

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO
SCC0540 - Bases de Dados
Professora: Elaine Parros Machado de Sousa

e

Alerta de enchentes e drenagem urbana

Flávio Masaaki Ito - N°USP: 12609046

Fernando Lopes - N°USP: 12725515

Guilherme Motta Tranche - N°USP: 13671549

Vinicius Ramos Diniz - N°USP: 13673242

SÃO CARLOS

2025

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Modelo Entidade-Relacionamento.....	4
2.1. Levantamento de Requisitos.....	4
2.2. Principais Funcionalidades.....	5
2.3. Análise de Ciclos Presentes no MER.....	6
PROBLEMAS CORRIGIDOS PARTE 1.....	7
Modelo Relacional.....	8
Discussão dos Mapeamentos Propostos.....	9
Problemas Corrigidos Parte 02.....	1
Parte 03.....	1
Descrição da aplicação.....	1
Funcionalidades.....	1
Apresentação das Consultas.....	1
1. Indicadores de Risco de Alagamento: Comportamento Histórico dos Rios.....	1
2. Análise de Vulnerabilidade e Eficácia de Manutenção em Bueiros.....	1
3. Análise de Performance: Agilidade e Volume de Resposta da Defesa Civil.....	1
4. Consultar os Alertas de Ação que já possuem resposta ou da Equipe de Manutenção ou da Defesa Civil.....	1
5. Identificação de Agentes da Defesa Civil com Cobertura Incompleta de Monitoramento (Sensores Pluviométricos).....	1
Conclusão.....	1

1. Introdução

As enchentes urbanas são um dos desafios enfrentados por diversas cidades. Elas impactam a infraestrutura, a segurança e a qualidade de vida dos cidadãos, e geralmente são causadas pelo acúmulo de chuvas intensas em um curto período de tempo, pela obstrução ou falha na rede de drenagem e pelo crescimento desordenado das áreas urbanas.

Atualmente, os sistemas de monitoramento e alerta existentes são muitas vezes ineficazes na previsão e mitigação de enchentes, devido à falta de integração entre dados de pluviometria, níveis de água, condições de drenagem e o histórico de alagamentos, dificultando a tomada de decisões rápidas e informadas, resultando em uma resposta reativa que, muitas vezes, é inadequada diante de situações de emergência.

Dado isso, a proposta consiste em um sistema inteligente que integre dados em tempo real, utilize análise preditiva e automatize alertas para permitir uma resposta mais eficiente e precisa, tanto para a gestão de drenagem quanto para as operações de defesa civil e de controle de tráfego. A solução busca oferecer uma abordagem mais proativa para evitar danos causados por enchentes e otimizar os recursos disponíveis para a manutenção da rede de drenagem.

2. Modelo Entidade-Relacionamento

2.1. Levantamento de Requisitos

Cada **ponto de medição hidrológica** é identificado por um local específico, como **rios, córregos e bueiros**. Estes pontos devem ter informações detalhadas sobre sua **localização geográfica** (coordenadas) e a **capacidade de drenagem** de cada um. Cada **ponto hidrológico** pode ser vigiado por vários **sensores**, de nível de água ou pluviométricos e cada sensor pode vigiar somente um ponto hidrológico. Cada par de sensor e ponto hidrológico pode gerar várias **leituras** que retornam registros que possuem a **data e hora exatas, nível e tipo de leitura** (**leituras nível de água** ou **leituras pluviométricas**). Dessa forma, garantindo que o sistema possa identificar condições de risco com antecedência.

Além disso, o sistema deve armazenar um **histórico completo das manutenções** realizadas nos **bueiros** pelas **equipes de Manutenção**. Uma equipe pode ir a vários bueiros e um bueiro pode receber várias equipes. Além disso, cada **manutenção** deve ter **registros** incluindo a **data da intervenção**, a **equipe responsável** e o **tipo de serviço executado**. As **leituras dos pontos hidrológicos** devem ser monitorados constantemente pela **Defesa Civil** para garantir que os pontos críticos estejam sempre em boas condições de funcionamento. Membros da **Defesa Civil** podem monitorar diversos pontos e um ponto pode ser monitorado por diversos membros.

O sistema também deve registrar as **ocorrências de alagamento**, com informações detalhadas sobre o evento, como a **data, hora, localização, a severidade** do alagamento e a **extensão da área afetada**, incluindo os **bairros afetados**. Dado um ponto hidrológico podem ocorrer vários alagamentos. Isso deve ser registrado **geograficamente**, permitindo a visualização do impacto de cada evento de alagamento na cidade. Além disso, as **áreas de risco** devem ser mapeadas com base no **histórico de alagamentos**.

Alertas de enchente são fundamentais para prevenir a população e as autoridades sobre a iminência de um alagamento. Cada alerta emitido pelo sistema deve ser registrado com a **data, hora, a área afetada** (bairros) e o **tipo de alerta** (aviso, alerta, emergência). As **notificações** enviadas aos **usuários** também devem ser registradas, incluindo o **conteúdo da mensagem** e o **status da resposta** ao alerta. Um usuário pode receber vários alertas de enchente e um mesmo alerta de enchente pode ir para vários usuários. A gestão de alertas

pode incluir ações como interdição de vias, evacuação de áreas de risco e redirecionamento do tráfego.

Para garantir uma resposta eficaz às enchentes, as **Equipes de Manutenção(EM)** e **de Defesa Civil(DC)** irão receber uma(ou mais) **notificação de ação**(pode ser a mesma, pode ser diferentes) e então será gerado **exatamente um relatório de ação de resposta que deve incluir a descrição da intervenção, os resultados alcançados, e o momento em que responderam** permitindo a análise da eficácia das ações preventivas e corretivas. Cada Alerta é um novo e portanto formando um par único quando junto ao usuário que o recebe(EM ou DC). Tanto a equipe de manutenção quanto a Defesa Civil vão realizar relatórios **únicos**. Assim, o sistema permite o acompanhamento em tempo real das **ações de resposta** da defesa civil.

Por fim, o sistema deve ser capaz de fornecer **dados geoespaciais** para a criação de mapas interativos. Esses mapas devem exibir informações sobre a **rede de drenagem, pontos de medição, áreas afetadas por alagamentos** e as **condições meteorológicas** atuais. As **localizações dos sensores** também devem ser registradas, permitindo a visualização das condições em tempo real, como o nível de água e a intensidade das chuvas.

2.2. Principais Funcionalidades

Considerando os diferentes tipos de usuários que utilizarão o sistema, podemos citar as seguintes funcionalidades para cada um:

- **Usuário Comum/Cidadão:**

- Consultar **alertas de enchentes e níveis de água**;
- Consultar mapas de **bueiros e áreas de risco**;
- Inserir **ocorrências de alagamentos** e outras emergências no sistema;
- Inserir falhas na drenagem urbana (ex: **bueiros** obstruídos).

- **Equipe de Manutenção de Drenagem:**

- Consultar bueiros/galerias que precisam de manutenção;
- Consultar histórico de intervenções em bueiros/galerias;
- Inserir intervenções realizadas, incluindo tipo de manutenção (limpeza, reparo, inspeção);

- Consultar dados de monitoramento.
- **Defesa Civil / Autoridade Pública:**
 - Inserir alertas para a população sobre risco de enchentes em tempo real;
 - Consultar relatórios de eventos de alagamento;
 - Consultar e visualizar mapas de risco para alagamentos e áreas de drenagem;
 - Monitora a situação dos bueiros.
- **Administrador do Sistema:**
 - Gerenciar usuários e suas permissões no sistema (usuários comuns, equipes de manutenção, autoridades);
 - Configurar regras de alerta e definir thresholds para emissão de alertas (chuva, nível de água, etc.);
 - Gerenciar dados históricos de alagamentos e intervenções;

2.3. Análise de Ciclos Presentes no MER

Há 2 ciclos presentes no MER. Apesar de alguns possíveis ciclos foram descartados devido a natureza exclusiva de entidades com especialização, devido a nova formação do MER temos o nascimento de outros ciclos.

Usuário -> Alerta de enchente -> Alagamento -> Ponto Hidrológico -> Defesa Civil

Há a presença de um ciclo entre as entidades **Usuário** (via Defesa Civil) e **Ponto Hidrológico**. Esse ciclo pode ser problemático, uma vez que representa uma **complexa cadeia de dependência e rastreabilidade** (a avaliação de risco da Defesa Civil depende do Ponto Hidrológico, que por sua vez gera um Alagamento, que gera um Alerta que é respondido pela Defesa Civil).

A dependência se estende a dois casos principais de **coerência e rastreamento de responsabilidade**:

- Permite que um agente da Defesa Civil **monitore** um Ponto Hidrológico cujos Alagamentos geraram um Alerta que **não foi respondido** por ele ou sua equipe.

- Permite que o sistema rastreie o tempo que a Defesa Civil levou para responder a um Alerta gerado por um Ponto Hidrológico que ela **é responsável por monitorar**, estabelecendo um indicador de **eficácia** (conforme sua Query 3 e 4).

Usuario -> Alerta de Enchente -> Alagamento -> Ponto Hidrológico(Bueiro) -> Equipe de Manutenção(Usuario)

Há a presença de um ciclo entre as entidades **Usuário** (via Equipe de Manutenção) e **Bueiro**. Esse ciclo é central para a avaliação da **vulnerabilidade** e **eficácia** da manutenção (o trabalho da Equipe de Manutenção depende do Bueiro, que se não mantido, pode gerar um Alagamento, que gera um Alerta que é respondido pela Equipe de Manutenção).

A dependência se estende a dois casos principais de **avaliação de performance**:

- Permite a criação de um **Relatório de Ação** sobre um Alerta sem ter a **Manutenção** prévia rastreada ou vice-versa, permitindo que a equipe de manutenção responda a um alerta sobre um bueiro que não está em seu escopo de manutenção.
- Permite a correlação de um **Alagamento** com a **última manutenção** registrada no bueiro (conforme Query 2), validando se as intervenções preventivas foram eficazes ou se o bueiro é um ponto crônico, o que é um **objetivo fundamental** do sistema.

PROBLEMAS CORRIGIDOS PARTE 1

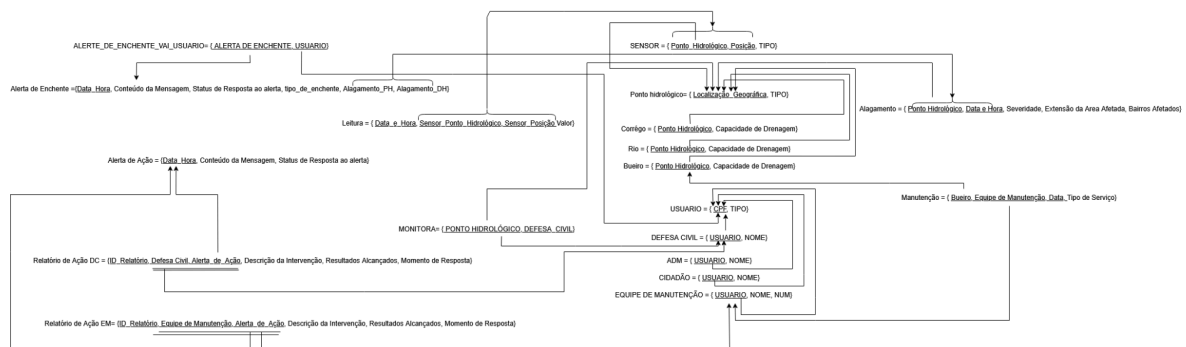
- Cardinalidades clarificadas no texto.
- Relações clarificadas no texto.
- Ciclos identificados no texto.
- Imagem com resolução legível.
- Todas entidades com atributo chave.
- Note para todas as agregações.
- Utilização de notação simplificada de agregação.

OBS IMPORTANTE: SEGUE NO FIM DO DOCUMENTO IMAGENS VETORIZADAS DO MER E DO MAPEAMENTO.

Modelo Relacional

Nesta seção introduziremos o modelo relacional da base de dados proposta, que possui como função relacionar as diversas tabelas existentes a nível físico. Além de apenas construir o esquema iremos também discutir sobre os diversos mapeamentos que foram feitos, evidenciando suas vantagens e desvantagens.

Na imagem do esquema as tabelas são representadas por blocos e sendo relacionadas a partir de setas.



Discussão dos Mapeamentos Propostos

1. Especialização da Entidade 'Sensor'

- **Solução adotada:** Como Sensor possui participação Total e exclusiva em relação aos seus tipos, resolvemos escolher o mapeamento que mantém essa integridade ao invés das demais possíveis mapeamentos que não garantem isso. Além disso, como Sensor possui relação com outras entidades, escolhemos a opção de mapeamento que mantém a tabela do Sensor.
 - i. OBS: Para funcionar de maneira apropriada em nosso Sistema, devemos fazer algumas adaptações. Como a Genérica possui relações, ao invés de estender as relações para cada Entidade Específica, vamos fazer com que as chaves primárias das CEE sejam também chaves estrangeiras da, agora, CEG. Além disso, é necessário que, em aplicação, seja garantido a Participação Total.
- **Vantagens:** Integridade de participação total e exclusiva garantida. Existência da tabela pai para servir de relação com outras entidades.
- **Desvantagens:** Serão gerados mais tabelas que outra opção de mapeamento e, portanto, diminuirá a performance do nosso sistema.
- **Alternativas:** A alternativa é justamente utilizar menos tabelas(remove a tabela pai) e trabalhar unicamente com as filhas. Porém, o processo se torne menos semântico por mais que ganhamos em performance ao diminuir a quantidade de tabelas.

2. Especialização da Entidade 'Ponto hidrológico'

- * A lógica é mesma do Sensor
- **Solução adotada:** Como Ponto Hidrológico possui participação Total e exclusiva em relação aos seus tipos, resolvemos escolher o mapeamento que mantém essa integridade ao invés das demais possíveis mapeamentos que não garantem isso. Além disso, como Ponto hidrológico possui relação com outras entidades, escolhemos a opção de mapeamento que mantém a tabela do Ponto hidrológico.
 - i. OBS: Para funcionar de maneira apropriada em nosso Sistema, devemos fazer algumas adaptações. Como a Genérica possui relações, ao invés de estender as relações para cada Entidade Específica, vamos fazer com que as chaves primárias das CEE sejam também chaves

estrangeiras da, agora, CEG. Além disso, é necessário que, em aplicação, seja garantido a Participação Total.

- **Vantagens:** Integridade de participação total e exclusiva garantida. Existência da tabela pai para servir de relação com outras entidades.
- **Desvantagens:** Serão gerados mais tabelas que outra opção de mapeamento e, portanto, diminuirá a performance do nosso sistema.
- **Alternativas:** A alternativa é justamente utilizar menos tabelas(remove a tabela pai) e trabalhar unicamente com as filhas. Porém, o processo se torna menos semântico por mais que ganhamos em performance ao diminuir a quantidade de tabelas.

3. Mapeamento da Entidade Agregada ‘Leitura’ entre Ponto Hidrológico e Sensor - 1:N

- **Solução adotada:** Como Leitura é identificada pelo atributo próprio + chaves do CE(s) que participam do CR gerador, cada instância do CR gera várias entidades agregadas e Sensor é entidade fraca da relação, resolvemos escolher o mapeamento que mantém a integridade do que foi dito. Não faz sentido, nesse caso, trazer Ponto Hidrológico à tabela Leitura, uma vez que essa informação já está embutida em Sensor.
- **Vantagens:** Vantagem está na integridade semântica dos dados já no mapeamento
- **Desvantagens:** Não aparenta possuir desvantagens consideráveis em relação às demais alternativas de mapeamento. Uma vez que usam as mesmas quantidades de tabelas.
- **Alternativas:** Como dito, as alternativas usam a mesma quantidade de tabelas, contudo, não garantem a integridade como a nossa escolha de mapeamento. As alternativas fogem da nossa semântica.

4. Especialização da Entidade ‘Usuário’

- * A lógica é mesma do Sensor
- **Solução adotada:** Como Usuário possui participação Total e exclusiva em relação aos seus tipos, resolvemos escolher o mapeamento que mantém essa integridade ao invés das demais possíveis mapeamentos que não garantem isso. Além disso, como Usuário possui relação com outras entidades, escolhemos a opção de mapeamento que mantém a tabela do Usuário.
 - i. OBS: Para funcionar de maneira apropriada em nosso Sistema, devemos fazer algumas adaptações. Como a Genérica possui relações,

ao invés de estender as relações para cada Entidade Específica, vamos fazer com que as chaves primárias das CEE sejam também chaves estrangeiras da, agora, CEG. Além disso, é necessário que, em aplicação, seja garantido a Participação Total.

- **Vantagens:** Integridade de participação total e exclusiva garantida. Existência da tabela pai para servir de relação com outras entidades.
- **Desvantagens:** Serão gerados mais tabelas que outra opção de mapeamento e, portanto, diminuirá a performance do nosso sistema.
- **Alternativas:** A alternativa é justamente utilizar menos tabelas (remove a tabela pai) e trabalhar unicamente com as filhas. Porém, o processo se torna menos semântico por mais que ganhemos em performance ao diminuir a quantidade de tabelas.

5. Relacionamentos ‘Monitora’ entre Defesa Civil e Ponto Hidrológico- N:N

- **Solução adotada:** O mapeamento foi feito através da criação de uma nova tabela, ‘Monitora’, que armazena a relação entre a Defesa Civil e o Ponto hidrológico. Isso permite que todos da Defesa Civil possam monitorar todos os Pontos Hidrológicos, se necessário e vice-versa. Assim, quando necessário, as leituras dos respectivos pontos podem ser consultadas.
- **Vantagens:** A Cardinalidade do relacionamento é preservada.
- **Desvantagens:** A criação de uma nova tabela aumenta o custo de memória necessário.
- **Alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

6. Entidade fraca Alagamento (de ‘Ponto Hidrológico’) - 1 : N

- **Solução adotada:** As entidades fracas possuem tabelas próprias, sendo identificadas pela combinação de sua chave parcial com a chave primária do seu *owner*.
- **Vantagens:** Esse mapeamento preserva a cardinalidade do relacionamento e cobre as participações totais das entidades fracas, com relação ao seu respectivo *owner*.
- **Desvantagens:** A criação de novas tabelas exige mais recursos computacionais de memória
- **Alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

7. Mapeamento da Entidade Agregada ‘Manutenção’ entre Bueiro e Equipe de Manutenção - N: N

- **Solução adotada:** Como Manutenção é identificada pelo atributo próprio + chaves do CE(s) que participam do CR gerador, cada instância do CR gera **várias** entidades agregadas e Manutenção é composto de um relacionamento N:N, resolvemos escolher o mapeamento que mantém a integridade do que foi dito. Não faz sentido, nesse caso, criar uma tabela a mais para o CR 'VAI'.
- **Vantagens:** Vantagem está na integridade semântica dos dados já no mapeamento. Permite que o histórico de manutenções seja armazenado.
- **Desvantagens:** A criação de uma nova tabela necessita de maior uso de memória.
- **Alternativas:** Como dito, as alternativas usam a mesma quantidade de tabelas, contudo, não garantem a integridade como a nossa escolha de mapeamento. As alternativas fogem da nossa semântica.

8. Especialização da Entidade 'Notificação'

- **Solução adotada:** Como a Notificação possui participação Total e exclusiva em relação aos seus tipos, resolvemos escolher o mapeamento que mantém essa integridade ao invés das demais possíveis mapeamentos que não garantem isso. Além disso, Notificação **não** possui relação com outras entidades, escolhemos a opção de mapeamento que não tem a tabela pai.
- **Vantagem:** Dentro da sua alternativa(no caso, 7) possui o menor número de tabelas e integridade garantida.
- **Desvantagem:** Não é a quantidade mínima de tabelas, e portanto ainda sofre com um maior custo de memória e performance comparado às demais opções. Além do mais, o nosso sistema pode sofrer caso a notificação desenvolva uma relação com alguma outra entidade no futuro. Pois assim seria necessário remodelar e remapear o nosso projeto.
- **Alternativas:** As alternativas ou não cumprem com integridade, ou possuem mais tabelas que o necessário. Portanto, escolhemos a opção que, primeiro, respeita a integridade e, segundo, diminui a quantidade de tabelas necessárias para melhorar performance.

9. Mapeamento da Entidade Agregada 'Relatório de Ação DC' entre Defesa Civil e Alerta de Ação - N: N

- **Solução adotada:** Como 'Relatório de Ação DC' é identificada pelo atributo próprio + chaves do CE(s) que participam do CR gerador, cada instância do CR gera **uma única** entidade agregada e como 'Relatório de Ação DC' é

composto de um relacionamento N:N, resolvemos escolher o mapeamento que mantém a integridade do que foi dito. Não faz sentido, nesse caso, criar uma tabela a mais para o CR 'VAI'.

- i. **OBS:** Para isso funcionar de maneira apropriada, transformamos o par de chaves CE em, também, chaves secundárias. Assim, para cada ID, teremos uma única entidade agregada

- **Vantagens:** Vantagem está na integridade semântica dos dados já no mapeamento. Permite que o histórico de Relatórios seja armazenado.
- **Desvantagens:** A criação de uma nova tabela necessita de maior uso de memória.
- **Alternativas:** Como dito, as alternativas usam a mesma quantidade de tabelas, contudo, não garantem a integridade como a nossa escolha de mapeamento. As alternativas fogem da nossa semântica.

10. Mapeamento da Entidade Agregada 'Relatório de Ação EM' entre Equipe de Manutenção e Alerta de Ação - N: N

- *Mesma lógica de 'Relatório de Ação DC'
- **Solução adotada:** Como 'Relatório de Ação EM' é identificada pelo atributo próprio + chaves do CE(s) que participam do CR gerador, cada instância do CR gera **uma única** entidade agregadas e 'Relatório de Ação EM' é composto de um relacionamento N:N, resolvemos escolher o mapeamento que mantém a integridade do que foi dito. Não faz sentido, nesse caso, criar uma tabela a mais para o CR 'VAI'.
- **Vantagens:** Vantagem está na integridade semântica dos dados já no mapeamento. Permite que o histórico de Relatórios seja armazenado.
- **Desvantagens:** A criação de uma nova tabela necessita de maior uso de memória.
- **Alternativas:** Como dito, as alternativas usam a mesma quantidade de tabelas, contudo, não garantem a integridade como a nossa escolha de mapeamento. As alternativas fogem da nossa semântica.

11. Relacionamentos 'VAI' entre Alerta de Enchente e Usuário - N:N

- **Solução adotada:** O mapeamento foi feito através da criação de uma nova tabela, 'Alerta_Enchente_vai_Usuario', que armazena a relação entre o Alerta de Enchente e os Usuários que receberam. Isso permite que todos os alertas de

enchente possam ir ao um mesmo usuário e todos usuários possam receber o mesmo alerta de enchente.

- **Vantagens:** A Cardinalidade do relacionamento é preservada.
- **Desvantagens:** A criação de uma nova tabela aumenta o custo de memória necessário.
- **Alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

Problemas Corrigidos Parte 02

- Adaptação do Padrão 8 colocado nas Justificativas. OBS adicionada com a Seguinte Info
 - “OBS: Para funcionar de maneira apropriada em nosso Sistema, devemos fazer algumas adaptações. Como a Genérica possui relações, ao invés de estender as relações para cada Entidade Específica, vamos fazer com que as chaves primárias das CEE sejam também chaves estrangeiras da, agora, CEG. Além disso, é necessário que, em aplicação, seja garantido a Participação Total.”
- Adaptação do Padrão 8 também alocada no Mapeamento
- Clarificação da Vantagem do Mapeamento 8
- Clarificação da Unicidade do Mapeamento 9/10
- ID Semântico para Usuário no MER. (CPF)
- DEFESA CIVIL agora MONITORA o Ponto Hidrológico ao invés de suas LEITURAS. MER e Mapeamento 5 alterado de acordo.
- Typo “DC” -> “EM” Corrigido no Mapeamento.
- Alagamentos agora geram Alertas de Enchente. Nova Relação GERA entre Alagamento e Alerta de Enchente Criada. Alerta de Enchente não possui mais “Extensão da Área Afetada” Como Atributo. Adaptações no Relatório MER e mapeamento feitos de acordo.
- Diminuição do Espaço em Branco do MER

Correções adicionais:

- Removido o Tipo Da Notificação Como parte da chave para os Alertas. É redundante dado o padrão escolhido.

- Adicionado Data e Hora para os relatórios de ação de DC e EM que indicam o momento de Resposta aos alertas. Alterações em mapeamento, mer e relatório feitos de acordo.
- Adicionado capítulo sobre ciclos e resoluções feitas em aplicação.

Parte 03

Descrição da aplicação

Nesta etapa, foi utilizado o SGBD PostgreSQL para montagem de todo o esquema da base de dados, incluindo todas as tabelas com seus devidos tratamentos para garantia de consistência. Além disso, foram criados alguns scripts para alimentação dessa base e cinco consultas de complexidade média/alta para teste. Também criamos um protótipo integrado à base de dados por meio da linguagem Python.

O repositório com todo o conteúdo criado pode ser visto em:

<https://github.com/Vinivrd/trab-bd>

Funcionalidades

- 1) Menu Principal: O usuário pode digitar números (1, 2, 0) para realizar as respectivas funcionalidades abaixo. Se digitado qualquer outro valor, é enviado uma mensagem de erro.
- 2) Cadastrar um novo cidadão: Ao pressionar 1, o usuário deve colocar um nome completo não vazio. Caso contrário, alertamos ele já em aplicação. E o usuário deve colocar um CPF completo(traços e pontos).
 - a) Erros tratados(com aviso ao usuário):
 - i) Nome não pode ser vazio
 - ii) CPF não pode ser vazio
 - iii) CPF tem que seguir o formato correto
- 3) Consultar maiores níveis rios
 - a) Executa a Query 1 do nosso sistema. Se houver um erro com input, avisamos ao usuário.
- 4) Encerrar o sistema: Ao colocar como input 0, encerra o código.
- 5) O uso de “%s” e “(limite,)” na aplicação já garantem proteção contra SQL Injection, pois o SGBD já vai tratar eles apenas como dados.

Apresentação das Consultas

1. Indicadores de Risco de Alagamento: Comportamento Histórico dos Rios

```
SELECT
    ph.Localizacao_Geografica,
    AVG(l.Valor)          AS media_nivel_agua,
    COUNT(*)              AS qtd_leituras
FROM Ponto_Hidrologico ph
JOIN Sensor s
    ON s.Ponto_Hidrologico = ph.Localizacao_Geografica
JOIN Leitura l
    ON l.Sensor_Ponto_Hidrologico = s.Ponto_Hidrologico
    AND l.Sensor_Posicao          = s.Posicao
WHERE ph.Tipo = 'Rio'
    AND s.Tipo = 'Nível de Água'
    AND l.Data_Hora >= NOW() - INTERVAL '365 days'
GROUP BY ph.Localizacao_Geografica
ORDER BY media_nivel_agua DESC, qtd_leituras DESC
LIMIT 5;
```

Esta consulta SQL identifica os pontos hidrológicos classificados como **Rios** e calcula indicadores essenciais sobre o comportamento do nível da água no último ano. Ela realiza junções entre as tabelas **Ponto_Hidrologico**, **Sensor** e **Leitura**, filtrando apenas sensores do tipo "Nível de Água" e leituras feitas dentro da janela de **365 dias anteriores ao momento atual**.

Para cada rio monitorado, a consulta retorna:

- A localização geográfica do ponto hidrológico
- A **média dos valores de nível da água** no período avaliado
- A **quantidade total de leituras** utilizadas no cálculo

Os resultados são organizados de forma a destacar os rios que apresentam **maiores níveis médios de água** e, como critério secundário, aqueles com **maior volume de dados coletados**, sendo exibidos somente os **5 principais casos**.

Esta análise pode ser utilizada como indicador de risco de alagamento ou como ferramenta de priorização de monitoramento, fornecendo suporte à tomada de decisão por órgãos responsáveis pela segurança hídrica e gestão de enchentes.

2. Análise de Vulnerabilidade e Eficácia de Manutenção em Bueiros

```
WITH manutencao_bueiro AS (  
    SELECT  
        m.Bueiro                AS ponto_bueiro,  
        COUNT(*)                AS qtd_manutencoes,  
        MAX(m.Data_Hora)        AS ultima_manutencao  
    FROM Manutencao m  
    WHERE m.Data_Hora >= NOW() - INTERVAL '6 months'  
    GROUP BY m.Bueiro  
)  
SELECT  
    b.Ponto_Hidrologico          AS bueiro,  
    mb.qtd_manutencoes,  
    mb.ultima_manutencao,  
    COUNT(a.Data_Hora)           AS qtd_alagamentos_pos  
FROM manutencao_bueiro mb  
JOIN Bueiro b  
    ON b.Ponto_Hidrologico = mb.ponto_bueiro  
LEFT JOIN Alagamento a  
    ON a.Ponto_Hidrologico = b.Ponto_Hidrologico  
    AND a.Data_Hora > mb.ultima_manutencao  
    AND a.Severidade >= 7  
GROUP BY  
    b.Ponto_Hidrologico,  
    mb.qtd_manutencoes,  
    mb.ultima_manutencao  
HAVING  
    mb.qtd_manutencoes >= 2  
    AND COUNT(a.Data_Hora) > 0  
ORDER BY  
    mb.qtd_manutencoes DESC,  
    qtd_alagamentos_pos DESC;
```

Nessa consulta, definimos uma **Tabela Temporária (CTE)**, denominada `manutencao_bueiro`, para agrupar as manutenções de bueiros realizadas nos **últimos 6 meses**. A CTE calcula a **quantidade total de serviços** e a **data da última intervenção** registrada para cada bueiro.

Para a consulta principal, utilizamos **junções** com as tabelas de `Bueiro` e `Alagamento`.

- A junção com `Bueiro` identifica o ponto hidrológico em questão.
- A junção com `Alagamento` (via `LEFT JOIN`) é correlacionada para identificar se ocorreram alagamentos de **alta gravidade** (severidade maior ou igual a 7) **após a data da última manutenção** registrada (`a.Data_Hora > mb.ultima_manutencao`).

Por fim, a lista final é **filtrada** pela cláusula `HAVING` para exibir apenas os bueiros que atenderam a dois critérios de risco:

1. Receberam **pelo menos duas manutenções** no período (`mb.qtd_manutencoes >= 2`).
2. Voltaram a alagar com alta severidade após a última intervenção (`COUNT(a.Data_Hora) > 0`).

Os resultados são **ordenados de maneira decrescente** pela frequência de manutenções e pela reincidência de alagamentos, destacando os pontos mais problemáticos e auxiliando na **priorização de obras estruturais** mais eficazes.

3. Análise de Performance: Agilidade e Volume de Resposta da Defesa Civil

```
WITH primeira_acao_dc AS (  
    SELECT  
        r.Id_defesacivil,  
        r.Id_alerta,  
        MIN(r.Data_Hora) AS primeira_acao_dc
```

```

FROM Relatorio_de_Acao_DC r
GROUP BY
    r.Id_defesacivil,
    r.Id_alerta
)
SELECT
    dc.Usuario AS id_defesa_civil,
    dc.Nome,
    COUNT(DISTINCT p.Id_alerta) AS qtd_alertas_respondidos,
    AVG(p.primeira_acao_dc - a.Data_Hora) AS tempo_medio_resposta
FROM Defesa_Civil dc
JOIN primeira_acao_dc p
    ON p.Id_defesacivil = dc.Usuario
JOIN Alerta_de_Acao a
    ON a.Data_Hora = p.Id_alerta
GROUP BY
    dc.Usuario,
    dc.Nome
ORDER BY
    qtd_alertas_respondidos DESC,
    tempo_medio_resposta;

```

Esta consulta é elaborada para medir a **eficiência individual dos agentes da Defesa Civil**, combinando a métrica de volume de trabalho (alertas respondidos) com a agilidade de resposta.

A consulta inicia-se com a **Expressão de Tabela Comum (CTE) `primeira_acao_dc`** que, por meio da função de agregação **MIN**, garante que seja utilizado o registro da *primeira* ação de cada agente para um alerta específico. Isso permite calcular o tempo real de reação, ignorando relatórios subsequentes. Junções são feitas entre a tabela temporária (CTE) e a tabela **Alerta_de_Acao** para obter o tempo transcorrido, sendo a diferença calculada (**`p.primeira_acao_dc - a.Data_Hora`**) e a média (**AVG**) utilizada para determinar o tempo médio de resposta por agente.

O resultado é agrupado por agente (ID e Nome) e retorna o **total de alertas respondidos** (**`COUNT(DISTINCT p.Id_alerta)`**) e o **tempo médio de resposta**. O resultado final é ordenado de forma decrescente pela quantidade de alertas e crescente pelo tempo de resposta, estabelecendo um ranking de performance. Este indicador serve como um **KPI** essencial para a gestão operacional e a avaliação da capacidade de resposta da equipe.

4. Consultar os Alertas de Ação que já possuem resposta ou da Equipe de Manutenção ou da Defesa Civil.

```
WITH em AS (
    SELECT
        Id_alerta,
        COUNT(*) AS qtd_em,
        MIN(Data_Hora) AS primeira_acao_em
    FROM Relatorio_de_Acao_EM
    GROUP BY Id_alerta
),
dc AS (
    SELECT
        Id_alerta,
        COUNT(*) AS qtd_dc,
        MIN(Data_Hora) AS primeira_acao_dc
    FROM Relatorio_de_Acao_DC
    GROUP BY Id_alerta
)
SELECT
    a.Data_Hora AS id_alerta,
    a.Conteudo_da_Mensagem,
    a.Status_da_Resposta,
    COALESCE(em.qtd_em, 0) AS qtd_em,
    COALESCE(dc.qtd_dc, 0) AS qtd_dc,
    em.primeira_acao_em,
    dc.primeira_acao_dc,
    CASE
        WHEN em.primeira_acao_em IS NULL AND dc.primeira_acao_dc IS
        NULL THEN NULL
        ELSE LEAST(COALESCE(em.primeira_acao_em, 'infinity'),
        COALESCE(dc.primeira_acao_dc, 'infinity')) - a.Data_Hora
    END AS tempo_resposta
FROM Alerta_de_Acao a
LEFT JOIN em ON em.Id_alerta = a.Data_Hora
LEFT JOIN dc ON dc.Id_alerta = a.Data_Hora
ORDER BY a.Data_Hora DESC;
```

Esta consulta SQL recupera todos os Alertas de Ação, independentemente de já terem sido respondidos ou não. Por meio de duas Common Table Expressions (CTEs), chamadas **em** e **dc**, a consulta agrega previamente informações sobre as respostas da **Equipe de Manutenção (EM)** e da **Defesa Civil (DC)**.

A CTE **em** calcula, para cada **Id_alerta** registrado em relatórios da equipe de manutenção, a quantidade de equipes que atuaram (**qtd_em**) e o horário da primeira intervenção realizada (**primeira_acao_em**). Já a CTE **dc** faz processamento equivalente para os relatórios da Defesa Civil, gerando **qtd_dc** e **primeira_acao_dc**.

No passo final, a consulta utiliza **LEFT JOIN** entre a tabela principal **Alerta_de_Acao** e as CTEs, garantindo que:

- **todos os alertas sejam retornados**, mesmo que **nenhum órgão tenha respondido ainda**
- alertas com apenas **um tipo de resposta** (somente EM ou somente DC) também apareçam
- quando houver respostas, a consulta mostra **quantas equipes/agentes atuaram e o horário da primeira ação registrada**

A inclusão da coluna **tempo_resposta** (quando calculada) oferece um indicativo do tempo decorrido entre a emissão do alerta e a primeira resposta registrada. Caso não exista qualquer ação, o campo permanece nulo.

Assim, a consulta permite identificar não apenas os casos já respondidos, mas também aqueles **pendentes de atendimento**, ampliando a visibilidade operacional e facilitando o monitoramento da eficiência de resposta

5. Identificação de Agentes da Defesa Civil com Cobertura Incompleta de Monitoramento (Sensores Pluviométricos)

```
SELECT
    dc.Usuario,
    dc.Nome
FROM Defesa_Civil dc
```

```

WHERE NOT EXISTS (
    SELECT 1
    FROM Ponto_Hidrologico ph
    JOIN Sensor s
        ON s.Ponto_Hidrologico = ph.Localizacao_Geografica
    WHERE s.Tipo = 'Pluviométrico'
        AND NOT EXISTS (
            SELECT 1
            FROM Monitora m
            WHERE m.Ponto_Hidrologico = ph.Localizacao_Geografica
                AND m.Defesa_Civil      = dc.Usuario
        )
)
);

```

Nesta consulta, utilizamos o conceito da **Divisão Relacional** por meio de duas cláusulas **NOT EXISTS** aninhadas, testando uma condição de totalidade (se um agente cobre *todos* os pontos).

Com isso, isolamos o conjunto de **todos os sensores classificados como 'Pluviométrico'** associados aos pontos hidrológicos, que é o universo de itens que deve ser monitorado.

Para obter o resultado, fizemos junções e correlações com as tabelas de **Ponto Hidrológico**, **Sensor** e **Monitora** para verificar, para cada agente da Defesa Civil, se existe algum sensor pluviométrico que ele **não esteja monitorando** (esta é a função da negação interna).

A negação externa (**WHERE NOT EXISTS**) garante que apenas os agentes para os quais esse conjunto de "pontos não monitorados" é vazio sejam selecionados.

Por fim, a lista final apresenta os dados de identificação (**Usuario** e **Nome**) dos agentes que **monitoram todos os sensores pluviométricos** cadastrados no sistema, validando a cobertura integral das áreas de risco de precipitação.

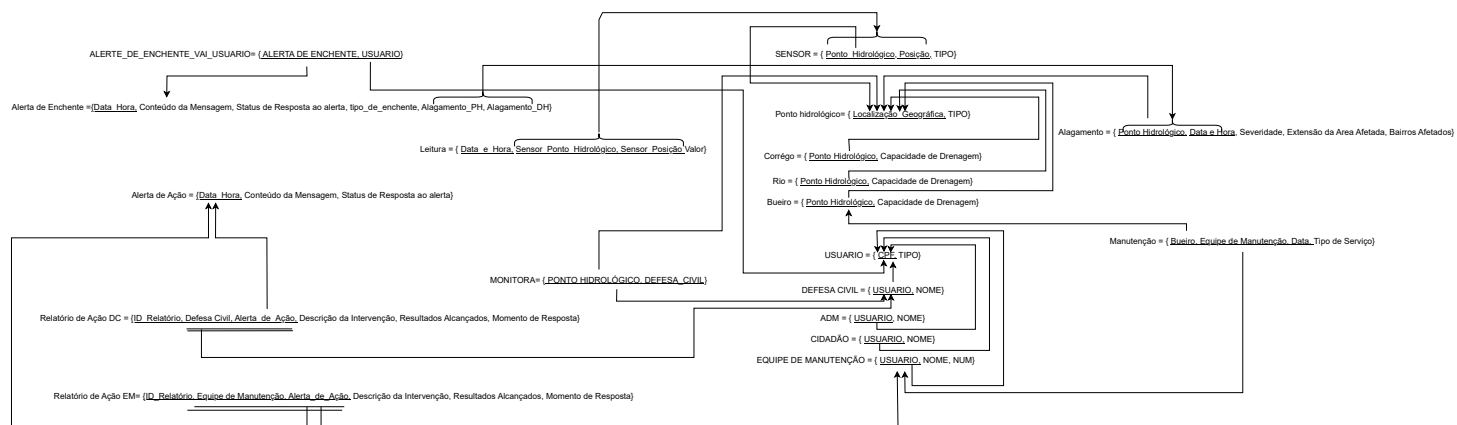
Conclusão

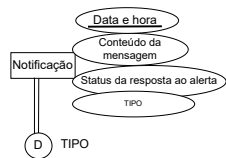
O projeto é interessante e demonstra com clareza como seria realizar a construção do banco de dados do zero. É uma experiência importante que todo aluno deve passar. O monitor e a professora foram atenciosos com o atendimento e a remoção de dúvidas. Como maior dificuldade foi a parte inicial do projeto e construção do MER e também, devido a isso, também foi o maior aprendizado.

Agora, em relação à disciplina, o grupo possui algumas sugestões. As listas devem ter gabaritos. Por mais que o argumento seja de que - se os alunos tiverem os gabaritos eles não irão se esforçar - nada adianta eles lerem o gabarito se não entenderem a resposta. Em outras palavras, ter o gabarito é melhor e no quesito esforço não faz diferença. Isso, uma vez que, o processo de ler e reler o gabarito enquanto cruza informações com a questão e remove dúvidas com a professora é um processo essencial do aprendizado. Portanto, o aluno que quer ser aprovado, vai ter que se esforçar de qualquer forma - mesmo com o gabarito. Não haver gabarito prejudica o aluno e é imprático para a professora. Todo aluno teria que revisar toda a lista com a professora. Logo, a professora teria que rever as mesmas questões quase 60 vezes se todos os alunos fossem a monitoria. Situação que o modelo atual de listas impõe.

Outro ponto importante é o controle da informação. Algumas informações só não estão presentes em slides e a única forma de conseguir acesso é se o aluno estivesse presente na aula. O aluno que não pode comparecer sai prejudicado. Por exemplo, ciclos, nuances em mapeamentos, nuances em anomalias, nuances em formas normais são apenas alguns casos de informações que apesar de presentes em slides, explicações adicionais foram fornecidas e que se o aluno não tivesse em aula seria incapaz de recuperar. Além disso, essas “nuances” são pontos essenciais para realização de exercícios, ao invés de uma informação que realmente poderia ser ignorada sem impacto para a performance do aluno. A forma como um dos membros do grupo conseguiu contornar isso foi coletando informação de contexto do ambiente de aula e trazendo dúvidas à monitoria da professora. Mas até o momento não se sabe se todas as nuances foram coletadas.

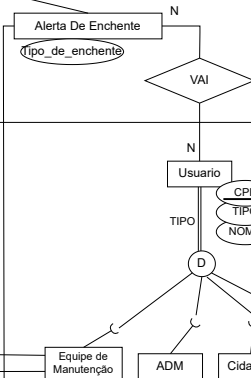
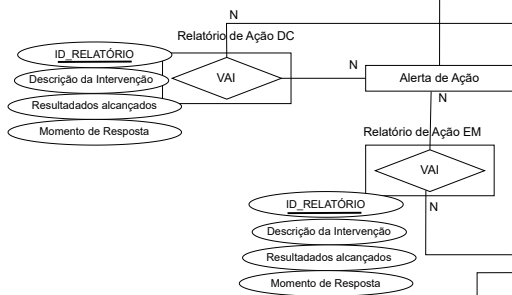
Por fim, o grupo tem a agradecer por todo aprendizado, a matéria foi uma das mais desafiadoras da faculdade e também a de maior aprendizado e com uma relevância e propósito alto para as carreiras de todos. Muito obrigado Elaine e Ander :).



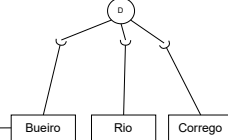


Relatório de Ação DC vai ser identificado por:
ID_USUARIO + ID_RELATÓRIO + DATA e HORA

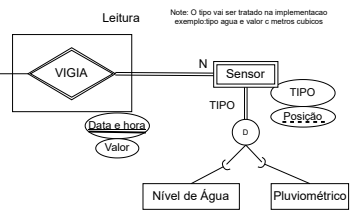
Relatório de Ação EM vai ser identificado por:
ID_USUARIO + ID_RELATÓRIO + DATA e HORA



Manutenção vai ser identificado por:
ID_USUARIO+ DATA + LOC_GEOGRAFICA



Leitura vai ser identificado por:
LOC_GEOGRAFICA+ DATA_HORA + POSIÇÃO



Note: O tipo vai ser tratado na implementação exemplo tipo agua e valor c metros cúbicos