

Universidade de São Paulo

ICMC – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

**SSC0640 - Bases de Dados**

Prof. Dra. Elaine Parros M. de Sousa

PAE: André Moreira Souza

# REDE SIS-SAÚDE

UMA SOLUÇÃO PARA GESTÃO DE RECURSOS

Caio Florentin de Oliviera – 14562921

Enrico Martim Zúcollo – 14568048

Guilherme Sonego – 14576489

Pedro Arthur D. E. S. Sanches – 5015792

São Carlos - SP

2025

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Modelo Entidade-Relacionamento</b>	<b>2</b>
2.1	Levantamento de Requisitos . . . . .	2
2.2	Principais Funcionalidades . . . . .	4
2.3	Restrições de integridade . . . . .	5
2.4	Diagrama do Modelo Entidade-Relacionamento . . . . .	6
2.5	Mudanças relacionadas à Primeira Entrega . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Modelo Relacional</b>	<b>9</b>
3.1	Mapeamentos das Entidades e Generalizações . . . . .	11
3.2	Mapeamentos dos Relacionamentos . . . . .	12
3.3	Mapeamentos das Agregações . . . . .	14
3.4	Mapeamentos dos atributos . . . . .	16

# 1 Introdução

O sistema de saúde brasileiro é reconhecido como um dos maiores e mais abrangentes do mundo, garantindo cobertura universal à população. No entanto, ainda apresenta falhas significativas relacionadas à **gestão de recursos**, como o **desperdício** de mais de **R\$ 2 bilhões** em medicamentos e vacinas vencidas desde 2019, conforme apontado pela reportagem (ABDALA, 2023). Além disso, esse sistema é marcado pela **desigualdade regional** no acesso a recursos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, situação evidenciada em estudo conduzido pelo Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (Cidacs/Fiocruz Bahia) (ANJOS, 2022).

Com base nesses problemas, nosso grupo decidiu propor uma solução para evitar o desperdício de recursos dentro das entidades públicas de saúde e diminuir a desigualdade de acessos a estes. A proposta consiste no desenvolvimento de um sistema capaz de **unificar os estoques** das diferentes unidades de saúde, possibilitando a **visualização centralizada** da disponibilidade de insumos e leitos. Dessa forma, diante da falta de determinado recurso em uma unidade, será possível solicitar sua **transferência** de outra instituição que o possua em estoque, promovendo maior eficiência na gestão, evitando perdas e garantindo um atendimento mais equitativo à população.

Adicionalmente, o sistema proposto contempla uma funcionalidade de **análise de tendências** e previsão de possíveis faltas de recursos. Para tal, prevê-se a implementação de um módulo no qual os profissionais de saúde poderão registrar os casos atendidos, bem como os insumos necessários para o tratamento de cada paciente (por meio de relatórios). Esses registros fornecerão dados consistentes para a identificação de **padrões de consumo**, **detecção de surtos locais** e **antecipação de demandas específicas**. A partir dessas análises, será possível planejar e solicitar de forma proativa a redistribuição ou aquisição de recursos nas regiões mais afetadas, promovendo uma gestão mais eficiente e preventiva.

## 2 Modelo Entidade-Relacionamento

### 2.1 Levantamento de Requisitos

Uma **entidade de saúde** pode ser, dentre outras possibilidades, um **laboratório** ou um **hospital**. Essas são as que mais nos interessa dentro do nosso sistema. Todas possuem, porém, um **endereço**, **horário de funcionamento**, **telefone**, **nome** e um **CNES** (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) que a identifica.

Com relação às **especializações de entidades de saúde**, os **laboratórios** são **entidades de saúde** que possuem estoques de **recursos** (medicamentos/vacinas) sendo responsáveis também por sua **produção**. Cada **laboratório** pode ser responsável pela produção de um ou mais **recursos**, além de **receberem** e **processarem** requisições de **recursos** vindos de outras unidades.

Já os **hospitais** também têm estoques de **recursos** (medicamentos/vacinas), podendo receber e processar requisições de **recursos**. Porém, diferentemente dos **laboratórios**, os **hospitais** não produzem **recursos**, mas possuem **leitos**, a partir dos quais podem ainda receber e encaminhar **pacientes** para outras **unidades de saúde**, de acordo com a disponibilidade de **leitos** e as **especialidades** daquele **hospital** (relacionado às cirurgias que podem ser realizadas naquele local). É importante perceber que não podemos encaminhar um paciente para a mesma entidade de saúde que ele se encontra (Nota 3 do diagrama).

Dentro das **entidades de saúde** atuam diferentes tipos de profissionais (**funcionários**), os quais são contratados para trabalhar em uma **escala de trabalho** com os **dias da semana** e **horários** definidos, assim como uma **função** (o qual pode ser **médico** ou **enfermeiro** –

usuários do sistema). Porém, o trabalho de fato é contado a partir de um **turno** daquele trabalhador, isto é, do **momento** em que ele **chega** até o momento em que ele **sai** da entidade de saúde. É preciso garantir que um **funcionário** não esteja associado a **turnos** que ocorram no mesmo dia e horário em unidades diferentes (Nota 2 do diagrama).

É durante um **turno** que o trabalhador pode usar os recursos em estoque da entidade que trabalha, **atender os pacientes** e **solicitar recursos** faltantes do estoque para atender melhor os pacientes. Eles também podem querer **encaminhar pacientes** para outras **entidades de saúde** quando não há **leitos disponíveis** ou o tratamento não é possível naquela unidade, emitindo assim um **relatório de caso**.

Estes **relatórios de casos** são o resultado do atendimento de um **funcionário** com um **paciente** em um **turno** de uma **entidade de saúde**, sendo que eles podem conter informações quanto às **doenças** que um **paciente** apresenta ou uma **necessidade de encaminhamento**. Ambas essas informações do paciente são de utilidade para o **gestor do sistema** – outro usuário do sistema. Além disso, o **relatório** possui um campo para uma (ou mais) **palavras-chave**, que pode ser, por exemplo, o nome de uma doença, vírus que o **paciente** apresenta, o que ajuda o **gestor** a encontrar padrões em determinada região. Devemos assegurar que os **timestamps** dos **relatórios** sejam consistentes com o **turno** em que foram gerados (Nota sobre Timestamp do diagrama).

Os **pedidos** de recursos, assim como os relatórios de casos, também são vinculados a um **turno**, e conseqüentemente, a um **funcionário**; neles há um **recurso** atrelado, contendo informações como **quantidade**, **urgência** e **momento do pedido** (timestamp). Esses **pedidos** são **analisados** pelos **diretores das entidades**, os quais são responsáveis por **gerar relatórios de recurso**, como um filtro e formalização para os **pedidos**.

Os **relatórios de recursos** documentam, além das informações contidas no pedido, o **diretor** que o analisou, a **urgência** do pedido (reinterpretada pelo diretor), o **momento** em que o **relatório** foi gerado (**timestamp**), o parecer do diretor para o pedido (negado/aceito), referenciado pelo **estado**, e um breve **texto** de explicação/contextualização do **pedido** e do parecer do **diretor**. Depois de gerado o **relatório do pedido**, ele pode ser **aprovado** ou não pelo **gestor do sistema**. Caso **aprovada**, gera-se uma **requisição**, em que uma ou mais **transportadoras** são associadas a tal **requisição**, possibilitando a movimentação dos **recursos**.

Cada um dos **recursos** tem seu próprio **código da ANVISA** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), **nome comercial** e **tipo** (remédio, vacina, etc). Além disso, possui um campo para **temperatura de armazenamento**, a qual é usada para escolher a **transportadora** adequada para movimentação do **recurso**. Essa **transportadora** é cadastrada no banco com o **CNPJ**, **nome** e **telefone**. Essas empresas podem ser associadas a diferentes **hospitais** e têm a responsabilidade de levar os **recursos** solicitados às unidades geradoras do **pedido**. Um mesmo **recurso** pode, inclusive, ser transportado por diferentes **transportadoras** a partir de **hospitais** distintos, dependendo da logística. Para ser contratada em dada **requisição**, porém, ela deve possuir o transporte adequado para uma carga que deve ser armazenada a uma **temperatura específica**. O resultado de transportar o **recurso** gera um **tempo de rota**.

Por fim, vale salientar que a necessidade de formalização das ações contempladas pelos **relatórios de casos e recursos** são de utilidade para o **gestor do sistema**, o qual atua em nível superior: da análise dos **relatórios de casos**, o **gestor** pode encaminhar ou não um **paciente** para outra entidade, devido a uma possível demanda alta e prioridades de pacientes. Além disso, a análise pode ser utilizada também para identificar tendências epidemiológicas, como o surgimento de surtos ou ondas de determinadas doenças em uma região, podendo gerar **notificações** para outras **entidades**. Da análise dos **relatórios de recursos** ele pode gerar **notificações** quanto à falta de um dado **recurso** na região. Essas **notificações** contêm o campo de **texto**, para que seja descrito o problema e o momento em que foi mandada.

## 2.2 Principais Funcionalidades

As operações realizáveis no Banco de Dados estão relacionadas aos trabalhadores de uma Entidade de Saúde, ao gestor do sistema e a um paciente.

### Enfermeiro

- Inserir, atualizar e remover itens do estoque da entidade de saúde que trabalha.
- Buscar por itens em estoque.
- Solicitar recursos que não estão em estoque.

### Médico

- Inserir, atualizar e remover itens do estoque da entidade de saúde que trabalha.
- Buscar por itens em estoque.
- Solicitar recursos que não estão em estoque.
- Gerar relatórios de casos atrelados a um paciente.
- Encaminhar pacientes para outras entidades de saúde.
- Consultar todos os trabalhadores que estão trabalhando naquele turno.
- Consultar todos os relatórios gerados por ele (em qualquer turno e entidade que trabalhe).

### Diretor

- Cadastrar novos trabalhadores para a entidade.
- Visualizar todos os trabalhadores da entidade e os que estão trabalhando no momento.
- Buscar por recursos no estoque da entidade que trabalha.
- Visualizar e Analisar pedidos relacionados a sua entidade e gerar relatórios de recursos.

### Gestor

- Cadastrar, atualizar, remover e buscar pelas transportadoras no sistema.
- Visualizar todos os relatórios de casos e recursos no sistema, podendo fazer análises estatísticas para prever tendências.
- Notificar entidades de saúde quanto a possibilidade de surtos e falta de recursos.
- Cadastrar novas entidades de saúde e trabalhadores para elas.
- Buscar o estoque de um dado recurso em todas as entidades da região.
- Buscar laboratórios que produzem um dado recurso.
- Aprovar o envio de um recursos de uma entidade para outra (requisições).
- Aprovar a transferência de um paciente entre entidades.

## Paciente

- Visualizar o relatório atrelado a seu caso.

## 2.3 Restrições de integridade

### Ciclo: Laboratório → Recurso:

Trata-se de um ciclo envolvendo as relações "**possui**", atrelado a uma **entidade de saúde**, e "**produz**", exclusivo dos **laboratórios**. Esse ciclo é natural de nossa modelagem, uma vez que são ações distintas. Um **laboratório** pode produzir um **recurso** que não possui e pode possuir um **recurso** que não **produz**, mas o fato do **laboratório** produzir o **recurso** pode ajudar um **gestor** em casos que o recurso está escasso na região como um todo.

### Ciclo: Entidade de Saúde → Turno → Pedido → Recurso

Esse ciclo envolve as relações "**possui**"/"**produz**", "**pede**" e o agregado "**turno**" da relação "**trabalha**". Trata-se, porém, de um ciclo natural da nossa modelagem e representa a situação em que um **funcionário**, durante um **turno** de uma **entidade de saúde**, realiza um pedido de dado recurso, que uma entidade de saúde possui. Esse relacionamento não deve ser considerado um problema, pois o **funcionário** pode também pedir recursos já disponíveis no estoque da entidade em que trabalha, pois estes podem estar em quantidades inferiores à recomendada, ou ainda, este pedido pode também se basear em uma notificação do **gestor** pedindo que aumente o estoque; cabe, porém, ao **diretor analisar** se este pedido é válido nesses casos.

### Ciclo: Diretor → Entidade de Saúde → Turno → Pedido

Este ciclo pode ser problemático dentro da aplicação por gerar um **ciclo de dependência** e envolve as relações "**trabalha**" e "**analisa**". Como a função do **diretor** é analisar os pedidos feitos na entidade de saúde em que trabalha, é necessário garantir que ele analise apenas os pedidos realizados nas entidades de saúde em que trabalha. Vamos ter que tratar disso na aplicação.

### Ciclo: Hospital → Turno → Relatório de Caso

Este ciclo envolve principalmente a relação "**encaminha paciente**" e "**atendimento**". Trata-se do caso em que uma **entidade de saúde** cuida de um **paciente** e precisa transferi-lo para outro **hospital**, o que é muito comum no mundo real, pois dependendo do caso, um certo **hospital** pode ter equipamentos, especializações ou mesmo certos médicos específicos para o paciente. Por conta disso, considera-se um ciclo natural, visto que o encaminhamento só pode ser feito a partir de uma entidade de saúde e deve ser para um hospital. Existe apenas uma exceção, que seria o caso de que uma entidade de saúde não pode encaminhar um paciente para si própria.

### Ciclo: Gestor do Sistema → Requisição → Entidade de Saúde → Notificação

Ocorre por conta da dupla funcionalidade do **gestor** do sistema: ele pode **notificar** uma entidade de saúde quando várias entidades de saúde próximas a ela pediram por um mesmo recurso, podendo prever uma "**tendência**" na região. Ele também pode aprovar a **requisição** de recursos feita pela entidade de saúde onde ele trabalha. Vale destacar que as funcionalidades não são relacionadas, portanto trata-se de um ciclo natural da nossa modelagem.

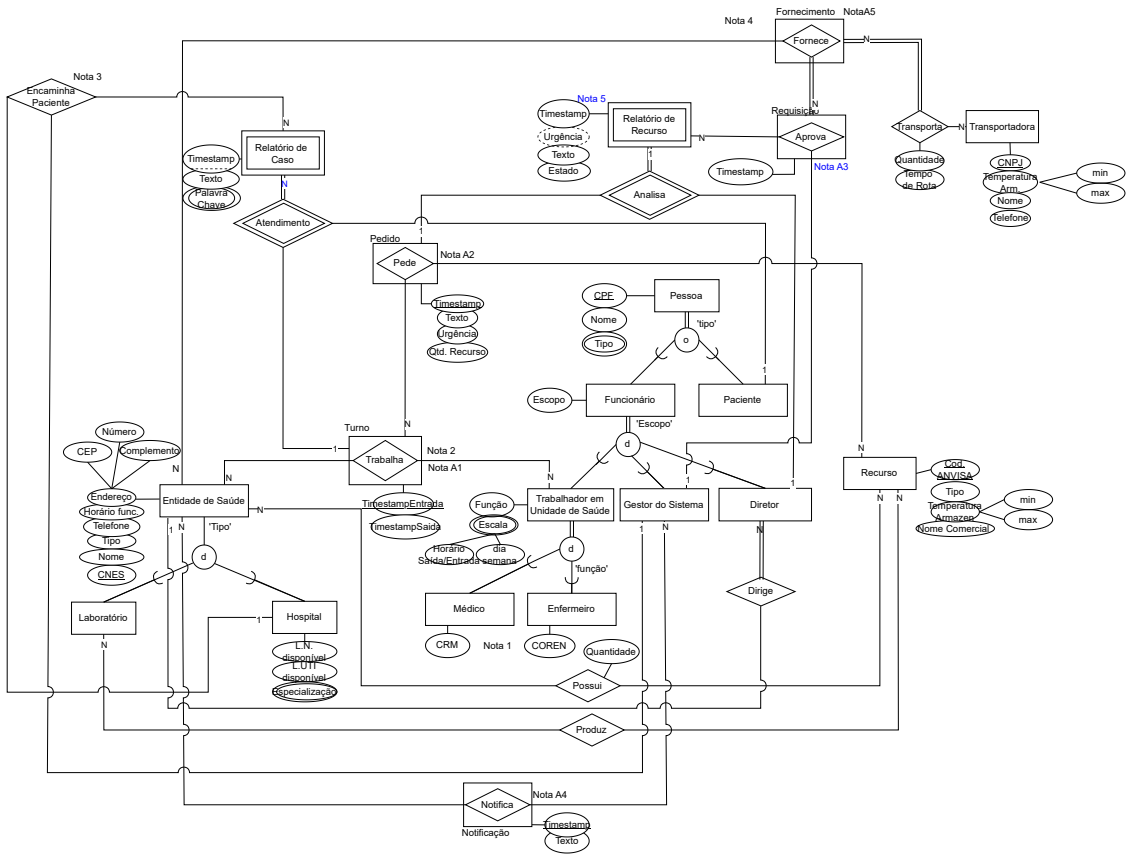
**Ciclo: Entidade de Saúde → Turno → Pedido → Relatório de Recurso → Requisição**

Ocorre quando uma **entidade de saúde** gera uma requisição de recurso e outra entidade deve fornecer o recurso. Algo a ser tratado na aplicação é que uma mesma entidade de saúde não pode fornecer o recurso que ela mesmo pediu.

## **2.4 Diagrama do Modelo Entidade-Relacionamento**

Para realização do projeto, foram usados como base os slides da Prof. Dra. Elaine Parros M. de Sousa, disponíveis na plataforma do Tidia-Ae 4.0, e a bibliografia da disciplina (ELMASRI; NAVATHE, 2011).

- Nota1: CRM e COREN são únicos.
- Nota2: Garantir que um funcionário não faça turnos no mesmo horário/dia em lugares diferentes.
- Nota3: Não deve-se encaminhar um paciente para a Entidade de Saúde em que ele está.
- Nota4: Uma mesma entidade de saúde não pode fornecer o recurso que ela mesmo requisitou.
- Nota5: Cada pedido só pode resultar em um relatório de recurso assim, apesar de ser entidade fraca, conseguimos unicidade sem uma chave própria de relatório de recurso.
- Nota sobre Timestamp:  
Para manter a integridade do banco de dados, é necessário que:
  - Os pedidos de recurso e os relatórios de casos possuam timestamps compatíveis com o turno do funcionário ao qual estão associados.
  - O relatório de recurso elaborado pelo diretor tenha timestamp posterior ao do respectivo pedido.
  - A requisição, resultante da aprovação de um relatório de recurso por um gestor do sistema, tenha timestamp posterior ao desse relatório.



Chaves de Agregação

- Nota A1: A chave de Turno é formada apenas pela chave do relatório de recurso, pois cada relatório de recurso deve gerar apenas uma requisição.
- Nota A2: A chave de Pedido é composta por: chave de turno + cod. ANVISA do recurso pedido + timestamp do pedido
- Nota A3: A chave de Requisição é formada apenas pela chave do relatório de recurso, pois cada relatório de recurso deve gerar apenas uma requisição.
- Nota A4: A chave de Notificação é composta por: CNES da entidade de saúde + CPF do Gestor que notificou + timestamp que a entidade foi notificada.
- Nota A5: A chave de Fornecimento é composta por: chave da requisição + chave de entidade de saúde.



## 2.5 Mudanças relacionadas à Primeira Entrega

Após a análise da primeira entrega, algumas inconsistências foram identificadas pelo monitor. O grupo concordou com os apontamentos e realizou as devidas correções conforme descrito a seguir.

- O título da sessão 2.1, antes "Comportamento das entidades e dos relacionamentos", foi trocado para "Levantamento de Requisitos" e o texto dessa sessão foi levemente alterado para seguir um fluxo de leitura mais simples e direto. Foram tirados alguns detalhes confusos e irrelevantes, bem como algumas repetições de escrita que tornavam a leitura mais exaustiva e confusa. A ordem em que as entidades foram sendo apresentadas também foi alterado; tentou-se ao máximo não evocar entidades sem antes explicá-las.
- Foi-se ajustado a cardinalidade do relacionamento **Atendimento** em **Relatório de Caso**. Como o **timestamp** é chave da entidade fraca **Relatório de Caso**, a cardinalidade foi modificada para **1:1:N**, permitindo a geração de mais de um relatório de caso em um mesmo turno para um determinado paciente, com **timestamps** distintos.
- Em **Relatório de Recurso**, o atributo **timestamp** deixou de ser parte da chave primária, visto que um pedido pode gerar apenas um **relatório de recurso**. Assim, a unicidade é garantida pela **chave do pedido**, evitando problemas de consistência.
- Como um **relatório de recurso** pode gerar apenas uma **requisição**, a chave de **requisição** passou a ser composta exclusivamente pela chave do **Relatório de Recurso**. Os atributos **timestamp** e **Gestor** (que aprovou a requisição) foram **removidos da chave** para garantir consistência.

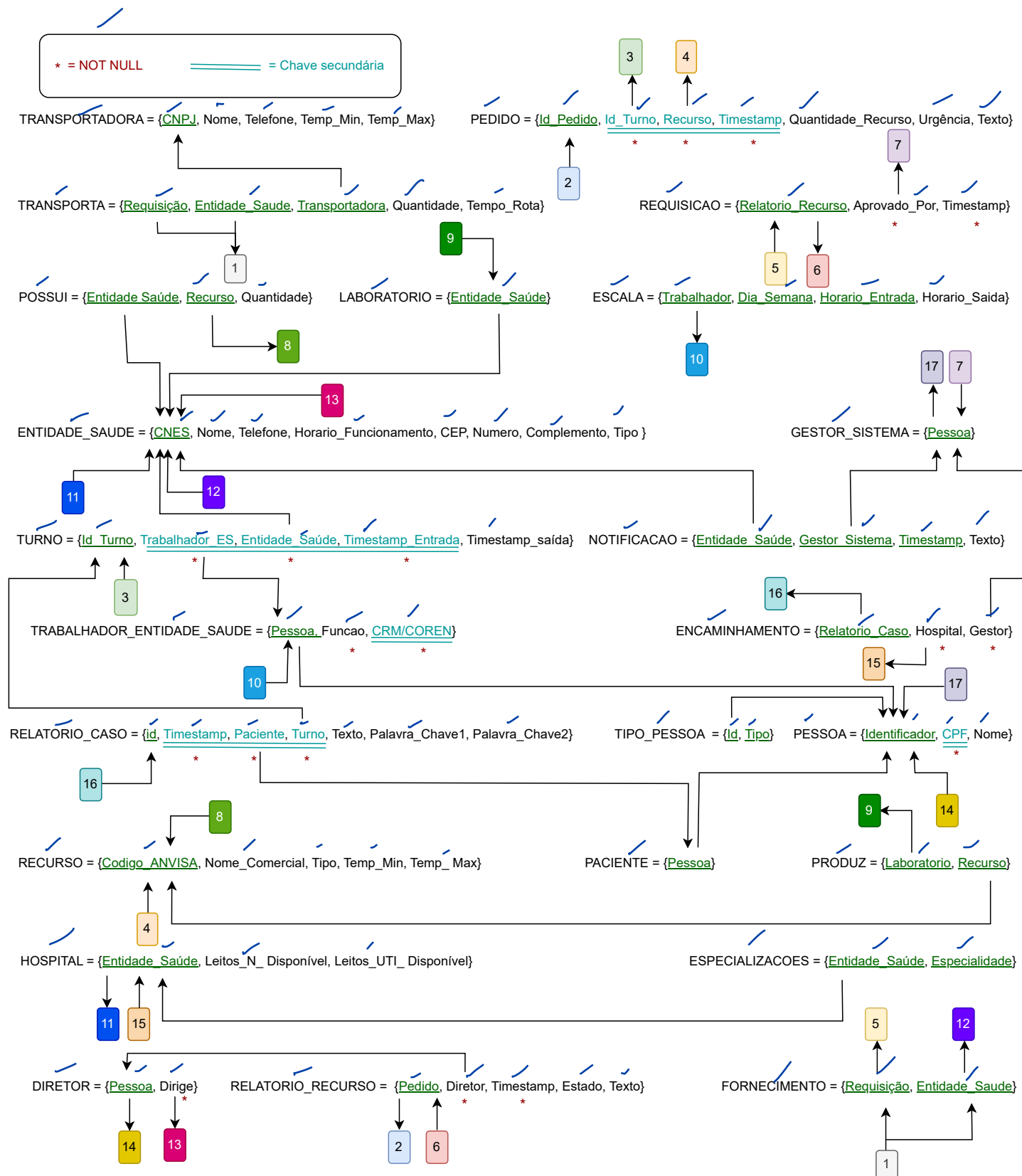
Além das inconsistências apontadas pelo monitor, o grupo julgou necessário realizar algumas outras alterações, as quais foram sendo adicionadas no decorrer do projeto. São elas:

- Foi acrescentado **participação total** de **diretor** na relação **dirige**, visando maior consistência dos dados. Apenas diretores ativos e que efetivamente dirigem uma entidade de saúde devem constar no banco.
- A modelagem de **períodos** e **dias da semana** foi ajustada, pois, durante o mapeamento, identificou-se um problema ao relacionar os atributos **períodos** e **dias da semana** da entidade **trabalhador em entidade de saúde**. Optou-se por substituí-los por um atributo **multivalorado composto** chamado **escala**, permitindo associar diretamente o dia da semana e o horário de trabalho. Deve-se, entretanto, garantir que duas escalas não sejam sobrepostas.
- Foi incluído o atributo **Nome** em **Entidade de Saúde**, o qual foi adicionado por ser um atributo essencial para a visualização e identificação das **entidades de saúde** na aplicação.
- A relação **fornece** foi transformada em uma agregação (**fornecimento**) para assegurar a consistência do banco e permitir determinar exatamente qual **transportadora** está responsável por transportar o **recurso** de uma **entidade de saúde** em cada **requisição**. Segue um exemplo de inconsistência anterior: Transportadoras A e B podiam estar associadas à mesma requisição, que envolvia duas entidades de saúde fornecendo o recurso. Contudo, não havia como identificar qual transportadora estava vinculada a qual transporte. A agregação soluciona esse problema.

- O atributo Temperatura de Armazenamento foi decomposto em dois: **Temperatura Máxima** e **Temperatura Mínima**. Acreditamos que não fazia sentido guardar todas as informações de temperaturas possíveis que aquela transportadora consegue suportar, o mais adequado é guardar uma **faixa de valores** (variantes entre o valor máximo e mínimo). Assim o termos multivalorado foi substituído por um composto de dois atributos simples.

### 3 Modelo Relacional

Agora, será mostrado e explicado o Modelo Relacional obtido a partir do Modelo Entidade-Relacionamento pelo grupo desenvolvido, sendo que o primeiro relaciona as tabelas que serão geradas posteriormente. O modelo a seguir segue a notação usada em aula, sendo que as justificativas de escolhas de mapeamento seguem logo após o modelo:



### 3.1 Mapeamentos das Entidades e Generalizações

#### 1. Generalização da entidade 'Pessoa'

- **Solução adotada:** O mapeamento da entidade **Pessoa** foi dado por meio de uma tabela separada para designação do seu tipo, uma tabela contendo os atributos gerais acompanhados de um identificador artificial (usado como chave primária substituta) e uma tabela para cada tipo específico de pessoa.

Por conta da forma como a entidade '**Funcionário**' foi mapeada, os valores do atributo **escopo** foram unidos aos de **tipo** de **Pessoa**. Dessa forma, os tipos mapeados na tabela TIPO\_PESSOA passam a ser **Paciente**, **Trabalhador\_ES**, **Diretor** e **Gestor**, correspondente aos CEE's homônimos.

- **Vantagens:** Essa forma de mapeamento, em conjunto com o identificador artificial (ID), garante maior segurança ao banco de dados por meio da centralização de informações sensíveis, como **Nome** e **CPF**, reduzindo o acesso e a replicação desses dados. Além disso, evita-se a redundância de atributos em casos de sobreposição.

A criação de uma tabela adicional com o tipo de **Pessoa** melhora o processo de busca pelo tipo (que agora também determina diretamente o escopo no caso de um funcionário) de uma pessoa.

- **Desvantagens:** Por conta da criação da tabela **Pessoa**, haverá um aumento no tempo de busca em decorrência de uma junção adicional. Além disso, por consequência da introdução da tabela TIPO\_PESSOA, torna-se necessário garantir a participação total das especializações na Entidade Geral e a disjunção entre os tipos correspondentes a um escopo de funcionário. Ressalta-se ainda que ocorre uma perda semântica na chave em virtude da adoção do identificador artificial (ID).

- **Alternativas:** Os conjuntos de entidades específicos (**CEE's**) poderiam ser mapeados diretamente, sem a criação de uma tabela **Pessoa**, o que reduziria o tempo de busca por exigir menos junções. No entanto, dados sensíveis, como o **CPF**, seriam replicados em diversas tabelas caso fossem utilizados como chaves. Também seria possível a omissão da tabela de tipos para economia de espaço em troca de um pior desempenho de busca pelo papel que a pessoa desempenha no banco.

#### 2. Generalização da entidade 'Funcionário':

- **Solução adotada:** O Conjunto de Entidade Geral para este caso não possui atributos específicos e não participa de nenhum relacionamento, então, foi escolhido mapear apenas os Conjuntos de Entidades Específicos.

- **Vantagens:** Essa forma garante participação total e, como não há atributos gerais, não há desperdício de espaço. Além disso, o tempo de busca é otimizado, pois não há necessidade de junção com uma tabela geral.

- **Desvantagens:** É necessário garantir a disjunção entre as especializações no nível da aplicação, como explicitado no mapeamento de **Pessoa**, assegurando que um mesmo funcionário não tenha mais de um cargo.

- **Alternativas:** Poderia ser criada uma tabela para a entidade geral 'Funcionário', permitindo maior flexibilidade e padronização, mas isso geraria um aumento no tempo de busca devido às junções. Neste caso também não seria possível unir os atributos **escopo** e **tipo**.

### 3. Generalização de 'Trabalhador em Entidade de Saúde':

- **Solução adotada:** Como apenas o Conjunto Entidade Geral participa de relacionamentos e possui poucos atributos específicos, optou-se por mapear apenas o Conjunto Entidade Geral. Vale ressaltar que o atributo **COREM/CRM** foi condensado em uma única string. Além disso, os campos **Função** e **COREM/CRM** foram definidos como **NOT NULL**, sendo que atributo **função** foi considerado um booleano.
- **Vantagens:** Essa abordagem apresenta o melhor tempo de busca, pois todos os dados estão concentrados em uma única tabela. Como as especializações (**Médico** e **Enfermeiro**) possuem apenas um atributo específico cada (**CRM** e **COREM**, respectivamente), e ambos podem ser armazenados de forma semelhante, decidiu-se unificá-los em um único atributo, de forma a otimizar o espaço e minimizar valores nulos. Além disso, é garantida a disjunção e a participação total nessas especializações.
- **Desvantagens:** É de extrema importância garantir consistência na aplicação entre o tipo do trabalhador e o valor contido no campo **COREM/CRM**, evitando inconsistências semânticas.
- **Alternativas:** Poderia ser feita a criação de tabelas separadas para 'Médico' e 'Enfermeiro', o que facilitaria o controle semântico, porém aumentaria o custo de armazenamento e de consultas devido às junções.

### 4. Generalização de 'Entidade de Saúde':

- **Solução adotada:** Devido à participação não ser total, à grande quantidade de atributos gerais e específicos e ao fato de que tanto os conjuntos de entidades gerais (CEG) quanto os específicos (CEE) participam de relacionamentos, optou-se por mapear cada um dos CE em relações separadas.
- **Vantagens:** Essa estratégia facilita a modelagem dos relacionamentos de CEE e CEG e otimiza o uso de espaço, evitando o armazenamento de valores nulos.
- **Desvantagens:** É necessário garantir a disjunção entre os CE na aplicação. Além disso, o tempo de busca pelos CEE é maior, pois exige junção entre as relações.
- **Alternativas:** Poderia ser feita a união das entidades em uma única tabela com um atributo discriminador, reduzindo a necessidade de junções, mas com aumento de valores nulos e menor clareza semântica, além da dificuldade para representar as relações entre entidades.

## 3.2 Mapeamentos dos Relacionamentos

### 1. Relacionamento 'Dirige' com participação total de 'Diretor' - 1:N

- **Solução adotada:** Foi incluído um atributo **Dirige** dentro da tabela **DIRETOR** com valor **NOT NULL**. Este atributo é chave estrangeira da chave da relação **ENTIDADE\_SAÚDE**.
- **Vantagens:** Essa forma de mapeamento é a mais eficiente, pois elimina valores nulos, garante a participação total, mantém a consistência da cardinalidade e otimiza o tempo de busca, além de reduzir o consumo de espaço.
- **Desvantagens:** Não foram identificadas desvantagens para este mapeamento.

- **Alternativas:** Poderia ter sido criada uma tabela separada para o relacionamento, porém haveria custo adicional de memória e replicação de dados, aumento no tempo de consulta, devido a junções adicionais, e perda da garantia de participação total.

## 2. Relacionamentos binários N:N

Nosso MER apresenta ao todo 3 relacionamentos binários N:N que não formam agregações: **Produz**, **Possui** e **Transporta**. Em todos esses casos, foi adotado a mesma solução de mapeamento.

- **Solução adotada:** Foi criada uma nova tabela para representar cada um desses relacionamentos, cuja chave primária é composta pelas chaves estrangeiras das entidades participantes do relacionamento. Além disso, as relações que apresentam atributos de relacionamento são mapeadas nessas tabelas.
- **Vantagens:** Esse mapeamento preserva a integridade e a flexibilidade para representar múltiplas associações entre as entidades.
- **Desvantagens:** Haverá aumento no tempo de busca, uma vez que consultas envolvendo essas relações requerem junções. Também vale dizer que, no caso da relação **Transporta**, não é possível garantir a participação total da entidade agregada **Forneimento**.
- **Alternativas:** Não encontramos outra alternativa válida que respeite todos os requisitos para este tipo de mapeamento.

## 3. 'Atendimento' entre 'Paciente' e 'Turno' gerador de 'Relatório de Caso' (entidade Fraca) - 1:1:N

- **Solução adotada:** A relação, devido a presença da entidade fraca, foi mapeada inteiramente dentro da tabela da entidade **Relatório de Caso** (parte N da relação). Além disso, foi criado um identificador artificial (ID) dentro dessa tabela para diminuir o tamanho da chave primária, a qual é usada como chave estrangeira em outra relação.

A chave secundária são as chaves das entidades pertencentes a relação, com valor diferente de **NULL**, para garantir consistência no relacionamento.

- **Vantagens:** Facilidade no processo de busca devido a menor utilização de operações de junções e garantia da participação total de relatório de caso na relação.

A introdução do Identificador artificial economiza espaço na relação **ENCAMINHA** e melhora o tempo de busca.

- **Desvantagens:** Existe um problema proveniente da chave secundária relacionado ao **Turno**. Como é o trio (**Timestamp**, **Paciente**, **Turno**) que forma a chave secundária, ou seja, que é único, existe uma possibilidade que seja cadastrado ao mesmo tempo um paciente atendido em dois turnos diferentes, ou seja, que podem ter ocorrido em duas entidades de saúde diferentes, o que não faz sentido. Dessa forma, precisamos garantir consistência dessa relação em aplicação.

A introdução do Identificador artificial gera aumento de espaço dentro da própria relação.

- **Alternativas:** Poderia ser feita a criação de uma tabela intermediária para representar a relação ternária, porém não estaríamos levando em consideração que o relatório de casos é uma entidade fraca. Além disso aumentaríamos a complexidade e o custo de consultas.

#### 4. 'Analisa' entre 'Pedido' e 'Diretor', gerador de 'Relatório de Recurso' (entidade fraca) - 1:1:1

- **Solução adotada:** O relacionamento **Analisa** foi mapeado inteiramente dentro da relação **Relatório de Recurso**, com a chave primária sendo a chave de pedido. As demais chaves estrangeiras provenientes da relação estão com o atributo **NOT NULL**.
- **Vantagens:** Tem-se garantia da participação total de **Relatório de Recurso** na relação, além de realizar uma busca mais eficiente.
- **Desvantagens:** Por **Relatório de Recurso** ser uma entidade fraca, é necessário controle dos registros em operações de exclusão ou atualização das entidades fortes.
- **Alternativas:** Poderia ter sido criado uma tabela adicional para representar a relação, o que tornaria o gasto em espaço maior e prejudicaria as operações de busca, com junção adicional.

#### 5. 'Encaminha Paciente' entre 'Gestor', 'Hospital' e 'Relatório de Caso' - 1:1:N

- **Solução adotada:** Sabemos que nem todo **Relatório de Recurso** requer o encaminhamento de um paciente. Na verdade, são poucos os relatórios que exigem encaminhamento de fato. Por esse motivo, foi criada uma tabela adicional para representar a relação. Para garantir a consistência entre o relacionamento, a chave da relação é a chave de **Relatório de Caso**, já as demais chaves estrangeiras provenientes das outras entidades possuem a propriedade **NOT NULL**.
- **Vantagens:** Garantia de integridade da relação ternária e inexistência de valores nulos.
- **Desvantagens:** Devido a tabela extra, são necessários mais operações de junções para combinar os dados das tabelas em uma consulta, o que piora o tempo de busca.
- **Alternativas:** A relação poderia ter sido mapeada inteiramente dentro da entidade **Relatório de Caso**, o que melhoraria o processo de busca, mas perderia em espaço desperdiçado, com muitos valores nulos para os relatórios que não demandam encaminhamento, o que, conforme estipulado, são a maioria.

### 3.3 Mapeamentos das Agregações

#### 1. Agregação 'Requisição' - 1:N identificada pela chave do CE de cardinalidade N

- **Solução adotada:** Foi criada uma nova relação, pois, embora a **Requisição** derive do relacionamento de **Aprovação** de um **Relatório de Recurso** por um **Gestor do Sistema**, foi considerado que muitos relatórios não são aprovados, o que levaria a **RELATORIO\_RECURSO** ter muitos valores nulos, prejudicando a integridade e a eficiência do armazenamento.
- **Vantagens:** Essa abordagem reduz valores nulos e mantém a integridade dos dados, além de melhorar a rastreabilidade das aprovações, permitindo consultas mais diretas sobre as requisições emitidas.
- **Desvantagens:** O uso de uma relação adicional implica em maior número de junções em consultas que envolvem pedidos, relatórios e requisições, o que piora a busca. Além disso, é necessário controle a mais na aplicação para garantir que cada relatório gere no máximo uma requisição e que a coerência dos **Timestamps** sejam respeitadas.



- **Alternativas:** Uma alternativa seria armazenar os dados de aprovação diretamente em RELATORIO\_RECURSO, adicionando os atributos **Aprovado\_Por** e **Times-tamp**, o que simplificaria as consultas e eliminaria a necessidade de junção, porém resultaria em uma grande quantidade de campos nulos - para relatórios não aprovados, além de dificultar o tratamento com o relacionamento **fornece**.

## 2. Agregação 'Fornecimento' - N:N com participação total identificado pelas chaves dos CEs geradores

- **Solução adotada:** Como a agregação Fornecimento é identificada apenas pelas chaves dos CE geradores da agregação, foi criada uma tabela única para representar a relação **Fornece** e a agregação **Fornecimento**.
- **Vantagens:** A criação de uma tabela única melhora o tempo de busca, em relação a criação de duas tabelas, aumenta a flexibilidade do modelo e garante a integridade dos relacionamentos entre requisições, fornecimentos e transportes.
- **Desvantagens:** A participação total deve ser garantida em aplicação, o que pode dificultar o registro de estados intermediários, como requisições aprovadas ainda sem fornecedores definidos, exigindo maior controle lógico nesta etapa.
- **Alternativas:** Seria possível a criação de duas tabelas, uma para a relação **Fornece** e outra para a agregação **Fornecimento**, mas teríamos maior gasto de espaço e a busca seria prejudicada.

## 3. Agregação 'Turno' - N:N identificada por atributo próprio + chaves dos CEs do relacionamento gerador 'Trabalha'

- **Solução adotada:** Como o relacionamento **Trabalha** não possui participação total nem atributos específicos, foi mapeada apenas a agregação **Turno**, utilizando uma chave composta pelas chaves estrangeiras das entidades geradoras mais o atributo próprio (**timestamp Entrada**). O campo **timestamp Saída** não faz parte da chave, pois no início do turno não se conhece o momento de término. Devido ao tamanho extenso da chave composta, foi criado um identificador artificial para otimizar espaço e desempenho nas consultas.
- **Vantagens:** Essa estratégia não gera redundâncias e permite representar de forma precisa os turnos ativos. Além disso, evita a criação de uma relação extra para 'Trabalha', economizando espaço.  
A criação do identificador artificial reduz o tempo de busca e espaço gasto em outras relações que turno é chave estrangeira.
- **Desvantagens:** O volume elevado de registros na tabela 'Turno' torna as buscas por determinadas relações 'Trabalha' mais custosas. É também necessário garantir, a nível de aplicação, que um trabalhador não inicie um novo turno sem finalizar o anterior e que não ocorram sobreposições de períodos.
- **Alternativas:** Poderia ser criada uma relação separada para 'Trabalha', o que simplificaria algumas consultas, mas aumentaria o consumo de espaço e o tempo de busca por turnos.

Para a agregação **Pedido** - N:N identificada por atributo próprio + chaves dos CEs do relacionamento gerador **Pede** - foi adotada uma abordagem semelhante à de **Turno**. Da mesma forma, a agregação **Notificação** - N:N identificada por atributo próprio + chaves dos CEs do relacionamento gerador **Notifica** - seguiu a mesma lógica, porém com a diferença de que, neste caso, não há um identificador artificial. O motivo disso é que esta tabela não é referenciada por nenhuma outra.



### 3.4 Mapeamentos dos atributos

#### 1. Atributo Multivalorado 'Escala' em 'Trabalhador em Entidade de Saúde'

- **Solução adotada:** Foi pensado que há uma alta variabilidade deste atributo, isto é, um **Trabalhador da Entidade de Saúde** pode trabalhar, por exemplo, nos 7 dias da semana e em mais de uma **Entidade de Saúde** por dia (manhã, tarde e noite), o que resultaria em 21 instâncias diferentes para o mesmo **Trabalhador**. Da mesma forma, o **Trabalhador** pode trabalhar em apenas uma **Entidade** das cadastradas no banco e por 1 só dia, o que resultaria em apenas uma instância. Por esse motivo, optou-se por mapear este atributo em uma relação separada.

Além disso, foi escolhido não deixar o atributo de **Horario Saida** como chave da relação, o que evita, por exemplo, inconsistência de um **Trabalhador** estar cadastrado para trabalhar na quinta-feira das 14h às 18h e também das 14h às 16h, o que não faz sentido. A ideia é que a definição do dia da semana e do horário de entrada seja suficiente para definir o horário de saída (não há um "grau de liberdade" para este atributo), o qual pode ser nulo também.

- **Vantagens:** Essa forma oferece maior versatilidade na hora do cadastro da **Escala** do **Trabalhador**, evitando o armazenamento de valores **NULL** no banco. Assim, o modelo consegue se adaptar melhor a diferentes cargas de trabalho.
- **Desvantagens:** Da forma como está modelada, o tempo de busca se torna mais custoso, pois é necessário realizar junções entre as tabelas. Também, não é possível garantir que **Escalas** inconsistentes não sejam criadas - com o horário de saída sendo anterior ao horário de chegada, ou que haja sobreposição dos horários. Estes problemas devem ser tratados em aplicação.
- **Alternativas:** Poderia ter sido utilizado um número fixo de atributos dentro da tabela **TRABALHADOR\_ENTIDADE\_SAUDE**, o que poderia facilitar as buscas, mas aumentaria substancialmente a quantidade de valores nulos e/ou reduziria drasticamente a flexibilidade das cargas de trabalho.

#### 2. Atributo Multivalorado 'Especialidades' na entidade 'Hospital'

- **Solução adotada:** A justificativa para esta modelagem segue um padrão parecido ao adotado em **Escala**. Dado que existem muitos hospitais especializados e outros mais generalistas, optou-se por mapear este atributo em uma relação separada.
- **Vantagens:** Como antes dito, essa modelagem oferece maior versatilidade e evita o armazenamento de valores nulos.
- **Desvantagens:** O tempo de busca se torna mais custoso, pois é necessário realizar junções entre as tabelas.
- **Alternativas:** Poderia ter sido utilizado um número fixo de atributos na mesma tabela para representar as especialidades, mas isso poderia aumentar a quantidade de valores nulos e reduzir a flexibilidade.

#### 3. Atributo Multivalorado 'Palavra-Chave' em 'Relatório de Caso'

- **Solução adotada:** Seria agradável que os profissionais que geram os **Relatórios de Casos** fossem mais precisos na definição de palavras-chave que os definem; atrelando apenas informações como o nome da doença que o paciente apresenta ou algum sintoma característico. Isso facilitaria uma possível análise futura do **Gestor do Sistema**, visto que o processo de reconhecimento de tendências epidemiológicas é

realizado por buscas frequentes e por todo o banco pelos **Relatórios de Casos**. Dessa forma, o número de palavras-chave atrelado ao relatório foi restringido para apenas 2, como atributos dentro da relação RELATORIO\_CASO.

- **Vantagens:** O processo de busca pelas palavras-chave é melhorado, evitando que sejam necessárias junções para realização de consultas pelas palavras-chave.
- **Desvantagens:** Existe a possibilidade de muitos valores nulos na tabela, o que aumenta a quantidade de espaço em memória desperdiçado. Da mesma forma, a versatilidade do profissional em registrar mais que duas palavras-chave é restringida, caso isso seja importante.
- **Alternativas:** Uma tabela extra para registrar as palavras-chave do relatório de casos poderia ser criada, o que melhoraria a flexibilidade deste atributo e diminuiria o espaço gasto em valores nulos, mas pioraria o processo de busca.

#### 4. Atributo Derivado ‘Urgência’ em ‘Relatório de Recurso’:

- **Solução adotada:** Foi escolhido não armazenar fisicamente no banco de dados o atributo, calculando sob demanda, uma vez que o valor depende de outras informações já persistidas e pode ser obtido dinamicamente por meio de consultas ou procedimentos.
- **Vantagens:** Estamos reduzindo o espaço de armazenamento.
- **Desvantagens:** O cálculo sob demanda pode aumentar o custo computacional em consultas.
- **Alternativas:** Uma alternativa seria armazenar o valor de **Urgência** fisicamente na tabela de **Relatório de recurso**, o que ganharia em consulta, mas perderia em espaço.

## Referências

ABDALA, Vitor. **Perda de insumos do Ministério da Saúde soma R\$ 2 bilhões desde 2019**. Agência Brasil. Abr. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-04/perda-de-insumos-do-ministerio-da-saude-soma-r-2-bilhoes-desde-2019>. Acesso em: 5 set. 2025.

ANJOS, Adalton dos. **Novo índice aponta que desigualdades sociais em saúde no Brasil se aprofundaram na pandemia**. Fiocruz - CIDACS. Jun. 2022. Disponível em: <https://cidacs.bahia.fiocruz.br/2022/06/novo-indice-aponta-que-desigualdades-sociais-em-saude-no-brasil-se-aprofundaram-na-pandemia/>. Acesso em: 5 set. 2025.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 6. ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 2011.