



Controle e Gerenciamento de Bens Culturais Nacionais

Parte 3 do projeto de SCC0640 - Bases de Dados

Felipe Tetzner (Nº USP 9897870) - felipe.tetzner@usp.br

João Pedro Almeida Santos Secundino (Nº USP 10692054) - jp.secundino@usp.br

Juan Carlos Elias Obando Valdivia (Nº USP 7487156) - juan.valdivia@usp.br

Matheus Carvalho Raimundo (Nº USP 10369014) - mcarvalhor@usp.br

Prof. Elaine Parros Machado de Sousa

USP - São Carlos

Dezembro/2021

Índice

1 Definição do Projeto	5
1.1 Contexto	5
1.2 Propósito	7
1.3 Entidades e Relacionamentos	8
1.4 Funcionalidades e Consultas	11
1.4.1 Visão do Cidadão	11
1.4.2 Visão do Agente da Prefeitura	12
2 Diagrama Entidade-Relacionamento Estendido (MER-X)	14
2.1 Anotações	15
2.2 Restrições de Integridade	16
2.3 Análise de Ciclos	17
2.3.1 Cidade - Agente da Prefeitura - Auditoria - Denúncia - Bem Cultural	17
2.3.2 Bem Cultural - Espaço Público - Cidadão - Denúncia	18
2.3.3 Espaço Público - Visita - Cidadão - Evento	18
2.4 Limitações da Modelagem	20
2.5 Observações	21
3 Alterações realizadas no MER	23
4 Projeto Lógico	24
5 Justificativas do Mapeamento entre o Modelo Entidade Relacionamento (MER-X) e o Modelo Relacional	25
5.1 Identificadores Sintéticos	25
5.2 Conjuntos de Entidades Fracas	27
5.3 Conjuntos de Relacionamentos Binários com Cardinalidade 1:N	28
5.4 Conjunto de Relacionamentos Binário com Cardinalidade N:N	30
5.5 Abstrações de Agregação	31
5.6 Abstrações de Generalização	33
5.7 Atributos Multivalorados	35
5.8 Atributos Derivados	37
6 Alterações realizadas no Projeto Lógico	39
7 Aplicação	40
8 Consultas implementadas	41
8.1 Calcule a quantidade de filmes, músicas e obras disponibilizadas em uma cinemateca, estúdio ou museu	41
8.2 Busca parametrizada do usuário	41
8.3 Busca pelas cidades que são responsáveis pelos bens culturais 25% mais populares	42

8.4 Busca pelas visitas de todos os cidadãos que fizeram qualquer denúncia em 2020	43
8.5 Busca de todas as informações de uma determinada obra	43
8.6 Busca de todas as informações de uma determinada música	44
8.7 Inserção de uma nova denúncia	44
9 Conclusão	45
10 Referências Bibliográficas	47

Parte I

1 Definição do Projeto

Nesta seção será descrito e detalhado o conceito e funcionamento do projeto escolhido para desenvolvimento.

1.1 Contexto

Neste ano, um incêndio na Cinemateca Nacional, localizada em São Paulo, destruiu grande parte da história do cinema nacional [1]. Há alguns meses, a Estátua de Pedro Álvares Cabral, no Rio de Janeiro, também foi incendiada, desta vez por vândalos [2]. Isso sem falar nos inúmeros pichamentos, ou a destruição demasiada dos espaços públicos que fazem parte da história e cultura das Cidades brasileiras.



Figura 1. Fogo na Estátua de Pedro Álvares Cabral [2].

Acontecimentos como estes não são raros, pois toda Cidade enfrenta este mesmo problema: o desleixo e a falta de cuidado com os bens culturais dos cidadãos. Desde estátuas e monumentos, ou até mesmo prédios tombados,

praças ou igrejas do século passado: todos fazem parte da história dos brasileiros, mas recebem poucos cuidados para que sejam preservados.

E o **problema** que está sendo definido para este projeto é justamente este: não há, atualmente, muito o que o cidadão comum possa fazer. Infelizmente, o cidadão moderno não conhece os bens culturais de sua Cidade, e muito menos sabe o que pode ser feito para ajudar em sua preservação.

1.2 Propósito

O propósito do projeto em questão é solucionar o problema descrito na seção acima. Sendo assim, propõe-se a criação de uma aplicação, que seja acessível a qualquer cidadão, e que possa servir para monitorar e gerenciar os bens culturais de todas as Cidades do país. Essa aplicação, simultaneamente, também introduz aos seus usuários a história e cultura das Cidades do país.

O objetivo primordial da aplicação é sua funcionalidade para **monitorar** e **gerenciar** os chamados “Bens Culturais” de uma Cidade. Como as prefeituras demonstram constantemente incapacidade quanto ao zelo pelos bens das Cidades, principalmente por conta do desconhecimento dos problemas, os próprios cidadãos poderão, então, usar a aplicação para auxiliar o trabalho dos agentes públicos.

É possível, então, que um morador de qualquer Cidade do país que presencie um ato de vandalismo, ou julgue que um monumento precisa de restauração, possa enviar uma “Denúncia de Dano” na aplicação para que os agentes públicos da prefeitura possam analisar e tratar da situação.

Como objetivo secundário, há a possibilidade de usar os dados armazenados por esse banco para criar uma aplicação que auxilie o turismo nas Cidades ao divulgar Eventos em locais públicos e dar visibilidade aos bens públicos de um município. Sendo assim, é possível que um cidadão acesse o aplicativo para descobrir onde estão localizados bens culturais da Cidade, monumentos, Eventos em espaços públicos etc., descobrindo mais detalhes sobre cada um deles, assim como consultar a sua popularidade.

1.3 Entidades e Relacionamentos

Nesta seção serão descritas as entidades e relacionamentos do projeto em formato textual.

O **Cidadão** é qualquer pessoa que tenha cadastro no site oficial do governo ^[4]. A autenticação (*login*) é realizada utilizando do padrão OAuth (como se fosse um *login* integrado com o sistema do governo). Para cada cidadão, além de sua identificação OAuth, será coletado seu nome, CPF, localização e seus cookies de sessão do dispositivo no momento de registro. O cidadão deverá aceitar os termos de uso da aplicação (adequação à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD). Isso também é feito na primeira autenticação do usuário, e caso tal não aceite os termos, o processo de autenticação é cancelado.

Um cidadão não está relacionado à sua **Cidade** natal. Desta forma, um cidadão viajando para lugares diferentes - seja para turismo, trabalho ou até mesmo para atender a um Evento - poderá utilizar a aplicação para obter recomendações de lugares a conhecer, como uma espécie de guia turístico. Mais importante ainda é que tal cidadão, mesmo sendo natural de outra Cidade, pode ajudar a prefeitura local também, sinalizando vandalismo ou problemas com os bens da Cidade que visita. Uma Cidade é identificada pelo seu nome e estado, possuindo também as coordenadas geográficas da sua localização no banco.

Um **Bem Cultural** pertence a uma Cidade e pode ser um **Espaço Público, Monumento, Edificação Tombada, Obra, Música ou Filme** - além de outros tipos de bens, sem sobreposição. Acerca de um Bem Cultural, o banco deve guardar sua popularidade, tipo, descrição, data de cadastro, palavras-chave e título, este último sendo o seu identificador único junto à sua Cidade. Para um **Espaço Público**, o sistema deve guardar também sua localização, status de funcionamento, e o seu tipo (**Museu, Estúdio, Cinemateca, Centro de**

Convenções etc.), podendo existir um Espaço Público de mais de um tipo simultaneamente. Para um **Monumento**, o sistema deve guardar a sua localização. Uma **Edificação Tombada** possui uma localização e precisa ter pelo menos um proprietário, cujo nome e CPF são guardados. Uma **Obra** possui autores, data de criação, gênero (escultura, pintura, etc.), técnica utilizada no seu desenvolvimento, dimensões e são armazenadas em **Museus**. Sobre uma **Música** são armazenados compositores, gêneros, data de gravação, nome da produtora, duração e formato (cd, vinil, fita...). Uma música está hospedada em um **Estúdio Público**. Sobre um **Filme** são armazenados os créditos correspondentes, com o nome e função de cada integrante da equipe.

Um cidadão visita um Espaço Público e sobre esta **Visita** são armazenados data e hora. Posteriormente, o cidadão pode deixar na aplicação um *review* sobre esta visita. O cidadão também pode sinalizar um bem cultural quando julgar necessário que haja uma restauração ou manutenção a ser realizada. Cada sinalização gera uma **Denúncia de Dano**. Para cada denúncia será registrado a data, hora, uma descrição feita pelo cidadão e o tipo de ocorrência (incêndio, vandalismo, pixação entre outros). Uma Denúncia de Dano pode ser feita por qualquer cidadão para qualquer Bem Cultural e a qualquer momento. Só não pode existir uma denúncia repetida do mesmo cidadão, sobre o mesmo bem cultural e na mesma data e hora.

As denúncias de dano podem ser auditadas por um **Agente da Prefeitura** associado à Cidade da qual o bem cultural em questão faz parte, gerando as **Auditorias**. Uma mesma denúncia pode ser auditada mais de uma vez em decorrência de problemas que possam ocorrer impedindo o seu êxito. Para cada auditoria são guardados data e hora do seu acontecimento. Em uma tentativa de diminuir casos de corrupção, nenhum agente da prefeitura poderá solicitar auditoria para uma denúncia realizada por ele mesmo. Os **Agentes da Prefeitura** usam o mesmo acesso de Cidadão (mesmo *login*), mas possuem

alguns privilégios a mais na aplicação - como, por exemplo, a habilidade de listar as “Denúncias de Dano” ou cadastrar novos Bens Culturais. Além disso, cada agente da prefeitura só tem permissões para edição dos Bens Culturais da Cidade na qual ele trabalha.

Podem acontecer **Eventos** em espaços públicos. Estes Eventos são identificados por um título, e sobre eles são armazenados as datas e horas de início e de fim, assim como, obrigatoriamente, o espaço público no qual ele irá ocorrer. Qualquer cidadão pode expressar seu interesse em participar de um Evento como forma de ajudar nos preparativos e organização. Estas informações serão utilizadas pela organização dos Eventos na designação de um Espaço Público que comporte todos os interessados, medidas de segurança e quantidades suficientes de quaisquer recursos necessários. Além disso, a confirmação de presença será utilizada para fins de análises de qualidade, satisfação, segurança e histórico de incidentes de Eventos em determinados Espaços Públicos.

Os Agentes da Prefeitura também podem solicitar a geração de relatórios. Tais relatórios podem ser usados para monitorar o fluxo de pessoas em Espaços Públicos ou monitorar um Evento. O **Relatório de Espaço Público** está atrelado a um Espaço Público e é identificado pelo período de tempo escolhido para a análise. É importante que sejam guardadas em banco informações sobre a data e hora de sua emissão, observações realizadas pelos Agentes da Prefeitura e o próprio relatório (anexo/*blob*) para que seja facilitada a recuperação após a primeira emissão. Já o **Relatório de Evento** está atrelado a apenas um Evento e é importante que sejam guardadas no banco informações sobre a data e hora de emissão, observações realizadas pelos Agentes da Prefeitura e o próprio relatório (anexo/*blob*) para que seja facilitada a recuperação após a primeira emissão. O conteúdo destes relatórios variam de acordo com as informações buscadas pelos Agentes de Prefeitura.

1.4 Funcionalidades e Consultas

Nesta seção serão apresentadas as funcionalidades presentes na aplicação organizadas em tópicos - com base no texto da seção acima. Tais funcionalidades podem gerar **consultas** para o Banco de Dados.

1.4.1 Visão do Cidadão

Ao autenticar-se como cidadão, as seguintes funcionalidades estarão disponíveis:

- **Autenticar-se** utilizando do sistema integrado do governo federal ^[4]. Caso seja a primeira autenticação do usuário (primeiro *login*), seus dados devem ser criados na Base de Dados considerando o que é importado do sistema do governo e os termos de uso da aplicação devem ser aceitos (adequação à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD). Isso também é feito na primeira autenticação do usuário, e caso tal não aceite os termos, o processo de autenticação é cancelado. Para o banco de dados, a consulta é simples: verifica se o usuário já existe, podendo utilizar a aplicação normalmente, e caso ele não exista, seus dados serão importados do sistema do governo - caso ele aceite os termos de uso da aplicação.
- **Listar bens culturais da Cidade** - seja uma estátua, um museu, uma praça ou uma igreja por exemplo. Também deve ser possível realizar uma filtragem de tais bens culturais considerando determinado critério de busca ou ordenação (como popularidade, tipo ou distância a partir da sua localização atual).
- **Receber recomendações da aplicação** - como uma espécie de guia turístico dinâmico gerado pelo próprio sistema baseado na popularidade de cada bem cultural e na localização do cidadão.

- **Receber notificações de Eventos** próximos que aconteçam em um Espaço Público - como em um museu ou uma praça. A consulta gerada no Banco de Dados é de busca (*select*) por quais usuários estão próximos de um local que um Evento venha a acontecer.
- **Listar Eventos próximos** que aconteçam em um Espaço Público - como em um museu ou uma praça. Também deve ser possível realizar uma listagem de tais Eventos considerando determinado critério de busca ou ordenação (como data, local ou número de confirmados).
- **Visitar um Espaço Público**, registrando no sistema sua visita. Isso é feito automaticamente pela aplicação toda vez que os dados do GPS coincidirem com algum Espaço Público. Posteriormente, é possível atrelar uma avaliação (*review*) a tal Espaço Público.
- **Confirmar ou desconfirmar presença** em um Evento próximo que aconteça em um Espaço Público.
- **Enviar uma Denúncia de Dano** quando presenciar depredação de um bem cultural, ou quando julgue necessário que haja uma restauração ou reparo de algum recurso ou Espaço Público.

1.4.2 Visão do Agente da Prefeitura

Ao autenticar-se como agente da prefeitura, as seguintes funcionalidades estarão **também** disponíveis:

- **Adicionar, remover ou editar um bem cultural** dentro da Cidade na qual trabalha.
- **Listar Denúncias de Danos** para que possa monitorar tais bens culturais. Também deve ser possível realizar uma listagem de tais denúncias

considerando determinado critério de busca ou ordenação (como frequência da denúncia, data da denúncia ou bem cultural em questão).

- **Adicionar, remover ou editar Eventos** oficiais da prefeitura, que venham a ser realizados em um Espaço Público - como em um museu ou uma praça.
- **Gerar relatório de fluxo de pessoas em determinados espaços públicos em determinado período**, baseando-se nas visitas dos cidadãos aos espaços públicos. Tal relatório deve conter informações relevantes, como a relação entre o número de visitas e o número de denúncias para cada dia do período escolhido. No Banco de Dados, a geração de tal relatório é feita utilizando de diversas buscas diferentes (*select*). Por ser uma funcionalidade trabalhosa, tal relatório fica armazenado no sistema caso seja necessário baixar novamente.
- **Gerar relatório para um determinado Evento** que foi realizado em um Espaço Público, ficando atrelado unicamente a este. Tal relatório deve conter informações relevantes como fluxo de pessoas, histórico de denúncias de danos durante o Evento, denúncias de dano mais frequentes, lista de participantes e relação entre confirmação e presença. No Banco de Dados, a geração de tal relatório é feita utilizando de diversas buscas diferentes (*select*). Por ser uma funcionalidade trabalhosa, tal relatório fica armazenado no sistema caso seja necessário baixar novamente.
- **Adicionar ou remover outros agentes da prefeitura**, para que também possam auxiliar com o trabalho de monitoramento na aplicação. Para o Banco de Dados, tal consulta reside em uma atualização do atributo “sysadmin” (*update*).

2.1 Anotações

Para o diagrama acima, temos as seguintes anotações:

- **ID oAuth** é uma identificação única para cada Cidadão brasileiro, e vem do sistema oficial do Governo^[4], sendo um dado externo à aplicação.
- O **CPF** de um cidadão deve ser um atributo único.

2.2 Restrições de Integridade

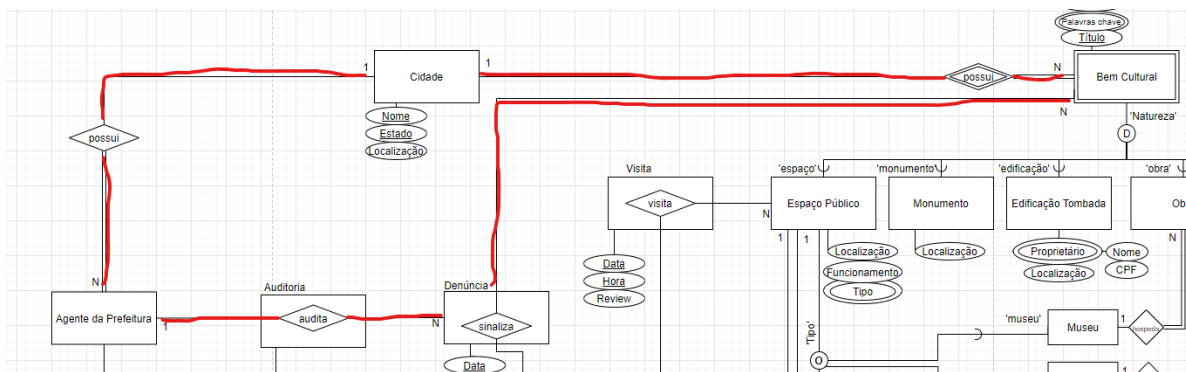
As seguintes Restrições de Integridade devem existir:

- Um agente da prefeitura só pode adicionar, remover ou editar bens culturais de sua própria Cidade.
- Um agente da prefeitura só pode auditar uma denúncia dentro de sua própria Cidade.
- Um agente da prefeitura não pode auditar uma denúncia feita por ele mesmo - tal deve ser auditada por outro agente da prefeitura.
- A data e hora de início de um Evento deve ser anterior à data e hora de fim.
- Uma edificação tombada deve ter ao menos um proprietário.
- O atributo de popularidade de um Bem Cultural deve ser manipulado pela aplicação, de maneira que qualquer heurística pode ser utilizada para definir seu valor.

2.3 Análise de Ciclos

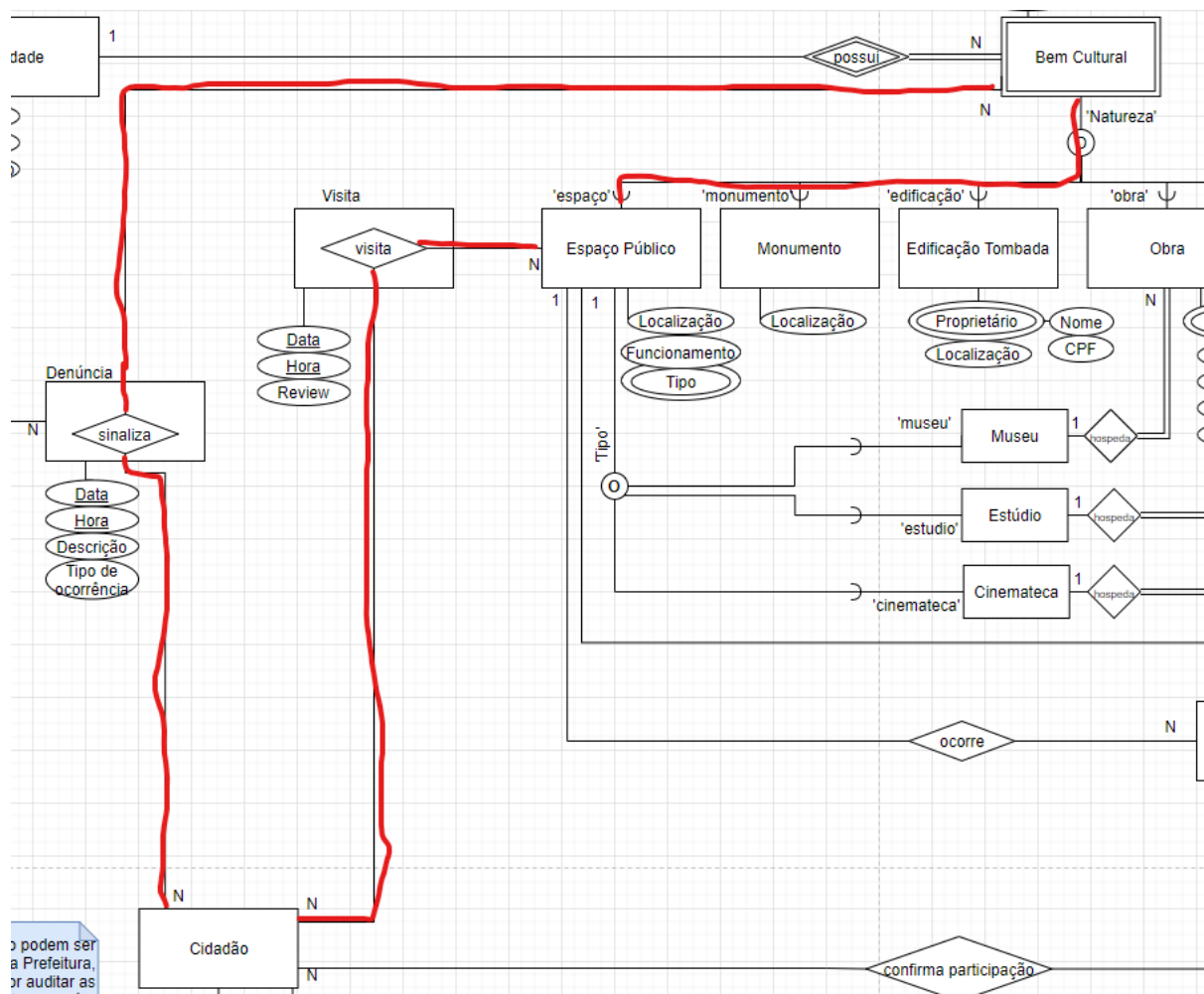
Apesar de visualmente existirem ciclos no MER-X, nenhum destes é redundante e nenhum possui dependência a ponto de exigir restrições de integridade.

2.3.1 Cidade - Agente da Prefeitura - Auditoria - Denúncia - Bem Cultural



Tal ciclo não é redundante e nenhum dos relacionamentos possui dependência um com o outro, pois representam informações diferentes. Um agente da prefeitura está atrelado à uma Cidade, mas isso não tem relação alguma com o fato de que um bem cultural de tal Cidade possui denúncias e auditorias: o agente da prefeitura pode estar de férias, por exemplo, e daí não vai auditar nenhuma denúncia, ou um bem cultural pode estar muito conservado e não ter denúncia nenhuma atrelada a ele.

2.3.2 Bem Cultural - Espaço Público - Cidadão - Denúncia



2.3.3 Espaço Público - Visita - Cidadão - Evento

Novamente, não há um ciclo redundante aqui. Isso porque um bem cultural pode ter denúncias e visitas, mas não há nenhuma relação entre tais denúncias e visitas: um cidadão pode visitar um Espaço Público e não fazer denúncia nenhuma, assim como pode fazer uma denúncia sobre um Espaço Público sem ter visitado tal naquele dia.

2.4 Limitações da Modelagem

Toda modelagem para Banco de Dados possui certas limitações, e aqui serão listadas as limitações para a modelagem deste projeto.

- Toda vez que um agente da prefeitura é descadastrado (por exemplo, parou de trabalhar na prefeitura), todas as auditorias geradas por ele serão perdidas. Uma maneira de corrigir este problema é atrelando as auditorias a outro agente da prefeitura que ainda está em exercício.
- A aplicação considera o cenário ideal, em que tal possui permissão de acesso ao GPS de seus cidadãos a qualquer momento. No mundo real, isso não é possível - seja porque o usuário bloqueou o acesso à localização, ou a bateria acabou, dentre outros. Isso não gera inconsistência, mas vai limitar o potencial da aplicação em monitorar os bens culturais - pois em determinados momentos, pode ser que a visita de um cidadão não seja registrada porque o acesso ao GPS não estava disponível.
- A aplicação não lida com bens culturais imateriais. Isso significa que um poema, por exemplo, ou uma música gravada em formato digital não poderão ser cadastrados.

2.5 Observações

Nesta seção são feitas algumas observações sobre o MER-X.

- Pode existir um Bem Cultural genérico, assim como pode existir suas especializações (como Espaço Público, ou Monumento) - ou seja, pode existir um Bem Cultural que não é nenhuma especialização mostrada no Diagrama. Analogamente, um Espaço Público pode ser genérico (como uma praça ou uma estação de trem) ou especializado (como um Museu, que hospeda obras, ou um Estúdio e Cinemateca, que abriga filmes e músicas).

Parte II

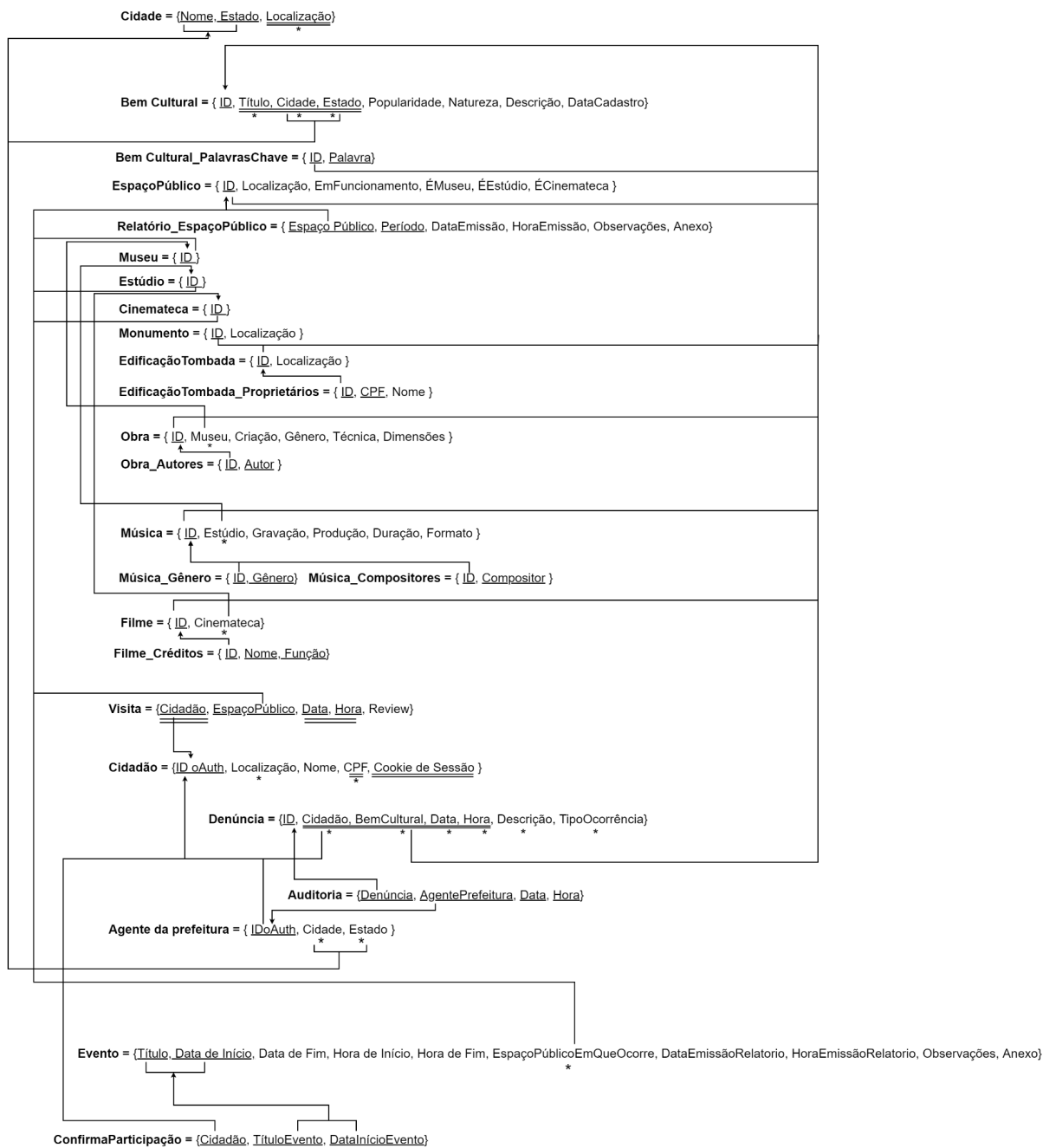
3 Alterações realizadas no MER

Os problemas apontados na Parte 1 foram corrigidos. Foram eles:

1. o tracejado pontilhado foi adicionado nas chaves das entidades fracas “Relatório” e “Bem Cultural”;
2. o atributo “Popularidade” da entidade “Bem Cultural” foi alterado para ser um atributo derivado, conforme solicitado.

Além disso, o relacionamento “Ocorre” entre **Evento** e **Espaço Público** foi alterado de forma a contar com a participação total de **Evento**, o que torna a relação mais semântica, pois um evento não existe sem um espaço público. Por fim, a entidade “Filme”, foi alterada para possuir como atributo apenas o multivalorado composto “Créditos”. Esta alteração facilitou a busca pelos integrantes e equipe do filme, os quais agora encontram-se apenas em uma única tabela. Embora ela tenha dificultado a busca por funções específicas, foi decidido que isto não seria um problema grave no projeto.

4 Projeto Lógico



* NOT NULL

5 Justificativas do Mapeamento entre o Modelo Entidade Relacionamento (MER-X) e o Modelo Relacional

5.1 Identificadores Sintéticos

Criação de identificador sintético em Bem Cultural

A chave original de Bem Cultural é $C_{H0}(\text{Bem Cultural}) = \{\text{Título, Cidade, Estado}\}$, mas foi criado um identificador sintético, pois isso permite a redução do tamanho da chave estrangeira que está sendo passada para as outras tabelas e também permite a redução das chaves primárias das tabelas das entidades específicas durante a Especialização de um Bem Cultural. Na aplicação, isso resulta em um ganho de espaço nas tabelas de dados e redução do espaço armazenado no arquivo índices. Essa redução da chave primária implica em uma menor altura da Árvore B utilizada para indexação. Com isso, a chave original $C_{H0}(\text{Bem Cultural}) = \{\text{Título, Cidade, Estado}\}$ passa a ser uma chave secundária não nula para garantir que a aplicação funcione em diferentes SGBDs, onde cada qual tem um tratamento específico da restrição NOT NULL para chaves secundárias.

Criação de identificador sintético em Denúncia

A chave original de Denúncia é $C_{H0}(\text{Denúncia}) = \{\text{Cidadão, Bem Cultural, Data, Hora}\}$ mas foi criado um identificador sintético, pois isso permite a redução do tamanho da chave estrangeira que está sendo passada para Auditoria e também permite a redução da chave primária dessa própria entidade. Na aplicação, isso resulta em um ganho de espaço nas tabelas de dados e redução do espaço armazenado no arquivo índices. Essa redução da chave primária implica em uma menor altura da Árvore B utilizada para indexação. Com isso, a chave original $C_{H0}(\text{Denúncia}) = \{\text{Cidadão, Bem Cultural, Data, Hora}\}$

Cultural, Data, Hora} passa a ser uma chave secundária não nula para garantir que a aplicação funcione em diferentes SGBDs.

5.2 Conjuntos de Entidades Fracas

Como não há uma chave parcial que distingue as entidades Relatório de Evento associadas a uma entidade Evento, o mapeamento desse relacionamento foi feito adicionando o Relatório de Evento dentro do Esquema de Relação de Eventos. Dessa forma, todas as restrições do relacionamento são atendidas. Essa solução é interessante uma vez que o Relatório de Eventos não participa de nenhum outro tipo de relacionamento e o Evento apenas participa em dois relacionamentos. Assim, ao juntar os dois Conjuntos de Entidades em uma mesma tabela, mantemos as restrições estabelecidas no relacionamento e eliminamos junções de futuras consultas. A desvantagem dessa solução está na participação parcial de Relatório de Evento no Conjunto de Relacionamentos, que cria o potencial para desperdício de espaço de armazenamento com valores nulos. Porém, de acordo com o contexto da aplicação, existirão poucos Eventos sem relatórios, fazendo com que essa solução seja a mais adequada para essa situação. Desta forma, essa solução torna-se natural no domínio do problema.

Por outro lado, as entidades Relatório de Espaço Público e Bem Cultural não têm um mapeamento alternativo como o Relatório de Evento. Então, o mapeamento padrão é a criação de uma tabela para cada Conjunto de Entidades Fraca com uma chave primária composta, onde parte dessa chave é uma chave estrangeira que faz referência ao *Owner* do Conjunto de Relacionamentos.

5.3 Conjuntos de Relacionamentos Binários com Cardinalidade 1:N

No Modelo Entidade Relacionamento, os Conjuntos de Relacionamentos com Cardinalidade 1:N todos têm uma participação total do Conjunto de Entidades com Cardinalidade 1, com exceção do Conjunto de Relacionamentos “audita”. Como “audita” é um relacionamento gerador de uma Abstração de Agregação e não possui quaisquer atributos, o mapeamento deste é feito através da agregação Auditoria - discutida posteriormente na seção dedicada às Abstrações de Agregação. Para os demais relacionamentos, todos foram mapeados através de uma chave estrangeira, na tabela representante do Conjunto de Entidades com Cardinalidade 1, que referencia um único elemento do Conjunto de Entidades com Cardinalidade N. Além disso, uma restrição NOT NULL é adicionada no Modelo Relacional para garantir a participação total. Assim, são garantidas as restrições impostas pelos relacionamentos do Modelo Entidade Relacionamento. Esta solução foi adotada para os seguintes Conjuntos de Relacionamentos:

- “ocorre” entre as entidades Evento e Espaço Público;
- “possui” as entidades Cidade e Agente da Prefeitura;
- “hospeda” entre Museu e Obra;
- “hospeda” entre Estúdio e Música;
- “hospeda” entre Cinemateca e Filme.

Um **mapeamento alternativo** é a criação de uma nova tabela em que a chave primária é um elemento do Conjunto de Entidades com Cardinalidade 1 no relacionamento e uma chave estrangeira associada a um elemento do Conjunto de Entidades com cardinalidade N com a restrição NOT NULL. Porém, a solução adotada não possui quaisquer desvantagens quando comparada a esse mapeamento alternativo. Como temos uma participação total

em cada um dos relacionamentos - que é traduzida como uma restrição NOT NULL - o espaço de armazenamento nunca é desperdiçado na solução adotada. Se o mapeamento alternativo for empregado, temos uma nova tabela - ocupando mais espaço de armazenamento - e duas junções para resgatar as informações de cada Conjunto de Entidades. Isso tem um alto custo, uma vez que os Conjuntos de Relacionamentos envolvidos são usados frequentemente na aplicação para as listagens de Eventos e Bens Culturais, seguindo as especificações de projeto. A participação total também torna o critério de pouca participação irrelevante para a escolha de um mapeamento.

5.4 Conjunto de Relacionamentos Binário com Cardinalidade

N:N

Nesta seção será tratado o relacionamento “confirma participação” entre os Conjuntos de Entidades Cidadão e Evento.

Como não há mapeamentos alternativos para esse tipo de relacionamento, uma nova tabela foi criada para armazenar as confirmações de presença, e sua chave primária é composta pelas chaves estrangeiras das tabelas associadas aos Conjuntos de Entidades Cidadão e Evento.

Os demais Conjuntos de Relacionamentos Binários com Cardinalidade N:N - visita e sinaliza - são relacionamentos geradores de Abstração de Agregação e não possuem quaisquer atributos, os mapeamentos destes são realizados através das agregações Visita e Denúncia - discutidas posteriormente na seção dedicada às Abstrações de Agregação.

5.5 Abstrações de Agregação

Visita

Como na agregação Visita temos um relacionamento N para N entre Espaço Público e Cidadão, essas duas entidades foram mapeadas como tabelas e a agregação Visita foi mapeada como um tabela contendo uma chave primária composta pelas chaves estrangeiras de Espaço Público, Cidadão e os atributos Data e Hora da própria agregação. Para impedir que o mesmo Cidadão esteja presente em dois Espaços Públicos ao mesmo tempo, os atributos Cidadão, Data e Hora serão também chaves secundárias. Num nível mais acima da aplicação será garantido que os horários não estejam muito próximos em uma janela de tempo. Poderia ser mapeado também o próprio relacionamento, além da agregação, mas teria-se neste caso a desvantagem de mais espaço em disco ocupado para armazenar informações que estão implícitas dentro da agregação.

Denúncia

Como na agregação Denúncia temos um relacionamento N para N entre Bem Cultural e Cidadão, essas duas entidades foram mapeados como tabelas e a agregação Denúncia em si foi também mapeada como uma tabela contendo uma chave secundária composta pelas chaves estrangeiras de Bem Cultural, Cidadão e os atributos Data e Hora da própria agregação. Foi decidido criar um identificador sintético em Denúncia, como descrito nas seções anteriores. Similarmente, é possível mapear também o relacionamento em si, mas isso geraria um gasto de espaço em disco desnecessário.

Auditoria

Para garantir a semântica dos relacionamentos, a agregação Auditoria foi mapeada usando uma tabela contendo uma chave primária composta por Denúncia (chave estrangeira da entidade Denuncia), Agente da Prefeitura

(chave estrangeira entidade Agente da Prefeitura), Data e Hora. Podem existir várias Auditorias para uma mesma Denúncia.

5.6 Abstrações de Generalização

Cidadão

Como o Agente da Prefeitura se relaciona com outras CEs, foi criada uma tabela para essa CEE. Como existe apenas um CEE para Cidadão (CEG), o atributo ‘sysadmin’ foi removido, pois é possível identificar diretamente o Agente da Prefeitura pela sua tabela quando uma busca for realizada.

Uma solução alternativa seria mapear o CEE Agente da Prefeitura diretamente em uma única tabela junto com o CEG Cidadão. O problema é que, neste caso, a consistência de que apenas um Agente da Prefeitura - e não um Cidadão comum - pode auditar Denúncias deve ser mantida pela aplicação, além de que a Cidade para qual o Agente da Prefeitura trabalha assumiria valor nulo quando o Cidadão não se especializa em Agente da Prefeitura - utilizando espaço em disco a mais.

Bem Cultural

Como Espaço Público, Obra, Música e Filme (CEEs de Bem Cultural) possuem relacionamentos particulares com outras entidades, como a abstração da generalização é mutuamente exclusiva (disjunção) e como as consultas se concentram em poucos CEEs de cada vez: o CEG e as CEEs (Espaço Público, Monumento, Edificação Tombada, Obra, Música e Filme) foram mapeadas em tabelas distintas. Note que em Bem Cultural o atributo de critério é ‘Natureza’. É necessário garantir a consistência do atributo ‘Natureza’ na aplicação utilizando um trigger nas inserções.

A solução alternativa de mapear todos os CEEs em uma única tabela com o CEG não é nem um pouco viável neste caso. Muitos atributos das entidades específicas constantemente assumiriam valor nulo (usando espaço em disco desnecessariamente) e a consistência dos relacionamentos com as entidades

específicas não seria garantida. É natural portanto não mapear todas as entidades em uma única tabela.

Espaço Público

Para facilitar a busca por determinado ‘Tipo’ de Espaço Público, foram criados atributos booleanos nesta tabela para ir direto nas CEEs sem ter que buscar em todas as tabelas das entidades específicas. Museu, Estúdio e Cinemateca (CEEs de Espaço Público) tem tabelas individuais, pois possuem relacionamentos com outras CE da aplicação e há apenas 3 CEEs - garantindo assim a consistência nestes relacionamentos.

A solução alternativa seria mapear todos os CEEs em uma única tabela junto ao CEG Espaço Público. Esta solução à primeira vista aparenta ser natural, visto que não há atributos específicos dos CEEs. Contudo, a consistência dos relacionamentos das entidades específicas não seria garantida em banco, mas sim diretamente na aplicação. Esta desvantagem é relevante porque semanticamente não deveria ser possível cadastrar uma “Música” para um espaço que não seja um Estúdio, por exemplo. Então optou-se por garantir tal consistência criando tabelas separadas para os CEEs.

5.7 Atributos Multivalorados

No Modelo Entidade Relacionamento, os Atributos Multivalorados:

- Palavras Chave - Conjunto de Entidades Bem Cultural;
- Proprietário - Conjunto de Entidades Edificação Tombada;
- Autor - Conjunto de Entidades Obra;
- Compositor - Conjunto de Entidades Música;
- Gênero - Conjunto de Entidades Música;
- Créditos - Conjunto de Entidades Filme;

têm as seguintes propriedades:

- Grande variabilidade de valores possíveis;
- Número exato de valores possíveis desconhecido;
- Variabilidade na quantidade de valores para cada elemento do Conjunto de Entidades;
- Não há um limite para a quantidade de valores para cada elemento do Conjunto de Entidades;

Estas características direcionam o mapeamento destes Atributos Multivalorados em uma nova tabela, para cada um deles. Cada elemento do Conjunto de Entidades que possui um destes Atributos Multivalorados pode possuir um número indeterminado de valores para esse atributo. O conjunto de valores possíveis para esse atributo é, também, indeterminado na semântica do problema. Assim, o mapeamento de cada Atributo Multivalorado utilizando uma quantidade fixa de atributos na tabela associada ao Conjunto de Entidades tem um potencial muito grande de desperdício de armazenamento. Então, a criação de uma tabela, com uma chave primária composta de uma chave estrangeira que referencia um elemento do Conjunto de Entidades e um valor do Atributo Multivalorado, é a melhor solução para os Atributos Multivalorados

descritos acima. Essa solução permite uma otimização no uso de espaço de armazenamento - além de ser natural para a semântica dos atributos - ao custo de uma junção, pois as informações dos elementos do Conjunto de Entidades estão em outra tabela.

O Atributo Multivalorado Tipo do Conjunto de Entidades Espaço Público é utilizado para a Abstração de Generalização de Espaço Público nos Conjuntos de Entidades Específicas Museu, Estúdio e Cinemateca. Seu mapeamento foi especificado anteriormente na seção dedicada às Abstrações de Generalização. Embora a Abstração de Generalização da qual ele participa tenha Especialização Parcial, valores que não designam qualquer um dos Conjuntos de Entidades Específicas não são de interesse para o domínio do problema - embora esses valores possam existir. Com essa informação semântica, o Atributo Tipo foi mapeado como três outros Atributos Booleanos no Esquema de Relação EspaçoPúblico - ÉMuseu, ÉEstúdio e ÉCinemateca. Assim, se um Espaço Público não pertence a qualquer um dos Conjuntos de Entidades Específicas, não armazenamos o valor desse atributo e todos os booleanos acima terão valor “falso”. Um mapeamento alternativo seria a criação de uma nova tabela com uma chave primária composta de uma chave estrangeira que referencia um Espaço Público e o valor do Atributo Tipo. Isso implicaria em mais uso de espaço em disco e mais uma junção para buscas. Porém, como temos um número fixo de três valores possíveis para o Atributo Tipo de interesse e, nunca teremos valores nulos devido a natureza booleana desses atributos, podemos usar esse espaço de armazenamento como moeda de troca para eliminar a junção que seria necessária no mapeamento alternativo. Entre realizar mais uma junção nas buscas ou ocupar mais espaço em disco, é melhor para o contexto da aplicação utilizar mais espaço em disco - visto que Espaço Público é uma entidade que será frequentemente acessada.

5.8 Atributos Derivados

Popularidade - Conjunto de Entidades Bem Cultural

Este atributo do Modelo Entidade Relacionamento foi mapeado como um atributo no Esquema de Relação Bem Cultural do Modelo Relacional. A popularidade é definida como o número de visitas que um Espaço Público recebe em um período de tempo de uma semana. O custo de atualização desse atributo é baixo, levando em conta que este é apenas um contador, incrementado toda vez que uma Visita em um Espaço Público é registrada, e zerado dentro de um período de tempo de uma semana. O atributo de Popularidade também pode ter um incremento menor em seu valor quando uma busca por este Bem Cultural é realizada dentro da aplicação - indicando que aquele Bem Cultural está se tornando popular. Esta é a única possibilidade para aumentar a popularidade dos CEEs que não são o “Espaço Público” - como uma Obra ou um Monumento, por exemplo. O mapeamento alternativo, calcular sob demanda a Popularidade, apresenta um custo elevado quando comparado com o custo de atualização porque teriam que ser contabilizadas todas as Visitas de um Espaço Público em um intervalo de tempo de uma semana. Este cálculo necessita uma consulta mais custosa do que a consulta necessária para recuperar o valor armazenado. Dessa forma, a opção adotada se adequa melhor a natureza do atributo Popularidade.

Parte III

6 Alterações realizadas no Projeto Lógico

Os problemas apontados na Parte 2 foram corrigidos. Foram eles:

- O atributo CPF deveria ser único, desse modo, colocamos ele como NOT NULL (mudança realizada na imagem que representa o projeto lógico);
- Alteração na seção 5.4, para não descrever abordagens onde não há mapeamentos alternativos.

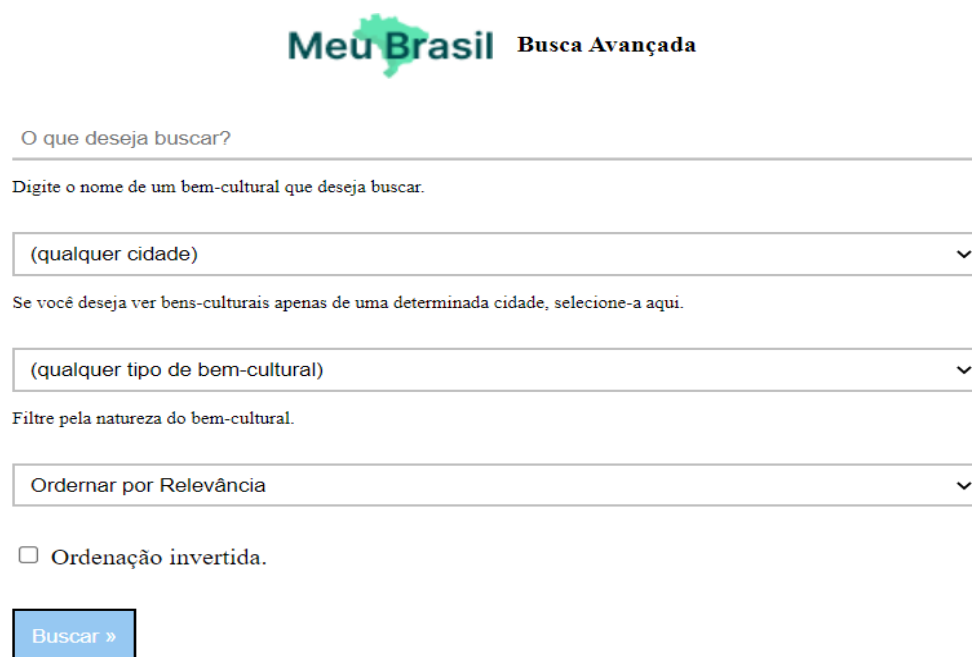
7 Aplicação

A aplicação foi desenvolvida utilizando o SGBD relacional **PostgreSQL** e a linguagem de programação **Python 3**. Para integrar a aplicação e a base de dados foi utilizada a biblioteca **psycopg2**^[5]. Para construir a aplicação web foi usado o framework **Flask**^[6].

Dessa forma, os usuários podem fazer consultas de Bens Culturais acessando a página web da aplicação, que oferece uma interface amigável para usuários leigos que desejam monitorar e gerenciar bens culturais.

PostgreSQL v13.4	
pgAdmin 4 v5.7	
Python v3.10	Flask v2.0.1
	psycopg2 v2.9.2
	urllib3 v1.25.8
Docker v20.10.7	

Tabela de versões dos softwares utilizados.



Meu Brasil Busca Avançada

O que deseja buscar?

Digite o nome de um bem-cultural que deseja buscar.

(qualquer cidade) ▼

Se você deseja ver bens-culturais apenas de uma determinada cidade, selecione-a aqui.

(qualquer tipo de bem-cultural) ▼

Filtre pela natureza do bem-cultural.

Ordenar por Relevância ▼

☐ Ordenação invertida.

Buscar »

Figura 2. Captura de tela da página de busca avançada da aplicação.

8 Consultas implementadas

8.1 Calcule a quantidade de filmes, músicas e obras disponibilizadas em uma cinemateca, estúdio ou museu

```
SELECT espacopublico.id, bemcultural.titulo, 'MUSEU', (SELECT COUNT(*) FROM obra
WHERE obra.museu = espacopublico.id) FROM bemcultural
    RIGHT JOIN espacopublico ON bemcultural.id = espacopublico.id
    UNION ALL SELECT espacopublico.id, bemcultural.titulo, 'CINEMATECA',
(SELECT COUNT(*) FROM filme WHERE filme.cinemateca = espacopublico.id) FROM
bemcultural
    RIGHT JOIN espacopublico ON bemcultural.id = espacopublico.id
    UNION ALL SELECT espacopublico.id, bemcultural.titulo, 'ESTUDIO', (SELECT
COUNT(*) FROM musica WHERE musica.estudio = espacopublico.id) FROM bemcultural
    RIGHT JOIN espacopublico ON bemcultural.id = espacopublico.id
ORDER BY 2 ASC, 3 ASC, 1 ASC, 4 DESC;
```

Esta consulta é importante para que as prefeituras possam verificar quantos bens culturais cada um dos seus espaços públicos estão abrigando. Esta informação pode ajudar, por exemplo, o corpo de bombeiros na inspeção destes. Pode ser feita uma otimização se índices forem criados para 'obra.museu', 'filme.cinemateca', 'musica.estudio' e 'bemcultural.titulo'.

8.2 Busca parametrizada do usuário

```
SELECT id, titulo, cidade, estado, natureza, descricao FROM bemcultural WHERE
LOWER(titulo) LIKE LOWER('%CRITERIO-DE-BUSCA%') -- Base da consulta.
    AND cidade = 'CIDADE' AND estado = 'ESTADO' -- Se o usuário quiser
filtrar por cidade.
    AND natureza = 'NATUREZA' -- Se o usuário quiser filtrar pela natureza
do bem-cultural.
    AND id IN (SELECT id FROM espacopublico WHERE `NOME_DA_COLUNA` = TRUE)
-- Se o usuário quiser filtrar pelo tipo do espaço público.
ORDER BY `CRITERIO` `ASC ou DESC` -- Ordenação escolhida pelo usuário.
LIMIT 15 OFFSET `PRIMEIRA_TUPLA`; -- Paginação.
```

A página de busca por um bem cultural oferece ao usuário a possibilidade de filtrar e exibir os resultados da maneira como preferir. Cada filtro que o usuário seleciona implica em uma cláusula WHERE disposta acima. Por

exemplo, se o usuário não deseja filtrar por cidade, a cláusula “AND cidade = [...]” não será aplicada. Além disso, também há o uso de “LIMIT” e “OFFSET” para paginação dos resultados encontrados.

O objetivo principal desta busca é permitir que o usuário encontre um bem cultural entrando com uma parte de seu nome, que pode estar presente em qualquer posição da string. Por se fazer uso do operador LIKE em conjunto como critério de busca “%CRITERIO%”, a complexidade desta consulta é linear - sendo necessário percorrer todas as tuplas da tabela. Infelizmente não há maneiras de otimizar esta consulta no cenário atual. Otimizações implicam em uso de “Full Text Search” ou sistemas mais avançados de busca - o que não faz parte do contexto do projeto da disciplina.

8.3 Busca pelas cidades que são responsáveis pelos bens culturais 25% mais populares

```
SELECT bemcultural.cidade, bemcultural.estado, COUNT(*) FROM bemcultural
WHERE bemcultural.popularidade >= (
    SELECT percentile_disc(1 - 0.25) WITHIN GROUP (ORDER BY
bemcultural.popularidade) FROM bemcultural
)
GROUP BY bemcultural.cidade, bemcultural.estado
ORDER BY 3 DESC, 2 ASC, 1 ASC;
```

Esta consulta consiste em obter a relação de cidades que possuem os bens culturais 25% mais populares (top 25%). Os resultados são ordenados primariamente pela quantidade de bens culturais presentes na lista “top 25%”. A consulta pode ser ajustada para obter a relação para qualquer porcentagem (por exemplo, top 10% ou top 1%). Uma otimização para esta consulta consistiria em criar índices individuais para 'bemcultural.cidade', 'bemcultural.estado' e 'bemcultural.popularidade'.

8.4 Busca pelas visitas de todos os cidadãos que fizeram qualquer denúncia em 2020

```
SELECT visita.cidadao, cidadao.nome, visita.espacopublico,
bemcultural.titulo, visita.datahora, visita.review FROM visita
INNER JOIN cidadao ON cidadao.idoauth = visita.cidadao
INNER JOIN espacopublico ON espacopublico.id = visita.espacopublico
INNER JOIN bemcultural ON bemcultural.id = visita.espacopublico
WHERE cidadao.idoauth IN ( SELECT denuncia.cidadao FROM denuncia
                           WHERE denuncia.datahora BETWEEN
TIMESTAMP '2020-01-01' AND TIMESTAMP '2021-01-01'
                           );
```

Esta consulta consiste em listar todas as visitas para os cidadãos que fizeram uma denúncia em qualquer intervalo de tempo (ano de 2020 neste exemplo). Pode ser uma consulta útil para averiguar a veracidade das denúncias realizadas por estes cidadãos, além de permitir realizar um monitoramento de suas visitas após a denúncia. Uma otimização é possível se os índices para 'visita.espacopublico' e 'denuncia.datahora' forem criados.

8.5 Busca de todas as informações de uma determinada obra

```
SELECT obra.museu, obra.criacao, obra.genero, obra.tecnica, obra.dimensoes,
obra_autores.autor FROM obra
LEFT JOIN obra_autores ON obra_autores.id = obra.id
WHERE obra.id = `OBRA-A-SER-BUSCADA` ;
```

Para uma determinada obra, deseja-se obter todas as informações referentes a ela como o local de exposição, ano de criação, a técnica utilizada, suas dimensões e seus autores. Para consultar o nome do autor da obra, é necessário casar o 'ID' da tabela obra com o 'ID' da tabela obra_autores através de um left join. Nessa consulta, não há nenhuma otimização necessária, pois todos os atributos utilizados para a query são *primary key*.

8.6 Busca de todas as informações de uma determinada música

```
SELECT musica.estudio, musica.gravacao, musica.producao, musica.duracao,
musica.formato, musica_compositor.compositor, NULL FROM musica
LEFT JOIN musica_compositor ON musica_compositor.id = musica.id
WHERE musica.id = `MUSICA-A-SER-BUSCADA`
UNION ALL SELECT musica.estudio, musica.gravacao, musica.producao,
musica.duracao, musica.formato, NULL, musica_genero.genero FROM musica
LEFT JOIN musica_genero ON musica_genero.id = musica.id
WHERE musica.id = `MUSICA-A-SER-BUSCADA` ;
```

Para fazer a consulta de todas as informações de uma música - 'estudio', 'gravacao', 'producao', 'duracao', 'formato', gêneros e compositores - foi necessário fazer uma consulta em três tabelas. Primeiro selecionamos as informações da música e seu compositor, casando o 'ID' da tabela 'musica_compositor' com o 'ID' da tabela 'musica' através de um left join. Logo depois selecionamos as informações da música e seu gênero, casando o 'ID' da tabela 'musica_genero' com o 'ID' da tabela 'musica' com outro left join. Com todos os atributos de interesse selecionados basta fazer um union all para realizar a consulta completa. A otimização na query ocorre ao quebrá-la em 3 consultas diferentes, evitando colunas com valor nulo. Observe que não existem tuplas espúrias: cada tupla retornada contém uma informação única e que será exibida para o usuário final.

8.7 Inserção de uma nova denúncia

```
INSERT INTO denuncia (Cidadao, BemCultural, DataHora, Descricao, TipoOcorrência)
values
(`ID-CIDADAO`, `ID-BEM-CULTURAL`, TIMESTAMP `DATA/HORA`,
`DESCRICAO-FORNECIDA`, `TIPO-OCORRENCIA-SELECIONADO`);
```

O cidadão pode enviar uma denuncia na aplicação. Para isso, a aplicação deve inserir na tabela 'denuncia' o identificador do cidadão que fez a denúncia, o identificador do bem cultural que foi denunciado, a data/hora da denúncia, a descrição da denúncia e tipo de ocorrência.

9 Conclusão

O projeto foi desafiador desde a escolha do tema. Encontrar um projeto que tenha um número de entidades razoável e complexidade nas consultas necessárias para as 3 etapas do projeto foi uma parte importante. Além disso, foi necessário pensar antecipadamente quais seriam as dificuldades que poderíamos enfrentar durante o semestre.

Para a escolha do tema, foi recebida orientação do monitor. Isso foi fundamental, pois tal mostrou os diversos caminhos que poderiam ser tomados dependendo da escolha realizada. Com o tema definido, na primeira etapa do projeto foram enfrentadas dificuldades em levantar os requisitos mínimos que desejava-se ter no projeto, assim como definir as funcionalidades do sistema e limitações que não seriam abordadas. Desse modo, a maior dificuldade nessa etapa foi a modelagem. Ou seja, entender como representar a semântica do problema para que os relacionamentos entre as entidades sejam feitos corretamente, evitando inconsistências e ambiguidades.

Como a modelagem da primeira parte do projeto foi precisa, foram poucas as modificações necessárias para a segunda parte do projeto. Isso permitiu focar no objetivo desta etapa que era mapear o MER-X para o modelo relacional. A maior dificuldade nesta etapa foi justificar a solução encontrada para cada mapeamento, pois isso envolvia respeitar a semântica do problema, além da análise das vantagens e desvantagens da solução encontrada.

Na parte 3 do projeto, foi necessário colocar em prática tudo o que foi feito anteriormente. Pela primeira vez, o SGBD foi efetivamente manipulado, e muitos problemas de implementação que surgiram deram aos integrantes do grupo a oportunidade de aprender especificamente as tecnologias usadas. Por mais incrível que isso possa parecer, o maior desafio enfrentado nesta parte do

projeto foi o de instalar PostgreSQL e fazê-lo funcionar, além de realizar a integração deste ao código Python.

Portanto, os maiores desafios enfrentados nas duas primeiras etapas do projeto estavam relacionados com a aplicação dos conceitos teóricos apresentados nas aulas, que precisavam ser estudados pelo grupo de forma intensiva para serem aplicados no projeto corretamente.

Quanto ao contexto da aplicação, o grupo enxerga o potencial que tal possui no Brasil. Se implementada efetivamente com todas as funcionalidades apresentadas neste relatório, a história e cultura do país teriam a ajuda de um sistema capaz de identificar problemas e colocar órgãos públicos em sua resolução. Isso facilitaria o trabalho de inúmeras prefeituras do país que, agora, enfrentam problemas de depredação e descuido para com locais públicos.

10 Referências Bibliográficas

1. “Com 5 incêndios e desprezo do poder público, história da Cinemateca virou pesadelo kafkiano”, disponível no website <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2021/08/com-5-incendios-e-desprezo-do-poder-publico-historia-da-cinemateca-virou-pesadelo-kafka-no.shtml>> em 5 de setembro de 2021.
2. “Polícia Civil investiga responsáveis por incêndio na estátua de Pedro Álvares Cabral, no Rio”, disponível em <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/08/25/policia-civil-investiga-responsaveis-por-incendio-na-estatuade-pedro-alvares-cabral-no-rio.ghtml>> em 5 de setembro de 2021.
3. “Sistema Oficial de Autenticação de Cidadãos do Governo Federal”, disponível em <<https://acesso.gov.br/>> em 5 de setembro de 2021.
4. “Acesso gov.br”, disponível em <<https://www.gov.br/conecta/catalogo/apis/brasil-cidadao-login-unico>> em 5 de setembro de 2021.
5. “Psycopg - PostgreSQL database adapter for Python”, disponível em <<https://www.psycopg.org/docs>> em 30 de novembro de 2021.
6. “Flask Documentation (2.0.x)”, disponível em <<https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>> em 30 de novembro de 2021.
7. “Qual a diferença entre Full Text Search e LIKE?”, disponível em <<https://pt.stackoverflow.com/a/191580>> em 30 de novembro de 2021.