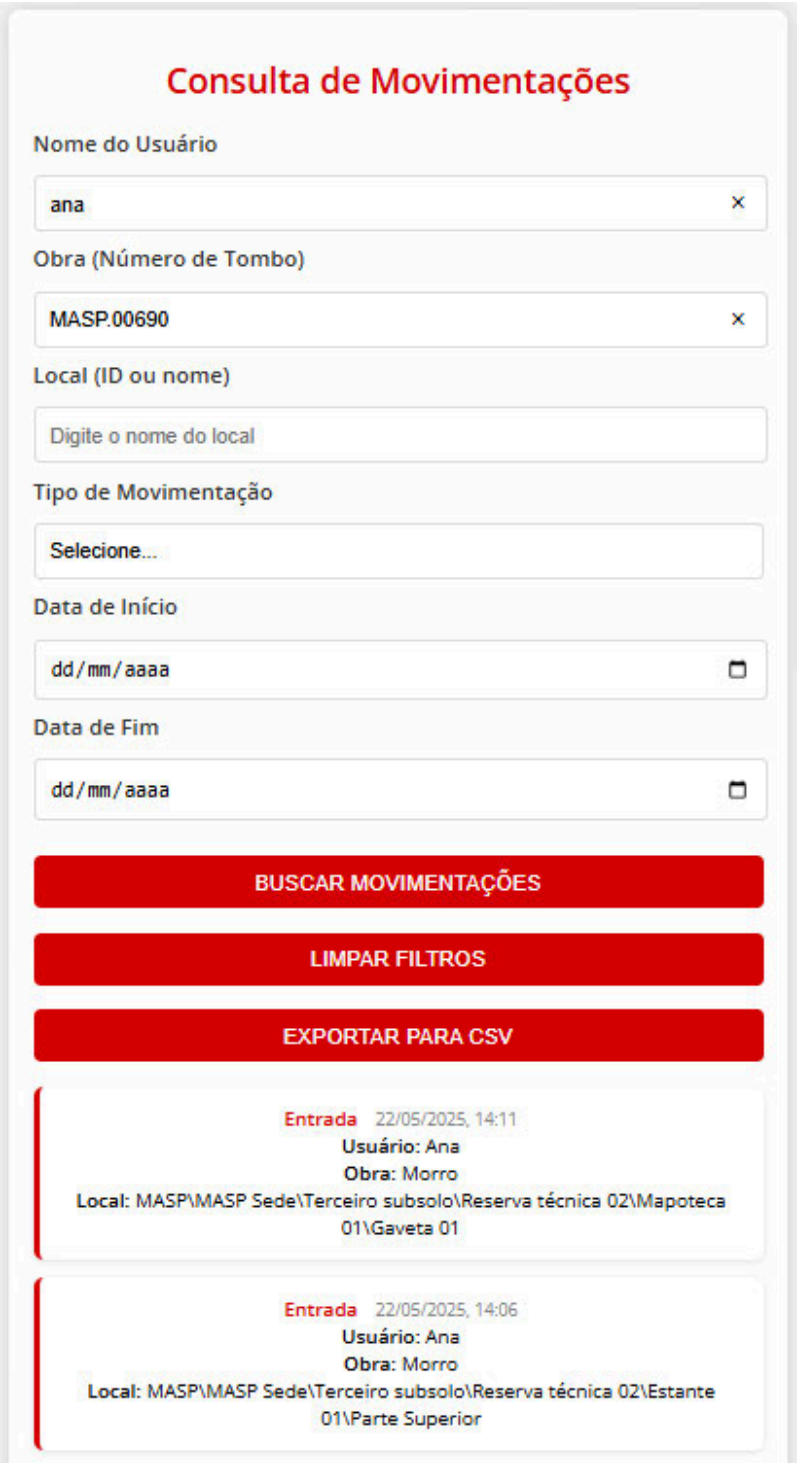
Depois de processar os códigos, a ferramenta gera todos os QR Codes e os agrupa em um arquivo .zip pronto para download e posterior impressão. Após o download, o conteúdo do arquivo pode ser impresso em folhas adesivas e aplicado nas tags das obras e nos locais de armazenamento, garantindo padronização e facilitando a leitura com a câmera do sistema. Essa etapa final completa o ciclo de preparação das etiquetas, permitindo sua utilização imediata no ambiente do museu.

- **Consulta e Exportação das Movimentações:** Uma das necessidades mais destacadas pela equipe do MASP foi a possibilidade de acessar e exportar um histórico das movimentações realizadas. Inicialmente, nossa ferramenta permitia apenas a busca pelo histórico de uma obra específica - funcionalidade útil, mas limitada, especialmente para análises mais amplas ou controle de processos por parte da equipe técnica do museu.

Durante os testes finais, ficou claro que seria necessário um sistema mais robusto de consulta, capaz de aplicar filtros combinados por:

- Nome ou ID da obra;
- Nome ou ID do local;
- Nome do usuário responsável;
- Tipo de movimentação (entrada ou saída);
- Intervalo de datas.

Diante desta necessidade, desenvolvemos uma nova tela chamada Consulta de Movimentações, que permite a aplicação desses filtros de forma flexível. Além da visualização na própria interface, foi implementada uma funcionalidade essencial: a exportação dos resultados em formato CSV. A seguir, temos uma imagem que mostra a tela de consulta de movimentações.



(Imagem 18: Tela Consulta de Movimentações)

Essa funcionalidade se tornou importante porque não temos autorização para inserir dados diretamente no banco de dados oficial do MASP (In.Arte) via API. Assim, a exportação das movimentações registradas em nosso sistema é o meio viável para que a equipe técnica do museu importe esses dados posteriormente em seu sistema oficial, respeitando a política de segurança e integridade de dados do In.Arte.

Com a criação dessa nova tela, optamos por substituir a antiga funcionalidade de "Buscar Obra", oferecendo agora uma funcionalidade muito mais completa, mas que ainda contempla a consulta individual por obras quando necessário. Isso tornou o sistema mais flexível e compatível com os processos reais do MASP.

3.3.8 Validação com os Usuários

A validação da ferramenta foi realizada em diferentes etapas com os funcionários do MASP, garantindo alinhamento constante entre o que estava sendo desenvolvido e as reais necessidades do museu. Durante os testes, os funcionários verificaram o funcionamento de todas as telas: Login, Movimentação, Geração de QR Codes e Consulta. O retorno foi amplamente positivo, com destaque para os seguintes pontos:

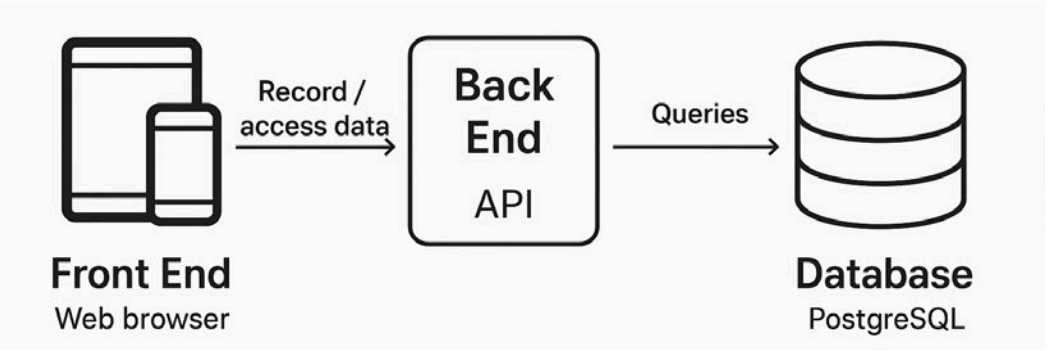
- Eficiência do escaneamento via QR Code: O uso de QR Codes agilizou significativamente o processo de registro, reduzindo o tempo de digitação e o risco de erros humanos;
- Preenchimento automático de dados: O fato de o sistema preencher automaticamente o nome do usuário após o login e buscar as informações da obra e local diretamente da base de dados trouxe segurança e agilidade ao processo;
- Consulta com filtros combinados: A nova tela de consulta com múltiplos filtros foi elogiada por permitir análises detalhadas e exportações em CSV para fins de controle interno e posterior integração com o In.Arte;
- Geração de QR Codes em lote: A possibilidade de gerar dezenas (ou até milhares) de etiquetas de uma vez só, com acompanhamento de progresso e opção de download em arquivo .ZIP, trouxe autonomia à equipe do museu. Durante os testes, foi possível gerar 1.883 QR Codes em aproximadamente 17 minutos, demonstrando que a ferramenta é capaz de lidar com grandes volumes de forma eficiente, mesmo operando em ambiente gratuito e com recursos limitados.

Essa validação prática demonstrou que a ferramenta se encaixa com sucesso no fluxo de trabalho do MASP, sendo considerada útil. Os funcionários demonstraram entusiasmo com o projeto, reforçando a relevância da iniciativa para a preservação e rastreabilidade do acervo.

3.4 Implementação Técnica

Para atender às necessidades de registro ágil e confiável das movimentações, o grupo optou por uma arquitetura dividida em front-end (responsável pela interação com o usuário), back-end (responsável pelo processamento dos dados), conectando com um banco de dados (PostgreSQL) para armazenamento. Essa separação permite que cada parte do sistema evolua de forma independente, melhorando a organização do projeto e facilitando futuras integrações necessárias.

Além disso, todo o sistema foi implantado na nuvem utilizando a plataforma Render, dividindo os serviços em três módulos: um para a API (back-end), um para a interface (front-end) e um para o banco de dados. Essa estrutura permite acesso remoto por qualquer dispositivo e facilidade de manutenção. A seguir, apresentamos um diagrama simplificado da arquitetura técnica do sistema:



(Imagem 19: Diagrama da arquitetura do sistema)

3.4.1 Front-end (React)

O front-end foi desenvolvido em React.js, uma biblioteca de JavaScript utilizada para criar interfaces rápidas e interativas. O foco foi criar uma ferramenta prática e adaptável a diferentes dispositivos, como tablets e notebooks usados pelos funcionários do MASP.

A aplicação foi estruturada em componentes reutilizáveis, organizados em páginas e subcomponentes, seguindo o padrão de projeto SPA (Single Page Application), onde todo o

carregamento inicial ocorre uma vez e a navegação entre as páginas ocorre de maneira instantânea, sem recarregamentos.

Principais bibliotecas e ferramentas utilizadas:

- React Router DOM: responsável pela navegação entre as telas. Por exemplo, quando um usuário faz login, ele é redirecionado automaticamente para a tela de Movimentação;
- Axios: utilizada para enviar e receber dados da API (o back-end da aplicação). Todas as operações, como buscar obras, registrar movimentações ou autenticar o usuário, passam por requisições HTTP com Axios;
- html5-qrcode: biblioteca utilizada para a leitura de QR Codes usando a câmera do dispositivo. Foi integrada de forma a funcionar em navegadores, sem a necessidade de hardware adicional;
- CSS customizado: a estilização foi feita com arquivos .css organizados por componente (index.css, Navbar.css, LerQR.css, entre outros). Isso permitiu uma ferramenta adaptada para a identidade visual do MASP;
- LocalStorage: espaço de armazenamento interno do navegador onde salvamos o token de autenticação do usuário após o login.

Estrutura técnica da aplicação:

A aplicação foi dividida em três blocos:

1. Componentes visuais e funcionais: como “NavBar” (“menu hambúrguer”), “LerQR”, campos de entrada e botões customizados;
2. Páginas principais: cada tela do sistema (Login, Movimentação, Gerar QR Code e Consulta de Movimentações) foi construída como um componente de página dentro da pasta “/pages”;
3. Serviços de comunicação com a API: criamos um arquivo chamado api.js centralizando todas as chamadas para o back-end. Isso facilita a manutenção e evita repetição de código.

Fluxo de autenticação:

Assim que o funcionário realiza o login, o servidor (back-end) retorna um token de autenticação JWT, que é salvo localmente no navegador. Esse token é como um “cartão de

identificação digital" do usuário. Ele é incluído automaticamente nos cabeçalhos das requisições subsequentes, permitindo que o servidor saiba quem está realizando cada ação.

Internamente, usamos esse token para:

- Preencher o nome do usuário automaticamente nas ações;
- Bloquear o acesso a páginas internas caso o usuário não esteja autenticado (rotas protegidas).

Responsividade e compatibilidade:

O sistema foi testado para funcionar corretamente em diferentes dispositivos:

- Computadores de mesa e notebooks (acesso tradicional);
- Tablets usados no museu (com foco em uso em campo);
- Celulares (em caso de necessidade de mobilidade ou testes).

Todos os elementos visuais foram ajustados para se adaptarem a diferentes tamanhos de tela, usando técnicas de responsividade em CSS.

3.4.2 Back-end (Node.js + Express)

O backend é responsável pela comunicação direta com o banco de dados, pelo processamento das requisições enviadas pelo frontend e pela integração com sistemas externos, garantindo segurança e integridade das informações. Para o desenvolvimento, escolhemos Node.js pela eficiência em aplicações web escaláveis e o framework Express.js, que simplifica a criação e gerenciamento das rotas da API.

A API segue o modelo de arquitetura REST, oferecendo uma comunicação padronizada e fácil de manter entre frontend e backend. Quando uma ação é realizada no sistema, como registrar uma movimentação ou buscar uma obra, o frontend envia requisições HTTP ao backend, que processa os dados recebidos e retorna respostas padronizadas em JSON.

Principais tecnologias utilizadas:

- Node.js: plataforma para execução de JavaScript no servidor;
- Express.js: estrutura para organizar as rotas e processar requisições;

- pg (node-postgres): biblioteca que realiza conexão e consultas ao banco de dados PostgreSQL;
- bcrypt: biblioteca para criptografar senhas, garantindo segurança dos usuários;
- jsonwebtoken (JWT): usada para gerar um “crachá digital” temporário que identifica quem está logado;
- axios: realiza requisições HTTP externas para integração com a API oficial do MASP.

Estrutura e funcionamento:

Ao abrir o sistema, o funcionário se autentica com nome e senha. Se os dados estiverem corretos, o servidor envia um token JWT, que é um código que representa aquele usuário. Esse token é guardado pelo navegador e enviado automaticamente em cada ação feita pelo usuário, garantindo que o servidor saiba quem está acessando e registrando informações.

Toda comunicação com o banco de dados é feita por meio de consultas SQL, através de uma conexão configurada para manter o horário sempre alinhado com o horário de São Paulo.

Principais funcionalidades da API:

As funcionalidades do sistema estão organizadas em diferentes rotas. As mais importantes são:

- /login: autentica o usuário e retorna um token JWT para sessões seguras;
- /movimentacoes (POST): registra entradas e saídas de obras com informações completas sobre local, tipo, usuário e notas adicionais;
- /obras e /locais: disponibilizam listas completas ou filtradas de obras e locais;
- /usuarios: retorna os usuários cadastrados para preenchimento automático;
- /movimentacoes/obra/:obra_id: fornece histórico recente das movimentações para uma obra específica;
- /movimentacoes (GET com filtros): permite consultar movimentações por obra, local, usuário, tipo e data, com possibilidade de exportação.

Integração parcial com o banco oficial do MASP:

Embora não haja integração direta completa com o banco oficial do MASP (In.Arte), conseguimos estabelecer uma conexão parcial via API para consultas à tabela oficial de obras. Essa integração garante que todas as consultas sobre obras sejam feitas diretamente ao banco

oficial, mantendo os dados sempre atualizados e evitando superlotação do nosso banco de dados da Render.

Como funciona:

- Cada consulta ou registro envolvendo uma obra ativa uma requisição direta à API oficial do MASP;
- As respostas são utilizadas para garantir que a informação no nosso sistema esteja consistente com o acervo real do museu.

Para garantir autonomia e desempenho, mantemos as seguintes tabelas no banco PostgreSQL na Render:

- Tabela de movimentações: registra todas as movimentações realizadas;
- Tabela de locais: todos possíveis locais de armazenamento das obras;
- Tabela de usuários: armazena informações dos funcionários que utilizam o sistema.

Esse modelo funcionou perfeitamente para os testes internos e para a fase piloto, porém tem limitações: não é possível inserir as movimentações no banco de dados do MASP. Por esse motivo, implementamos uma funcionalidade de exportação das nossas movimentações em CSV, um formato de planilha, para que os dados das movimentações possam ser importados posteriormente para o banco oficial do museu.

3.4.3 Banco de Dados (PostgreSQL)

O banco de dados escolhido para o projeto é o PostgreSQL, sendo ele amplamente utilizado no mercado para armazenar e gerenciar informações de maneira estruturada. Para organizar as informações, dividimos o banco em tabelas específicas:

- “usuarios”: armazena dados dos funcionários do MASP, como nome completo, usuário, e-mail e senha criptografada;
- locais: guarda informações dos locais físicos dentro do museu onde as obras são armazenadas. Cada local possui um identificador único (ID), um nome e um código;
- “movimentacoes”: essa é a tabela mais importante do sistema, pois registra detalhadamente todas as movimentações de obras realizadas dentro do museu. Para cada movimentação, registramos a obra, o local de destino ou origem, o usuário

responsável, o tipo (sendo entrada ou saída), a data e horário e possivelmente uma nota adicional.

O banco de dados foi projetado com foco em rastreabilidade e integridade das informações, garantindo que cada movimentação esteja vinculada a um usuário autenticado, uma obra válida e um local específico, aumentando a transparência e controle sobre o acervo.

3.4.4 Deploy na Nuvem (Render)

Para permitir o acesso à aplicação de qualquer lugar e qualquer dispositivo conectado à internet, realizamos o deploy completo na plataforma Render. Esse processo envolve colocar a aplicação disponível online, em servidores externos (nuvem), permitindo acesso constante e seguro.

Organizamos o projeto em três serviços independentes, cada um responsável por uma parte específica da aplicação:

- pfe-masp-api: hospeda o backend desenvolvido em Node.js, que processa dados e comunica com o banco;
- PFE-MASP: hospeda o frontend criado com React, responsável pela interface do usuário;
- maps-db: mantém o banco de dados PostgreSQL, onde as informações são armazenadas.

(Imagem 20: Recorte do dashboard na Render.)

Essa divisão facilita atualizações e manutenção. Se precisarmos alterar algo no frontend, por exemplo, não afetaremos o funcionamento do backend ou do banco de dados. Da mesma forma, mudanças no banco de dados podem ser feitas sem parar a aplicação inteira.

Vale ressaltar que estamos utilizando a versão gratuita da Render, que traz algumas limitações como:

- Menor disponibilidade de memória e poder de processamento;
- Tempo maior de inicialização dos serviços (cold starts).

Mesmo com essas limitações, a solução permanece acessível continuamente, permitindo uso efetivo em tablets, notebooks e celulares, essencial para o trabalho diário dos funcionários do museu.

3.4.5 Motivo da Escolha das Tecnologias

Optamos pela arquitetura composta por front-end React, back-end Node.js com Express e banco de dados PostgreSQL devido às suas vantagens em relação a manutenção e escalabilidade.

React e Node.js são amplamente reconhecidos e utilizados no mercado tecnológico, oferecendo vastas comunidades de suporte e permitindo fácil crescimento da aplicação conforme o aumento das demandas do MASP.

A separação clara em camadas simplifica a manutenção, permitindo ajustes rápidos e eficientes em uma parte sem impactar as demais. Por exemplo, podemos modificar o design da interface do usuário sem interferir diretamente na lógica ou segurança do banco de dados.

Outro fator relevante é que essa estrutura técnica é semelhante às soluções adotadas por empresas líderes em gestão de logística e movimentação de bens, como Amazon e Mercado Livre. Isso valida nossa escolha como uma boa prática reconhecida pelo mercado, garantindo que estamos alinhados com as melhores práticas atuais.

Finalmente, destaca-se a facilidade de expansão e integração futura com outros sistemas do MASP, como o In.Arte. A arquitetura permite facilmente incluir novos recursos e funcionalidades à medida que surgirem necessidades adicionais no museu, reforçando a

capacidade do projeto em acompanhar o crescimento e evolução contínua do acervo e das operações.

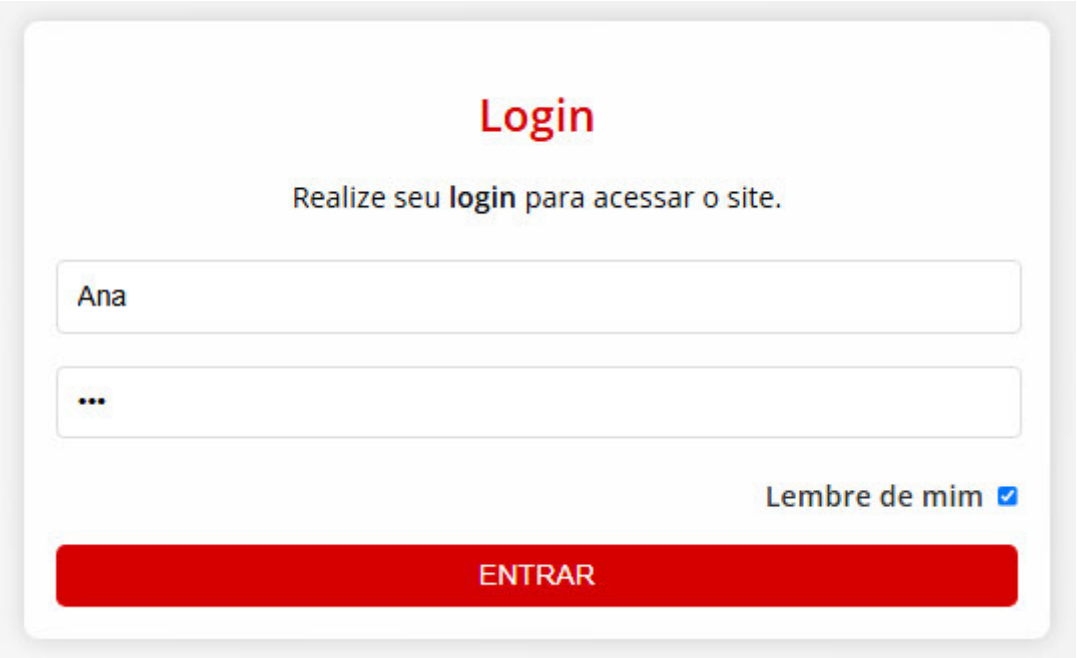
4. Resultados

Como resultado do projeto, foi desenvolvida uma ferramenta capaz de registrar, armazenar, consultar e exportar as movimentações das obras do acervo do MASP, também permitindo ao usuário gerar QR Codes tanto para obras, como para locais. A ferramenta foi desenvolvida por meio de uma página web hospedada na nuvem, sendo conectada a um banco de dados local, permitindo que os funcionários do museu registrem novas movimentações de forma rápida, eliminando as anotações manuais em cadernos ou planilhas, além de também, permitir a consulta o histórico de movimentações passadas de um obra.

4.1 Tela de Login

A primeira tela da aplicação é responsável por garantir que apenas pessoas autorizadas consigam acessar o sistema.

- O funcionário informa seu nome de usuário e senha cadastrados previamente;
- Quando os dados estão corretos, o sistema gera um token de autenticação (chamado de JWT - JSON Web Token). Esse token é como um “crachá digital”, que comprova que aquele funcionário está logado e tem permissão para usar o sistema;
- Esse token é guardado no próprio navegador do dispositivo (utilizando uma área chamada localStorage, que tem o papel de armazenar dados temporários);
- A partir disso, o usuário é direcionado automaticamente para a tela de Movimentação;
- O nome do usuário autenticado aparece na tela de Movimentação, preenchido automaticamente, evitando erros de identificação;
- O usuário é capaz de salvar seu nome de usuário no localStorage do navegador através do botão “Lembre de mim”.



(Imagem 21: Tela de Login da página web)

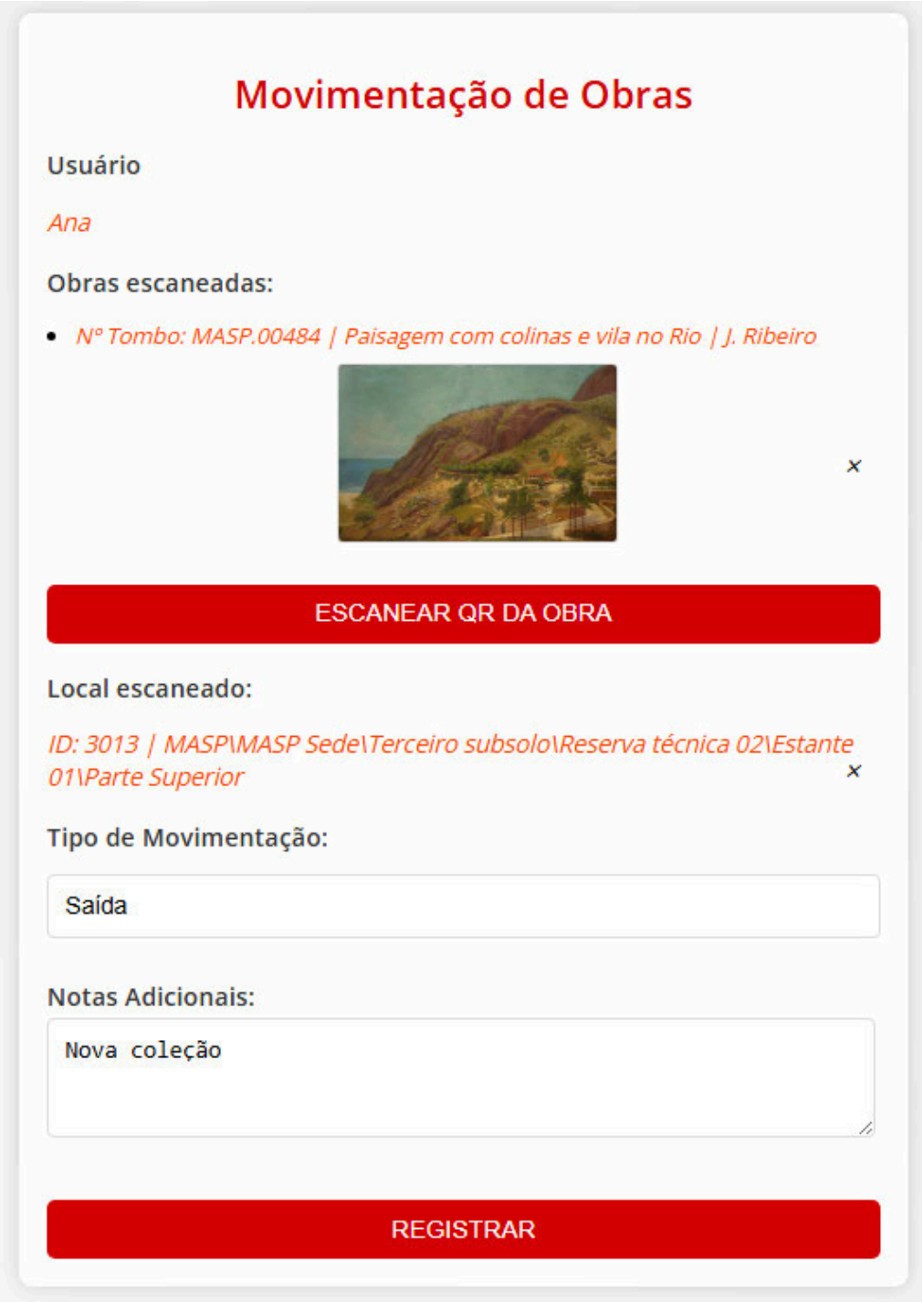
Na imagem 21, é possível observar que o funcionário preenche a página com seu nome de usuário "Ana" e a sua senha, permitindo a sua entrada, uma vez que seu nome e sua senha estão previamente cadastrados.

4.2 Tela de Movimentação

Essa é a principal tela do sistema e é usada para registrar quando uma obra entra ou sai de um local dentro do museu.

- O funcionário tem campos para escanear o QR Code da obra e, em seguida, o QR Code do local. Isso pode ser feito com a câmera do próprio celular ou tablet, sem precisar de um leitor especial. Ao escanear o QR Code de uma obra, é mostrado ao funcionário, uma imagem da obra como forma de checagem;
- Em seguida, o funcionário seleciona o tipo de movimentação: Entrada (quando a obra está sendo levada para o local) ou Saída (quando está sendo retirada);
- Há também um campo opcional para adicionar observações, caso seja necessário registrar algum detalhe específico daquela movimentação;
- O sistema registra a movimentação no banco de dados com todas as informações: nome da obra, local, nome do usuário, tipo de movimentação, horário exato e, se houver, as observações;

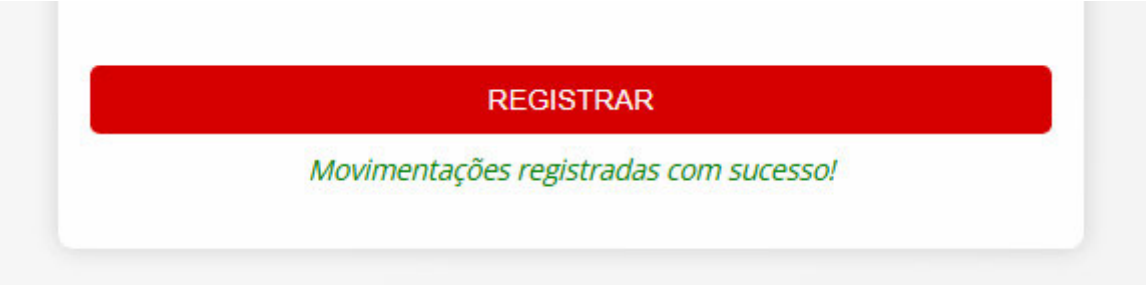
- Também é possível registrar várias obras de uma vez para o mesmo local, escaneando todas elas antes de registrar. Isso otimiza o tempo sem comprometer a rastreabilidade, pois cada movimentação é registrada separadamente no sistema.



(Imagem 22: Tela de Movimentações de Obras da página web)

Observando a imagem 22, notamos que o funcionário, dentro do usuário “Ana”, escaneou a obra “Paisagem com colinas e vila no Rio” de J. Ribeiro e o local “Reserva técnica

02\Estante 01\Parte Superior", selecionou o "Saída" como Tipo de Movimentação e escreveu "Nova coleção" no campo de Notas Adicionais.



(Imagem 23: Feedback da Tela de Movimentações de Obras)

Na imagem 23, temos o feedback da página ao funcionário, mostrando que a sua movimentação foi registrada no banco de dados.

4.3 Tela de Gerar QR Code

Desenvolvida para gerar QR Codes de obras e de locais do acervo, essa página oferece a opção de gerar tanto em lote como QR Codes individuais.

- O funcionário tem a opção de gerar QR Codes de 3 modos:
    - Manual: permite gerar QR Codes individuais de obras ou locais via texto;
    - Lote via Texto: permite gerar QR Codes em lotes de obras ou locais via texto;
    - Lote via CSV: permite gerar QR Codes em lotes de obras ou locais via upload de arquivos .CSV.
- Após escolher o modo de preferência e preencher com os QR Codes desejados, é exibido a porcentagem do progresso da geração, mantendo o funcionário atualizado.
- No fim da geração, é disponibilizado o download dos QR Codes em forma de arquivo .ZIP. Em casos de geração manual, também é disponibilizado a imagem do QR Code seguido do nome do local ou obra para garantir que o funcionário preencheu corretamente.

(Imagem 24: Geração manual de um QR Code na página web)

Em um exemplo em que o funcionário gera apenas um QR Code de um local manualmente, a imagem 24 mostra o resultado da geração, onde é devolvido uma imagem do QR Code, seu nome completo e a opção de baixar a imagem.

(Imagem 25: Geração em Lote via Texto de QR Codes na página web)

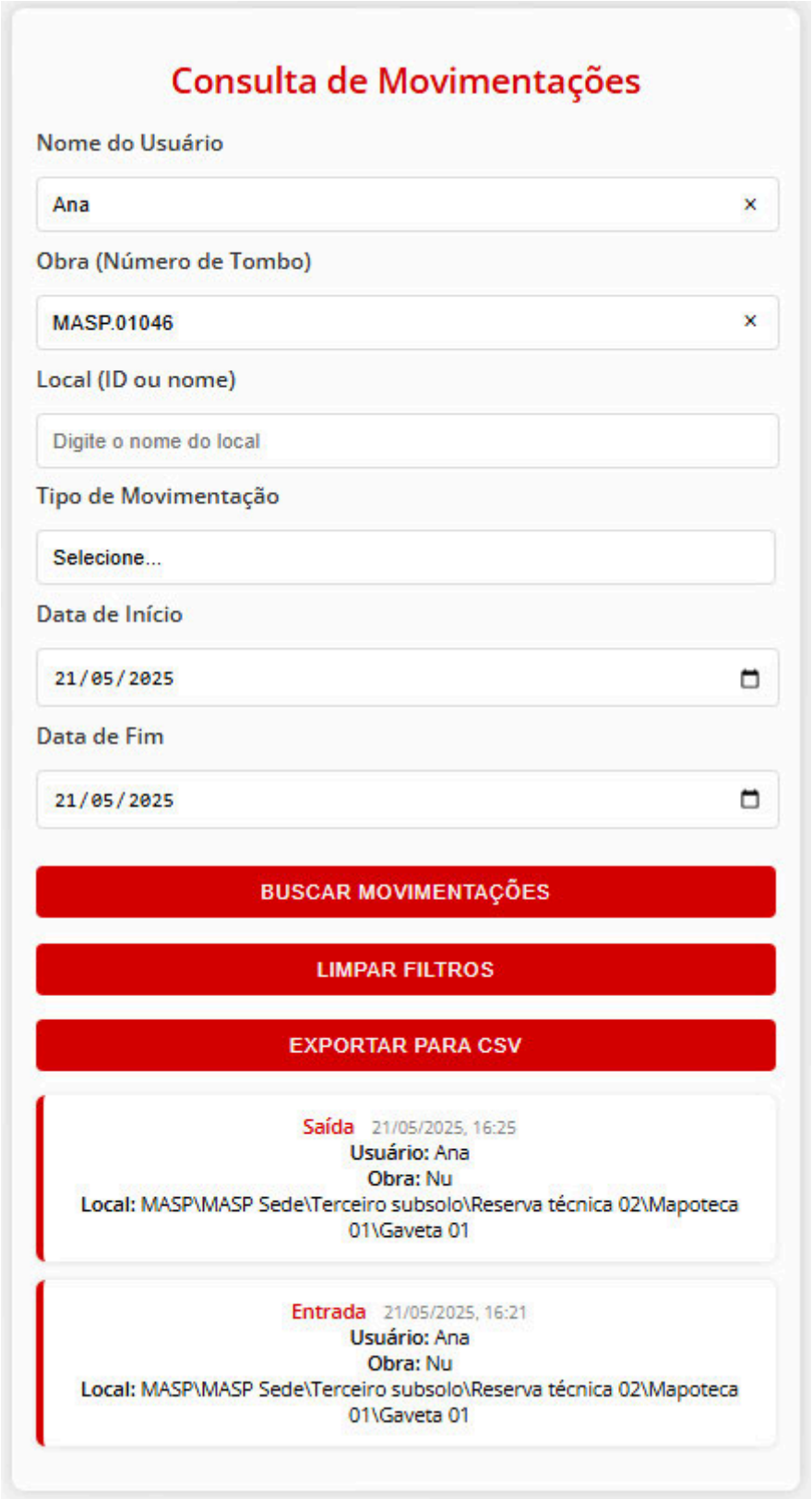
Caso opte por gerar mais de um QR Code, como é o exemplo da imagem 25, onde o funcionário via texto insere o número de tombo de 3 obras diferentes, basta mudar o modo de geração para Lote via texto, sendo possível baixar todos QR Codes gerados em um arquivo .ZIP.

4.4 Tela de Consulta de movimentações

Com o intuito de poder consultar o histórico de movimentações de obras e de locais do acervo do MASP, essa tela permite que o funcionário aplique diversos filtros em sua pesquisa, garantindo uma consulta detalhada .

- O funcionário pode preencher os seguintes filtros antes de buscar o histórico de movimentações das obras do acervo, onde todos os campos contam com sugestões automáticas:
    - Nome de Usuário;
    - Obra, pelo número de tombo;

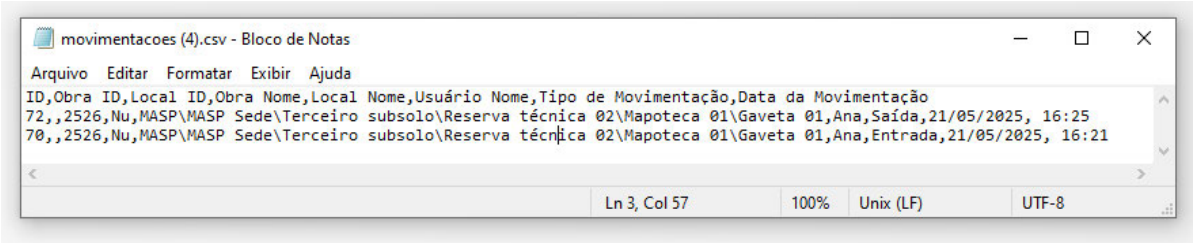
    - Local, pelo ID ou nome;
    - Tipo de Movimentação, sendo Entrada ou Saída;
    - Data de Início e Data de Fim.
- Após preenchido, ao buscar, é devolvido ao funcionário os resultados encontrados no histórico de movimentações de obras em uma lista organizada por ordem cronológica, contendo o nome do usuário responsável pela obra, o nome da obra, o tipo de movimentação e o local final,. Caso nenhum filtro seja preenchido, é devolvido o histórico completo de movimentações de obras ao funcionário;
- Se for preciso, o funcionário também é capaz de exportar os resultados mostrados para um arquivo .CSV, permitindo importar os dados para outros sistemas e bancos de dados;
- Em caso de erros, o funcionário pode limpar todos os filtros pré-escolhidos com o botão “Limpar Filtros”;



(Imagem 26: Consulta de histórico de movimentações de uma obra na página web)

Para pesquisar as movimentações passadas de uma obra em uma ocasião específica, como é visto na imagem 26, onde o funcionário buscou as movimentações que ocorreram no

dia 21/05/2025 envolvendo o usuário “Ana” e a obra “Nu”, é necessário apenas ajustar os filtros.



(Imagem 27: Arquivo .CSV do histórico de movimentações de uma obra)

Em casos em que seja de interesse exportar as movimentações resultadas da consulta, o botão “Exportar para CSV” disponibiliza para o funcionário um arquivo .CSV via download, como é exemplificado na imagem 26, que é resultado da consulta da Imagem X-1.

4.5 Banco de Dados

O banco de dados utilizado neste projeto foi desenvolvido utilizando PostgreSQL, uma tecnologia para armazenamento e gerenciamento que usamos para trazer segurança para as informações relativas às movimentações das obras do acervo do MASP. Hospedado na plataforma Render, o banco está estruturado com tabelas específicas que garantem transparência e rastreabilidade dos dados registrados.

As tabelas utilizadas são:

- “usuarios”: Armazena informações essenciais sobre os funcionários autorizados a utilizar o sistema, incluindo nome completo, login, senha criptografada (hash) e endereço de e-mail. O armazenamento seguro das senhas criptografadas protege a privacidade e segurança dos usuários.

	id [PK] integer	nome text	senha text	senha_hash text	email text	estado text	nome_completo text
8	8	jBatista	[null]	$2b$10$z...	juliana.batista@masp.org.br	Ativo	Juliana de Souza Batista
9	9	jPeixoto	[null]	$2b$10$N...	juliana.peixoto@masp.org.br	Ativo	Juliana Peixoto
10	10	lAraujo	[null]	$2b$10$I6...	leandro.araujo@masp.org.br	Ativo	Leandro Araujo
11	11	lKulaif	[null]	$2b$10$D...	ligia.kulaif@masp.org.br	Ativo	Ligia Kulaif Perroni

(Imagem 28: Recorte da tabela “usuarios”.)

- locais: Guarda dados detalhados dos locais físicos de armazenamento dentro do museu. Cada local possui um identificador único (ID), um nome descritivo completo (por exemplo, "MASP\MASP Sede\Terceiro subsolo\Reserva técnica 02\Estante

01\Prateleira B") e um código simplificado para facilitar o escaneamento dos QR Codes correspondentes.

	id [PK] integer	nome character varying (255)	codigo character varying (50)
1	1741	MASP\MASP Sede\Terceiro subsolo\Reserva técnica 02	RT2
2	2541	MASP\MASP Sede\Terceiro subsolo\Reserva técnica 02\Eixo central	RT2/EC
3	3008	MASP\MASP Sede\Terceiro subsolo\Reserva técnica 02\Estante 01	RT2/E01
4	3010	MASP\MASP Sede\Terceiro subsolo\Reserva técnica 02\Estante 01\Prateleira B	RT2/E01B

(Imagem 29: Recorte da tabela locais.)

- "movimentacoes": Tabela central da aplicação, projetada para registrar cada entrada e saída das obras. Para cada movimentação são registrados:
  - Identificação única da movimentação;
  - Identificação única da obra movimentada;
  - Identificação do local de destino ou origem;
  - Identificação do usuário responsável pela movimentação;
  - Tipo da movimentação (entrada ou saída);
  - Data e horário exatos do registro;
  - Notas adicionais para detalhes específicos sobre o estado da obra ou motivos da movimentação (campo opcional);
  - Nome da obra, do local e do usuário (gravados diretamente para facilitar consultas posteriores).

O projeto desta base de dados garante a integridade dos registros, obrigando que cada movimentação esteja vinculada a um usuário autenticado, a uma obra válida (consultada diretamente na API oficial do MASP) e a um local específico. Essa estrutura não apenas garante uma rastreabilidade completa, mas também facilita consultas detalhadas e exportações dos dados para outros sistemas internos do museu.

4.6 Conexão com API

Para manter o banco de dados do projeto sempre atualizado com o acervo real do MASP e garantir a exatidão das informações cadastradas, foi estabelecida uma conexão parcial com a API oficial do MASP.

A API do In.Arte permite acessar diretamente informações atualizadas das mais de 12.000 obras do acervo do museu. Essa conexão ocorre através de requisições HTTP

realizadas sempre que uma obra é buscada ou escaneada pelo sistema. As requisições utilizam filtros específicos, principalmente o número de tombo da obra (identificador único), retornando:

- Título oficial da obra;
- Nome do autor (artista);
- Imagem digitalizada da obra, quando disponível;
- Informações adicionais que auxiliam na verificação da obra no momento da movimentação.

Com essa conexão, o sistema evita a duplicação de dados e garante que as informações utilizadas estejam sempre sincronizadas com a base oficial do museu, eliminando inconsistências e retrabalhos.

Sendo assim, a ferramenta é capaz de registrar movimentações de obras de forma automática por meio da leitura de QR Codes associados às obras e aos locais, eliminando a necessidade de transcrever informações manualmente. Auxiliados pela geração de QR Codes e a Consulta de movimentações de obras, os funcionários poderão utilizar a ferramenta tanto no processo de movimentação de obras como em consultas posteriores, facilitando o controle e a rastreabilidade das obras do acervo.

Em geral, os resultados obtidos demonstram que a abordagem proposta atende de forma eficaz às demandas identificadas na fase que foi determinado o escopo, viabilizando maior controle, confiabilidade e transparência no registro das movimentações do acervo. A ferramenta otimizou o fluxo de trabalho, reduziu erros operacionais e eliminou o tempo anteriormente gasto com registros manuais. Além disso, se mostrou escalável e compatível com a integração aos sistemas internos do acervo do MASP.

5. Discussão

Nesta seção, são discutidos os resultados obtidos e os desafios enfrentados ao longo do desenvolvimento do projeto, relacionando-os aos objetivos iniciais e às práticas adotadas pela equipe. Além disso, são analisadas as limitações identificadas durante a integração com o sistema oficial do MASP, o In.Arte, e são apresentadas as decisões tomadas para contornar essas dificuldades.

5.1 Integração com o In.Arte e Limitações

Um dos principais objetivos definidos desde o início do projeto era garantir uma integração direta com o sistema oficial de gestão do acervo do MASP, o In.Arte. Inicialmente, não tínhamos certeza se seria possível estabelecer essa conexão, devido à falta de documentação adequada sobre a existência e funcionamento de uma API fornecida pelo sistema oficial do museu. Diante dessa lacuna, optou-se por seguir um plano alternativo enquanto o MASP resolvia a questão da API com o In.Arte.

Neste plano, foi desenvolvido um banco de dados PostgreSQL local, hospedado na plataforma Render, replicando uma estrutura básica necessária para o funcionamento da ferramenta. Isso permitiu que a aplicação registrasse movimentações de forma segura e padronizada desde o início. Porém, ao longo do projeto, o MASP conseguiu resolver a questão da API com o In.Arte e, por conta disso, conseguimos avançar estabelecendo uma integração parcial com o banco oficial do MASP por meio da API pública de consulta do In.Arte, acessando diretamente informações sobre obras como título, autoria, foto e número de tombo. Dessa forma, sempre que o usuário busca ou movimenta uma obra, os dados são coletados diretamente do sistema oficial, garantindo consistência com o acervo real.

Em contrapartida, a tabela de locais não foi integrada com a API oficial por duas razões principais. Primeiro, os dados de locais têm natureza estática — dificilmente sofrem alterações. Segundo, manter essa informação no nosso banco local otimiza o desempenho da aplicação, evitando requisições desnecessárias e lentas à API externa. Com isso, mantivemos localmente as tabelas de usuários, locais e movimentações, garantindo autonomia e eficiência no uso da ferramenta.

Entretanto, uma limitação significativa identificada foi a impossibilidade de realizar requisições do tipo POST na API do In.Arte para inserir diretamente as movimentações registradas em nosso sistema no banco oficial do museu. Como solução temporária, implementamos uma funcionalidade para exportar as movimentações realizadas no nosso sistema em formato CSV, permitindo que o MASP importe essas informações periodicamente no In.Arte. Apesar de eficaz para o momento atual, é imprescindível que, futuramente, o MASP negocie com o Sistemas do Futuro para o sistema In.Arte viabilizar essa integração completa e automatizada.

5.2 Limitações na Plataforma Render

Outra importante limitação identificada ao longo do projeto foi relacionada ao uso da versão gratuita da plataforma Render para hospedar nossa aplicação. Embora a plataforma tenha sido suficiente para as etapas e testes, encontramos restrições importantes que afetam diretamente a experiência dos usuários finais, tais como:

- Capacidade limitada de processamento: A infraestrutura gratuita apresenta pequenos atrasos nas requisições.
- Apenas 1 GB de armazenamento disponível: Embora esse espaço tenha sido suficiente para os dados do piloto, o crescimento futuro do sistema pode demandar mais espaço para movimentações e usuários;
- Cold starts: Como a versão gratuita desativa serviços ociosos para economizar recursos, após 15 minutos sem registrar requisições, os tempos de inicialização após períodos de inatividade podem ultrapassar 30 segundos, o que compromete a fluidez do uso em campo, especialmente em dispositivos móveis.

Essas limitações, apesar de relevantes, não impedem o uso do sistema em um cenário real, mas devem ser consideradas caso o museu decida expandir a ferramenta para um contexto mais amplo. Caso seja necessário escalar o sistema futuramente, recomendamos que o MASP avalie a contratação da versão paga da Render (com custo estimado de R$ 110/mês) ou a migração para uma outra plataforma de preferência, como servidores em nuvem com maior capacidade ou infraestrutura local gerenciada pela equipe de TI do museu, garantindo melhor desempenho e disponibilidade contínua do sistema.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento deste projeto demonstrou que a automatização proposta é capaz de substituir com eficiência o atual sistema manual utilizado pelo MASP para registro e controle de movimentações das obras do acervo. A aplicação web desenvolvida, associada ao uso de QR Codes, proporcionou ganhos significativos em agilidade e segurança no processo operacional do museu, reduzindo os erros humanos e eliminando a necessidade de transcrição manual dos dados.

A integração parcial com o sistema oficial do MASP (In.Arte), foi um avanço crucial, garantindo informações sempre atualizadas e coerentes com o banco oficial do acervo. A arquitetura escolhida (React, Node.js e PostgreSQL) mostrou-se escalável e fácil de manter,

possibilitando não apenas as implementações iniciais, mas também as diversas melhorias introduzidas a partir dos testes e feedback dos usuários.

Porém, durante a execução do projeto, algumas limitações técnicas e operacionais foram identificadas, apontando caminhos claros para evoluções futuras. A seguir estão detalhadas as principais sugestões para os próximos passos do projeto:

6.1 Processo Sugerido para os QR Codes

Uma das questões práticas identificadas diz respeito ao processo de produção dos QR Codes, essenciais para o funcionamento do sistema. Nossa aplicação web é capaz de gerar QR Codes em lotes, oferecendo arquivos prontos para impressão. Entretanto, sugerimos um processo aprimorado para otimizar a aplicação desses códigos no museu:

- Geração: utilizar a página desenvolvida no projeto para gerar os QR Codes em arquivos CSV;
- Impressão em papel adesivo: após gerar os QR Codes, recomendamos que sejam impressos diretamente em papel adesivo, permitindo uma aplicação rápida e eficiente nas tags das obras e locais;
- Corte automatizado: considerando o volume elevado e a necessidade de padronização, sugerimos o uso de uma máquina cortadora automática (como cortadoras a laser ou plotters específicas para etiquetas), o que proporcionaria precisão no corte e economia de tempo. Como alternativa viável e mais acessível, pode-se buscar folhas de etiquetas adesivas pré-cortadas em formato A4, que eliminariam a necessidade de corte manual ou automatizado, facilitando ainda mais o processo de aplicação.

A implementação desse processo tornaria a preparação das etiquetas mais prática e profissional, além de assegurar maior padronização.

6.2 Migração da Infraestrutura para um Banco Local do MASP

Embora o uso da plataforma Render tenha possibilitado uma implantação ágil e testes bem-sucedidos ao longo do projeto, suas limitações de desempenho e armazenamento tornam-se um ponto crítico à medida que o uso da ferramenta aumenta. Nesse contexto, recomendamos que o MASP considere, em uma próxima fase, a migração do sistema para uma infraestrutura própria e local, preferencialmente gerenciada pela equipe de TI do museu ou por um provedor.

Essa infraestrutura local pode ser composta por um servidor dedicado (físico ou virtualizado) dentro da rede interna do MASP, com um banco de dados PostgreSQL instalado e configurado de forma segura, além de um ambiente capaz de hospedar a aplicação web (backend em Node.js e frontend em React). Também é possível adotar uma solução híbrida, em que apenas o banco de dados fique em um ambiente local, enquanto o frontend permaneça em nuvem.

A migração para um ambiente gerenciado internamente traria vantagens operacionais, como:

- Maior estabilidade: eliminaria o problema de "cold starts", garantindo uma disponibilidade constante;
- Melhor desempenho: aumentaria significativamente a velocidade das requisições e respostas da aplicação, essencial em um ambiente com alta demanda de movimentações;
- Maior capacidade de armazenamento: asseguraria a escalabilidade necessária para suportar o crescimento do volume de movimentações e dados associados ao acervo.

Ademais, uma infraestrutura local pode oferecer maior controle sobre segurança de dados e uma integração ainda mais ágil com o In.Arte e demais sistemas do museu.

6.3 Importância da Integração POST Direta com o Banco Oficial (In.Arte)

A maior limitação técnica enfrentada foi a impossibilidade de inserir movimentações diretamente no banco oficial do MASP via API. Essa restrição obrigou o desenvolvimento de uma solução intermediária baseada em exportação e importação manual de dados em CSV, que apesar de funcional, traz um retrabalho significativo.

Dessa forma, ressaltamos a importância crucial de viabilizar futuramente requisições POST diretas para o In.Arte. Isso permitiria:

- Automatização completa: eliminando etapas intermediárias, a aplicação passaria a inserir movimentações diretamente e imediatamente após serem registradas pelos funcionários;
- Aumento significativo na confiabilidade dos dados: redução do risco de falhas humanas na importação manual, garantindo maior integridade e rastreabilidade das movimentações;

- Maior eficiência operacional: economia substancial de tempo e recursos humanos, permitindo maior foco dos funcionários nas operações essenciais do acervo.

É imprescindível que o MASP negocie com o Sistemas do Futuro para que essa integração se torne realidade o quanto antes, pois esse avanço beneficiará diretamente toda a gestão operacional do acervo.

6.4 Considerações Sobre o Uso de RFID

Durante as fases iniciais do projeto, a equipe chegou a considerar o uso de tecnologias de RFID (Identificação por Rádio Frequência) como uma forma de aumentar a segurança das obras, por meio da criação de perímetros de controle que impedissem deslocamentos não autorizados dentro do museu. A ideia era utilizar essa tecnologia como uma camada adicional de proteção.

No entanto, essa abordagem acabou não sendo implementada por dois motivos principais. Primeiro, o uso de RFID não fazia parte das prioridades do MASP para esta etapa do projeto, levando em conta os custos operacionais e a dificuldade de implantação nas obras existentes. Segundo, o tempo disponível e o escopo definido não comportavam a pesquisa, teste e integração de mais essa tecnologia, sem comprometer o foco principal do sistema baseado em QR Codes.

Apesar de não ter sido explorada nesta fase, a tecnologia RFID pode representar um caminho interessante para futuras iterações do projeto. Em versões futuras, seria possível estudar o uso de RFID não apenas como reforço de segurança, mas também como alternativa para leituras automatizadas de movimentações, substituindo o escaneamento manual e otimizando ainda mais o processo de rastreabilidade do acervo.

6.5 Considerações Finais

Este projeto proporcionou à equipe um aprendizado técnico sólido das tecnologias adotadas (React, Node.js, PostgreSQL), além de uma experiência valiosa em processos de desenvolvimento ágil e colaboração constante com o cliente. Os resultados alcançados demonstraram não apenas a viabilidade, mas principalmente o valor da automação aplicada a processos de gestão de patrimônio cultural.

O desenvolvimento desta solução também representa um passo importante para a modernização dos processos internos do MASP. Assim, mesmo após o encerramento deste

projeto, a ferramenta permanece como um ponto de partida para a contínua evolução tecnológica do museu, reforçando seu papel de referência em gestão de acervos no cenário nacional.

7. Referências

[1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Medição, Controle e Automação de Processos Industriais — Marcação Digital. 2023. Target GEDWeb. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/marca%C3%A7%C3%A3o-digital-de-produtos-norma-abnt-nbr-iec-63365-bulgarelli/.
Acesso em: 25 maio. 2025.

[2] Boylan, Patrick J. Como gerir um museu: manual prático. Tradução de André de Souza et al. 1. ed. Brodowski, SP: Associação Cultural de Apoio ao Museu Casa de Portinari; São Paulo: Secretaria da Cultura do Estado de São Paulo, 2015. ISBN 978-85-63566-13-3.

[3] Instituto Brasileiro de Museus. Acervos digitais nos museus: manual para realização de projetos. Brasília, DF: Ibram, 2020. 140 p. ISBN 978-85-905706-6-6.

[4] Bittencourt-Francisco, J. C. Manual de Gestão de Museus. Museologia & Interdisciplinaridade, v.10, n.19, 2021. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/museologia/article/download/32938/30007

[5] Silva, L. P.; Oliveira, A. R. A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina. Revista Brasileira de Logística, v.21, n.1, p.43-59, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/kj6hDnMnRVd56nCytKCW8rK/?format=pdf

[6] Ferreira, F. Sistemas de informação em museus. Revista Museologia & Interdisciplinaridade, v.10, n.19, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/300471953_Sistemas_de_informacao_em_museus

[7] Augustin, R. F. G., & Barbosa, C. R. Políticas de gestão de acervos: possíveis fontes de informação para tomada de decisão nos museus. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, v.8, n.1, p.134–154, 2018. https://doi.org/10.21714/2236-417X2018v8n1

[8] Museu da Cidade de São Paulo. Política de Gestão de Acervos. São Paulo, Brasil, 2020. Disponível em: https://www.museudacidade.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/Poli%CC%81tica-de-Gesta%CC%83o-de-Acervo-MCSP-FINAL.pdf
Acesso em: 25 fev. 2025.