



Universidade de São Paulo  
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

**Disciplina: Base de Dados**

# **Base de Dados para Transplante de Órgãos**

Descrição do problema e modelagem

**Daniel Umeda Kuhn** 13676541

**Gustavo Curado Ribeiro** 14576732

**Luís Filipe Silva Forti** 14592348

**Manoel Thomaz Gama da Silva Neto** 13676392

**Pedro Fuziwara Filho** 13676840

**Docente responsável:** Profa. Elaine Parros Machado de Sousa

São Carlos

2º semestre / 2025

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Descrição do Problema e Requisitos de Dados</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos do Sistema . . . . .	1
1.2	Entidades e Atributos Principais . . . . .	1
1.3	Restrições de integridade . . . . .	3
1.4	Principais Operações . . . . .	3
1.5	Funcionalidades Principais . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Modelo Entidade-Relacionamento (MER)</b>	<b>4</b>
2.1	Diagrama MER . . . . .	4
2.2	Análise de ciclos . . . . .	4
2.3	Mudanças com relação à última entrega . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Modelo Relacional</b>	<b>7</b>
3.1	Discussão sobre mapeamentos . . . . .	9
3.2	Mudanças com relação à última entrega . . . . .	17

---

## 1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E REQUISITOS DE DADOS

O sistema proposto está inserido no contexto das Comissões Intra-Hospitalares de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante (CIHDOTTs), que desempenham papel central na coordenação de transplantes de órgãos no Brasil. O objetivo é desenvolver uma base de dados que apoie todas as etapas do processo de transplante, desde a coleta até a recepção e utilização dos órgãos, garantindo maior eficiência, rastreabilidade e segurança.

A base de dados deverá contemplar informações completas sobre as pessoas envolvidas, incluindo médicos, enfermeiros, pacientes doadores e receptores. Para cada categoria, atributos específicos são armazenados: no caso dos profissionais de saúde, dados como registros de classe e especializações; nos pacientes, características clínicas relevantes como sexo biológico, peso, histórico médico, telefones de emergência e prioridade de transplante no caso dos receptores.

Além das pessoas, o sistema deve gerenciar os hospitais, que são responsáveis tanto pelos pacientes internados quanto pela equipe de funcionários em serviço em cada horário. Essa gestão permite acompanhar a capacidade de atendimento, considerando disponibilidade de leitos e salas cirúrgicas. Hospitais também podem conter laboratórios associados, responsáveis pela realização de exames essenciais (como histocompatibilidade e tipagem sanguínea). Apenas hospitais autorizados pelo Sistema Nacional de Transplantes (SNT) podem realizar os procedimentos, sendo necessário controlar o tipo de transplante permitido e a validade periódica dessa autorização.

A coleta e substituição dos órgãos requerem a participação de múltiplos médicos e enfermeiros da CIHDOTT. O doador e o receptor, estando no mesmo hospital, ainda requerem salas e, portanto, equipes médicas distintas.

Dessa forma, o sistema deve integrar informações sobre pessoas, hospitais, laboratórios, salas e procedimentos, permitindo o gerenciamento e a consulta de dados em todas as etapas. A base de dados se torna, assim, uma ferramenta estratégica para aumentar a eficiência operacional, redutória de riscos e asseguradora da conformidade regulatória no processo de transplante de órgãos.

### 1.1. Objetivos do Sistema

O sistema busca:

- Garantir a rastreabilidade completa de cada transplante, desde a coleta do órgão até a cirurgia no receptor.
- Centralizar e organizar informações de pacientes, doadores, receptores, médicos, enfermeiros e hospitais.
- Controlar a disponibilidade e utilização de salas e equipamentos hospitalares.
- Permitir consultas eficientes que auxiliem na gestão da capacidade hospitalar, na seleção de doadores compatíveis e no histórico de procedimentos.
- Atender aos requisitos de segurança e privacidade, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), visto que se trata de dados clínicos sensíveis.

O público-alvo da aplicação são profissionais de saúde e gestores hospitalares envolvidos no processo de transplantes, especialmente os membros da CIHDOTT.

### 1.2. Entidades e Atributos Principais

No modelo de dados, a entidade Pessoa ocupa posição central, sendo identificada unicamente pelo CPF. Para cada pessoa registram-se informações gerais, como nome completo, endereço (que é composto por Estado, Cidade, Bairro, Rua e Número) e múltiplos números de telefone. A partir dessa entidade de base, distinguem-se especializações que definem os papéis desempenhados no processo: as pessoas podem atuar como Funcionários ou como Pacientes.

---

Entre os funcionários, incluem-se médicos e enfermeiros. Todo funcionário está vinculado a pelo menos um hospital, podendo atuar em mais de um. Os médicos possuem atributos específicos como o número de CRM único e a especialização, enquanto os enfermeiros são identificados pelo COREN único, sendo que são também armazenadas como atributos as validades tanto do CRM quanto do COREN. Ambos exercem funções em cirurgias, mas apenas os médicos podem supervisionar exames laboratoriais, com um médico podendo supervisionar vários exames, mas um exame precisando ser supervisionado por apenas um médico.

Já a entidade Paciente contempla todas as pessoas que recebem tratamento hospitalar. Para cada paciente são armazenados dados clínicos relevantes, como sexo, data de nascimento, cor, peso, histórico médico, contatos de emergência e a informação se houve óbito. O histórico médico, que é um atributo multivalorado que, para cada condição que o paciente teve, armazena-se o CID do diagnóstico, a data e a descrição da condição. Os pacientes podem ser classificados em duas subcategorias: Doadores e Receptores (pacientes que não realizaram cirurgias de recepção e coleta não são classificados em nenhum dos dois). Os receptores possuem prioridade associada à fila de transplantes, enquanto doadores e receptores necessariamente relacionam-se aos tipos de órgãos que esperam receber ou doar (logo, quando a cirurgia de coleta/recepção é realizada, elimina-se essa relação). O modelo também admite que uma mesma pessoa acumule mais de uma dessas categorias — por exemplo, ser ao mesmo tempo paciente doador e receptor — mas preserva a integridade lógica ao impedir que alguém seja doador e receptor do mesmo Tipo de Órgão.

A entidade Hospital também é fundamental. Cada hospital é distinguido por um código CNES único, e possui ainda CNPJ, nome fantasia, endereço e um conjunto de autorizações emitidas pelo Sistema Nacional de Transplantes (SNT). Essas autorizações, de validade temporal definida, especificam quais tipos de transplante a instituição está habilitada a realizar. Além disso, os hospitais mantêm vínculos diretos com seus funcionários e pacientes, de forma a garantir tanto o controle da equipe em serviço quanto a gestão da capacidade de internação. São salvos também, como atributos derivado, os números de Salas de Internação e Salas de Cirurgia totais, sendo que, sempre que for aberta uma nova sala em um hospital, uma desses atributos tem seu valor acrescido em um. Além disso, todo hospital pode ter também estar associado a um ou vários tipos de Autorização SNT. Quando um hospital recebe um tipo de Autorização SNT, também é atribuída uma validade para o relacionamento entre o Hospital e a Autorização.

No interior dos hospitais existem entidades associadas que representam recursos físicos indispensáveis. Os Laboratórios, modelados como entidades fracas, respondem pela execução de exames essenciais, como histocompatibilidade e tipagem sanguínea. Cada laboratório pode realizar vários Tipos de Exame, e cada Exame relaciona-se com necessariamente com apenas um Tipo de Exame. As Salas, também entidades fracas, podem ser de internação ou cirúrgicas, e incluem atributos como número, tipo e tempo necessário de higienização entre usos. Esse tempo de higienização deve ser respeitado entre procedimentos. Uma Sala de Internação tem como atributo o seu número de leitos, enquanto que uma Sala Cirúrgica necessariamente se relaciona com os Equipamentos que tem, sendo especificada a quantidade que a sala tem de cada tipo de equipamento. Cada tipo de equipamento também poderá ter uma descrição explicando seu uso.

A entidade Tipo de Órgão desempenha papel específico, pois registra o nome do órgão em questão. Essa abstração é necessária porque receptores não aguardam um órgão individual, mas sim um tipo, cuja disponibilidade precisa ser acompanhada pelo sistema. Por esse motivo, o tipo de órgão se relaciona à Cirurgia de Coleta (de forma que a cirurgia necessariamente se relaciona com um ou vários Tipos) e aos pacientes doadores e receptores. A agregação Órgão Coletado, formado pela relação entre Tipo de Órgão e Cirurgia de Coleta, possui chave composta formada pelas chaves da Cirurgia de Coleta e do Tipo de Órgão junto com o Lado do órgão. O Lado do órgão exado como parte da chave é, por exemplo, a informação de se é um pulmão direito ou esquerdo, ou, caso o órgão seja único, como no caso de um coração, armazena-se "Indiferente" como o Lado.

As Cirurgias são outro processo central, sendo formadas por uma agregação no relacionamento entre Paciente e Sala Cirúrgica, e tendo como chave composta a chave da Sala Cirúrgica, do Paciente e a sua data. Sua identificação única resulta da combinação entre o nome do paciente, o número da sala de cirurgia, o hospital onde foi realizada e a data da operação. Toda cirurgia exige médicos responsáveis

---

pela operação e enfermeiros para auxiliar, podendo ser classificada como de coleta ou de recepção (ou como nenhuma das duas, caso a classificação não se aplique, como em uma cirurgia comum). A Cirurgia de Recepção necessariamente se relaciona com um ou vários órgãos coletados, e um órgão coletado se relaciona a apenas uma Cirurgia de Recepção.

A Internação é formada por uma agregação no relacionamento entre a Sala de Internação e um Paciente, e tem como chave do Paciente, da Sala e a data de entrada da internação. Ela controla a permanência do paciente em leitos hospitalares. E também armazenada como atributo a data esperada de término da internação. Já os Exames são uma agregação formada no relacionamento entre Laboratório e Paciente, tomando como chave a chave desses dois junto com a data e horário do exame. Como atributo, também armazena-se o resultado do exame. Também, como dito antes, um Exame necessariamente se relaciona com uma única entidade Tipo de Exame, e esse Tipo de Exame deve ser um que o Laboratório associado consiga realizar.

### 1.3. Restrições de integridade

- Os tipos de cirurgia recepção e coleta só podem ser criadas com pacientes receptores e doadores, respectivamente.
- Os atributos CRM e COREN para médicos e enfermeiros, respectivamente, são únicos.
- Um médico ou enfermeiro não podem atuar enquanto estiverem em cirurgia ou internados
- O médico responsável não pode ser também o paciente do exame.
- Salas devem respeitar o tempo de higienização entre procedimentos.
- Um mesmo paciente pode acumular categorias, mas não pode atuar como doador e receptor para o mesmo tipo de órgão
- Após suas respectivas cirurgias, doador e receptor devem perder seus relacionamentos de “Doa” e “Espera” para o tipo de órgão relacionado
- A ordem temporal deve ser respeitada: coleta → recepção
- Todo Exame deve ser de um tipo que o seu respectivo laboratório realiza
- O lado de um órgão pode ser “Esquerdo”, “Direito” ou “Indiferente”, dependendo do tipo de órgão e do lado onde foi coletado.

### 1.4. Principais Operações

O sistema permitirá:

- Cadastros: inserção de novos pacientes, profissionais, hospitais e autorizações SNT.
- Atualizações: edição de dados clínicos, registros hospitalares e disponibilidade de salas.
- Consultas:
  - Doadores compatíveis para um receptor específico.
  - Histórico de transplantes por hospital.
  - Equipes médicas associadas a determinada cirurgia.
  - Pacientes internados em um período.
  - Autorizações SNT em situação de vencimento.

---

## 1.5. Funcionalidades Principais

- Cadastro e gerenciamento de pessoas: pacientes, doadores, receptores, médicos e enfermeiros.
- Cadastro e atualização de hospitais: incluindo suas autorizações SNT.
- Gerenciamento de laboratórios e exames: múltiplos exames por paciente possíveis.
- Gerenciamento de salas hospitalares: controle de recursos de internação e cirurgia.
- Registro de processos de transplante: coleta, transporte, recepção, cirurgia e internação.
- Consultas complexas: histórico de transplantes, disponibilidade de recursos, compatibilidade entre doador e receptor.

## 2. MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER)

### 2.1. Diagrama MER

O diagrama elaborado contempla:

- Entidade Pessoa com especializações: Funcionário (Médico / Enfermeiro) e Paciente (Doador / Receptor).
- Entidade Hospital, com laboratórios (entidade fraca) e salas (entidade fraca), com tempo de higienização controlado, e podem possuir uma Autorização SNT.
- Cirurgia, vinculada a médicos, enfermeiros e sala utilizada.
- Recepção, registrando chegada de órgãos e associação ao paciente e sala cirúrgica.
- Coleta, representando a retirada de órgãos do doador no hospital de origem.
- Internação, acompanhando a permanência do paciente em leito hospitalar.
- Exame, realizado em laboratório com resultados associados, sendo que um laboratório pode realizar vários Tipos de Exame.
- Órgão coletado, representa o órgão coletado pela coleta e recebido pela recepção
- Relacionamentos que garantem rastreabilidade de ponta a ponta no processo de transplantes.

### 2.2. Análise de ciclos

- **Ciclo 1: Funcionário → Hospital → Sala → Internação → Paciente**

Um funcionário do hospital pode também ser um paciente. A aplicação deve identificar quando ele estiver em cirurgia/internado e impedir que o funcionário atue nos seus serviços enquanto estiver internado.

- **Ciclo 2: Paciente → Cirurgia → Médico/Enfermeiro**

Assim como no caso anterior, um funcionário do hospital pode também ser um paciente. A aplicação deve identificar quando ele estiver em cirurgia/internado e impedir que o funcionário atue nos seus serviços enquanto estiver internado.

---

- **Ciclo 3: Paciente → Exame → Médico**

Assim como nos casos anteriores, um médico pode ser também um paciente. Desta forma, a aplicação deve impedir que o médico supervisor do exame seja também o paciente do exame.

- **Ciclo 4: Coleta → Órgão Coletado → Recepção**

Como coleta e recepção são especializações de cirurgia, cria-se um ciclo entre elas. O paciente da cirurgia de recepção não pode receber o mesmo órgão removido na cirurgia de coleta.

- **Ciclo 5: Doador → Tipo de órgão → Receptor**

Como doador e receptor são especializações de paciente, cria-se um ciclo entre eles. A regra de restrição “Um mesmo paciente pode acumular categorias, mas não pode atuar como doador e receptor para o mesmo órgão” resolve esse ciclo, impedindo possíveis problemas.

- **Ciclo 6: Laboratório → Tipo de Exame → Exame**

Como todo laboratório tem um conjunto de tipos de exame que ele realiza, todos os exames feitos pelo mesmo devem ser de algum dos tipos relacionados ao laboratório.

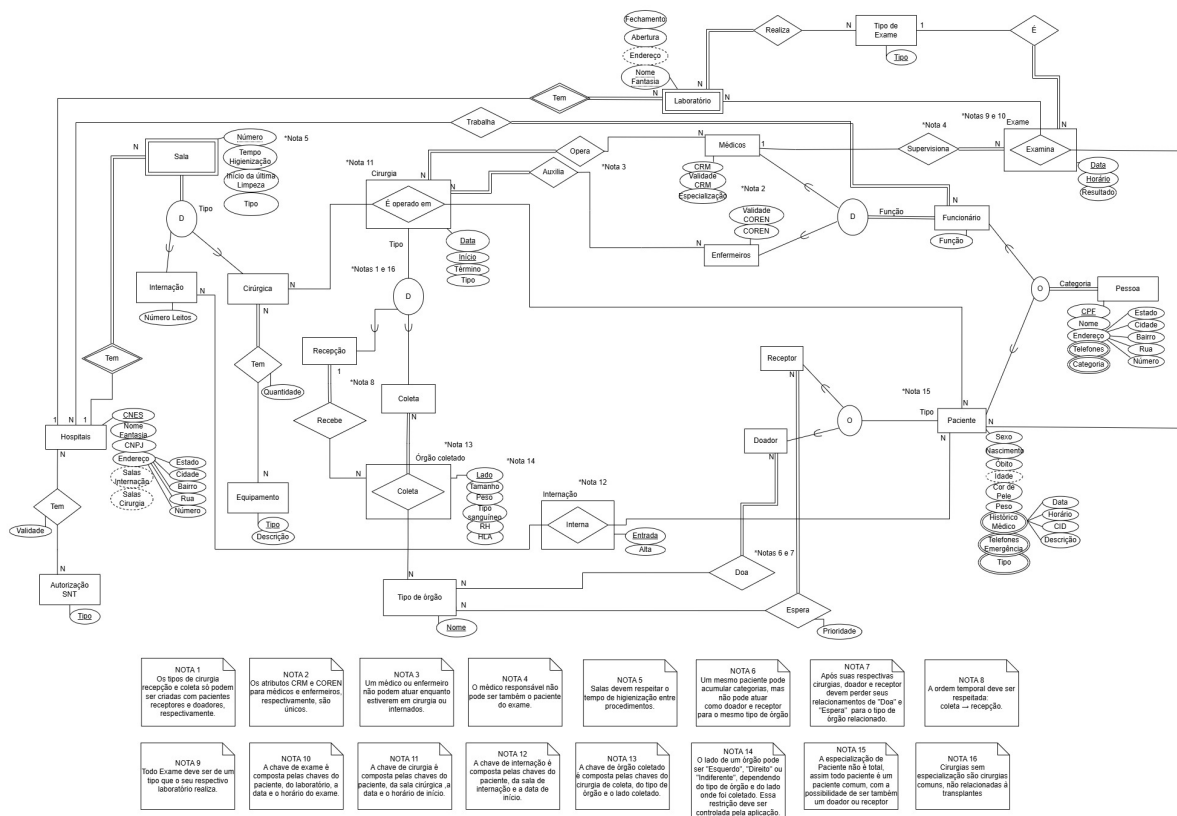


Figura 1: Diagrama Entidade-Relacionamento.

### 2.3. Mudanças com relação à última entrega

- **Hospital:** Atributos relacionados a número de vagas substituído por números de salas totais, e os atributos relacionados a veículos foram removidos.
- **Veículos:** A entidade Veículos e seus relacionamentos foram completamente removidos, por decisão de escopo de projeto.
- **Autorização:** Deixou de ser um atributo de "Hospital" e passou a ser uma entidade denominada "Autorização SNT", para fins de padronização.
- **Equipamento:** Deixou de ser um atributo de "Sala Cirúrgica" e passou a ser uma entidade denominada "Equipamento", que se relaciona com a sala, também para fins de padronização.
- **Especializações (Cirurgia e Paciente):** As especializações de tipo de cirurgia e de paciente foram mudadas para parciais, para que o banco de dados armazene cirurgias que não são transplantes e pacientes que não são nem doadores, nem receptores.
- **Agregação "Órgão Coletado":** Uma entidade "Órgão Coletado" foi criada à partir da agregação do relacionamento Coleta entre "Cirurgia de Coleta" e "Tipo de Órgão".
- **Atributo "Prioridade" (Receptor):** Deixou de ser atributo de "Receptor" e passou a ser atributo do relacionamento "Espera", permitindo que ele tenha diferentes prioridades para cada tipo de órgão.



- 
- **Tipo de Exame:** O atributo “Tipo” da agregação “Exame” passou a ser uma entidade “Tipo de Exame”, novamente para fins de padronização.
  - **Médico e Enfermeiro:** Chaves primárias removidas, pois herdaram a chave primária de “Pessoa”.
  - **Tipo de Órgão:** Chave primária “Id” removida, agora sendo “Nome”.
  - **Notas:** Adicionadas notas explicativas que faltavam no diagrama.

### 3. MODELO RELACIONAL

Neste tópico, será introduzido o modelo relacional do banco de dados proposto. Nele, é estabelecida a ligação entre as tabelas físicas. Além de apresentar o esquema, serão examinados também os mapeamentos feitos, observando suas motivações.

No diagrama (Figura 2), as tabelas são representadas por blocos e relacionadas utilizando setas.



<p><b>Nota 1</b></p> <p>O multivariado "Telefones" pode ser definido por apenas 2 telefones, mas que isso é desnecessário.</p>	<p><b>Nota 2</b></p> <p>Para fins de privacidade, todo Paciente tem um id próprio, assim a pesquisa não seria feita com CPF (que ainda é único).</p>	<p><b>Nota 3</b></p> <p>O multivariado "Telefones de Emergência" pode ser definido por apenas 2 telefones, mas que isso é desnecessário.</p>	<p><b>Nota 4</b></p> <p>Paciente possui especialização com sobreposição, então há o conjunto de entidades EspecializaçãoPaciente para facilitar a pesquisa.</p>	<p><b>Nota 5</b></p> <p>A especialização de Paciente não é total, assim todo paciente é um paciente comum, com a possibilidade de ser um doador ou receptor.</p>	<p><b>Nota 6</b></p> <p>Um Paciente pode ser doador e receptor ao mesmo tempo, mas nunca por mesmo TipoOrgão. Isso deverá ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 7</b></p> <p>Como as especializações Doador e Receptor de Paciente não possui atributos únicos, o mapeamento do atributo que as define pode ser feito apenas pelo conjunto de entidades EspecializaçãoPaciente.</p>	<p><b>Nota 8</b></p> <p>Como Funcionario tem especialização de disjunção total, optou-se por adicionar o atributo Função, que define a especialização. A aplicação deve garantir que o mesmo funcionario não seja Médico e Enfermeiro.</p>	<p><b>Nota 9</b></p> <p>Como o CRM de médico é único, ele serve como chave secundária.</p>	<p><b>Nota 10</b></p> <p>Como o COREN de um enfermeiro é único, ele serve como chave secundária.</p>	<p><b>Nota 11</b></p> <p>Como a jornada de trabalho de médicos e enfermeiros é muito variável, optou-se por apenas registrar em quais hospitais eles estão contratados.</p>	<p><b>Nota 12</b></p> <p>Como um laboratório pode fazer múltiplos tipos de exames, optou-se por criar um conjunto de entidades para salvar a relação entre Laboratório e TipoExame.</p>	<p><b>Nota 13</b></p> <p>Para facilitar a procura de exames, cria-se um id para todo exame.</p>
<p><b>Nota 14</b></p> <p>Todo exame feito por um laboratório deve ser de algum tipo disponível pelo mesmo (tem que estar no conjunto de entidades ExamesDisponíveis do laboratório).</p>	<p><b>Nota 15</b></p> <p>Enquanto o Resultado for Null, o exame ainda estará sendo processado.</p>	<p><b>Nota 16</b></p> <p>O médico supervisor não pode ser também o paciente do exame. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 17</b></p> <p>Para garantir maior confiabilidade, criou-se um id para Hospital. Desta forma o CNES serve como chave secundária e o CNPJ como terciária. Como pode ter apenas um hospital em um dado local, seu endereço pode ser uma chave estrangeira.</p>	<p><b>Nota 18</b></p> <p>NúmeroSalasInteração e NúmeroSalasCirurgia devem ser atualizados sempre que adicionar/remover uma SalaInteração ou SalaCirurgia.</p>	<p><b>Nota 19</b></p> <p>Como um Hospital pode ter múltiplas autorizações de transplante, então optou-se por criar um conjunto de entidades para salvá-las.</p>	<p><b>Nota 20</b></p> <p>Como Sala tem especialização de disjunção total, optou-se por adicionar o atributo Tipo, que define a especialização. A aplicação deve garantir que a mesma sala não seja de Interação e Cirurgia.</p>	<p><b>Nota 21</b></p> <p>A sala deve estar indisponível para interação/cirurgia durante seu período de limpeza. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 22</b></p> <p>Para registrar uma Cirurgia ou uma Interação, a sala não pode estar ocupada no momento nem em limpeza. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 23</b></p> <p>Como uma SalaCirurgia pode ter múltiplos equipamentos, então optou-se por criar um conjunto de entidades para salvá-los. A aplicação ainda deve garantir que toda sala tenha, pelo menos, um (1) equipamento.</p>	<p><b>Nota 24</b></p> <p>Como Cirurgia é referenciada em diversos conjuntos de entidades, optou-se por criar um id para economizar armazenamento e facilitar a pesquisa. A outra opção seria usar Paciente, Hospital, NúmeroSala e Data, o que seria extremamente ineficiente.</p>	<p><b>Nota 25</b></p> <p>A especialização Cirurgia não toda cirurgia. Caso ela não seja, ela se torna de coleta ou exame.</p>	
<p><b>Nota 26</b></p> <p>Como Cirurgia tem especialização de disjunção, então optou-se por usar o atributo Tipo. A aplicação ainda deve garantir que a Cirurgia não seja de coleta e recepção ao mesmo tempo.</p>	<p><b>Nota 27</b></p> <p>Início e Término devem ser os horários previstos inicialmente, precisando atualizar conforme necessário.</p>	<p><b>Nota 28</b></p> <p>Como não ocorrerão muitas pesquisas por Órgão, optou-se não criar um id para ele.</p>	<p><b>Nota 29</b></p> <p>O lado de um órgão pode ser "Esquerdo", "Direito" ou "Indefinido", dependendo do tipo de órgão e do lado onde foi coletado. Essa restrição deve ser controlada pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 30</b></p> <p>Como um órgão só pode ser recebido por uma única cirurgia de recepção, então optou-se por deixá-la como atributo de órgão.</p>	<p><b>Nota 31</b></p> <p>Existe a possibilidade de um órgão ser removido, mas, por algum imprevisto, não conseguir ser recebido por um PacienteReceptor. Assim Intercaptação pode ser Null.</p>	<p><b>Nota 32</b></p> <p>Toda CirurgiaRecepção deve ter pelo menos um (1) Órgão referenciando-a. A aplicação deve garantir esta restrição.</p>	<p><b>Nota 33</b></p> <p>A aplicação deve garantir que o Médico/Enfermeiro está disponível para a cirurgia, ou seja, não pode ser o paciente da mesma ou de qualquer outra no mesmo período, também não pode estar internado. Ele também deve ser um funcionario do hospital onde ocorrerá a cirurgia.</p>	<p><b>Nota 34</b></p> <p>Após suas respectivas cirurgias, DoadorDoa e ReceptorSera devem perder seus registros para o tipo de órgão relacionado. Deve também atualizar EspecializaçõesPaciente, caso necessário. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 35</b></p> <p>Para maior confiabilidade, criou-se um id para Laboratório.</p>	<p><b>Nota 36</b></p> <p>Todo Laboratório deve conseguir realizar, pelo menos, um (1) tipo de exame. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 37</b></p> <p>Todo Funcionario deve trabalhar em, pelo menos, um (1) Hospital. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>	<p><b>Nota 38</b></p> <p>Toda cirurgia deve ter, pelo menos, um (1) médico e um (1) enfermeiro atuantes. Isso deve ser garantido pela aplicação.</p>

**Figura 2:** *Esquema relacional.*

---

### 3.1. Discussão sobre mapeamentos

#### 1. Especialização de Pessoa

**Solução adotada:** Foi mapeada na tabela “Pessoa” os dados gerais de cada pessoa, criando, então, uma tabela para suas especializações “Funcionário” e “Paciente”.

**Vantagens:** Separando funcionários de pacientes, os relacionamentos ficam mais consistentes e confiáveis, uma vez que só poderão ser feitos com pessoas da categoria correta.

**Desvantagens:** A repetição da chave primária de “Pessoa” acaba por ocupar mais espaço de armazenamento. A adição de pessoas também acaba tendo um custo de processamento mais elevado, uma vez que devem ser adicionadas em múltiplas tabelas, fora a necessidade da aplicação de garantir a especialização total.

**Soluções alternativas:** Todas as informações poderiam ser salvas diretamente em “Pessoa”, por meio da adição de múltiplos atributos para suas especializações. Em troca isso iria requerer múltiplas análises por parte da aplicação em toda interação com a base de dados, aumentando consideravelmente o custo computacional. Poderíamos também incluir uma tabela “EspecializaçãoPessoa”, mas ela não teria grande utilidade, uma vez que teria mais tuplas que as demais, perdendo a vantagem na pesquisa, e aumentaria o espaço de armazenamento e custo computacional para novas inserções.

#### 2. Especialização de Funcionário

**Solução adotada:** Na tabela “Funcionário”, existe apenas a chave primária de identificação de “Pessoa” e seu atributo de especialização “Função”. Como todo funcionário deve ter uma função, este atributo não pode ser nulo. Suas especializações, “Médico” e “Enfermeiro”, possuem suas próprias tabelas.

**Vantagens:** Separando os tipos de funcionário, os relacionamentos ficam mais consistentes e confiáveis, uma vez que só poderão ser feitos com funcionários da função correta. O atributo de função auxilia em garantir a disjunção e totalidade da especialização, além de facilitar a pesquisa.

**Desvantagens:** A repetição da chave primária de “Funcionário” acaba por aumentar o custo de armazenamento. Apesar de auxiliar, o uso de “Função” não garante a especialização total, restando à aplicação garantir que a especialização será criada junto à criação do funcionário, além de verificar que está sendo inserido na especialização correta e apenas nela, para garantir a disjunção.

**Soluções alternativas:** Todas as informações poderiam ser salvas diretamente em “Funcionário”, por meio da adição de múltiplos atributos para suas especializações. Em troca isso iria requerer múltiplas análises por parte da aplicação em toda interação com a base de dados, aumentando consideravelmente o custo computacional.

#### 3. Especialização de Paciente

**Solução adotada:** Como as especializações “Doador” e “Receptor” de “Paciente” não possuem atributos únicos e não serão referenciadas muitas vezes, o mapeamento delas é feito apenas pela tabela “EspecializaçãoPaciente”, que armazena quais são as especializações dos pacientes, se eles tiverem uma.

**Vantagens:** A tabela “EspecializaçãoPaciente” permite, de forma simples, definir a especialização de sobreposição. Como haverão mais pacientes sem relação com transplante de órgãos do que aqueles relacionados, o mapeamento da especialização estar numa tabela à parte acaba também por poupar espaço de armazenamento e diminuir o tempo de pesquisa pelas especializações do paciente.

---

**Desvantagens:** Como não existem tabelas específicas para cada especialização, os relacionamentos com “Doador” e “Receptor” devem ser verificados pela aplicação para garantir que são pacientes do tipo correto. Quando um paciente ganhar uma especialização, a aplicação deverá garantir que ele ganhará um relacionamento correspondente com “TipoÓrgão” para garantir a participação total. Quando o paciente passar por uma cirurgia, será necessário verificar se a especialização ainda é válida, criando mais necessidade de processamento.

**Soluções alternativas:** Todas as informações poderiam ser salvas diretamente em “Paciente”, uma vez que eles não possuem atributos únicos. No entanto, isso criaria um aumento no custo de armazenamento, uma vez que há muito mais pacientes sem relação com transplantes de órgãos, o que também aumentaria o tempo de pesquisa pelas especializações do paciente.

#### 4. Especialização de Cirurgia

**Solução adotada:** Na tabela “Cirurgia”, existem os dados gerais da cirurgia, além de seu atributo de especialização “Tipo”. Como nem toda cirurgia terá relação com transplantes, “Tipo” pode ser nulo. Suas especializações “CirurgiaColeta” e “CirurgiaRecepção” não possuem atributos específicos, mas podem fazer múltiplos relacionamentos com outras tabelas, assim se tornando relevante separá-las.

**Vantagens:** Separando os tipos de cirurgia, os relacionamentos ficam mais consistentes e confiáveis, uma vez que só poderão ser feitos com cirurgias de tipos corretos. O atributo de tipo auxilia em garantir a disjunção da especialização, além de facilitar a pesquisa.

**Desvantagens:** A repetição da chave primária de “Cirurgia” acaba por aumentar o custo de armazenamento, principalmente pelo fato de que suas especializações não possuírem atributos únicos, apenas a referência. Apesar de auxiliar, o uso de “Tipo” não garante a disjunção, restando à aplicação garantir que a especialização será inserida na tabela correta.

**Soluções alternativas:** Poderia remover as tabelas das especializações, uma vez que não trazem informações adicionais. No entanto isso aumentaria o custo de inserção de novos órgãos, uma vez que seria necessária fazer uma pesquisa pela tabela “Cirurgia”, que é muito maior, além de ser necessária uma análise do tipo.

#### 5. Especialização de Sala

**Solução adotada:** Na tabela “Sala”, existem os dados gerais da sala, além de seu atributo de especialização “Tipo”. Como toda sala tem uma função específica, “Tipo” não pode ser nulo. Suas especializações “SalaCirúrgica” e “SalaInternação” não possuem muitos atributos específicos, mas podem fazer múltiplos relacionamentos com outras tabelas, assim se tornando relevante separá-las.

**Vantagens:** Separando os tipos de sala, os relacionamentos ficam mais consistentes e confiáveis, uma vez que só poderão ser feitos com salas de tipos corretos. O atributo de tipo não nulo auxilia em garantir a disjunção e a totalidade da especialização, além de facilitar a pesquisa.

**Desvantagens:** A repetição da chave primária de “Sala” acaba por aumentar o custo de armazenamento, principalmente pelo fato de suas especializações não possuírem muitos atributos únicos. Apesar de auxiliar, o uso de “Tipo” não garante a disjunção, restando à aplicação garantir que a especialização será inserida na tabela correta, nem sua totalidade, novamente restando à aplicação garantir que a inserção ocorrerá também na sua tabela de especialização definida.

**Soluções alternativas:** Todas as informações poderiam ser salvas diretamente em “Sala”, por meio da adição do atributo “NúmeroLeitos”, o único atributo único de suas especializações. Em troca isso iria requerer múltiplas análises por parte da aplicação em toda interação com a base de dados, aumentando consideravelmente o custo computacional.

## 6. Relacionamento “É” entre “Tipo de Exame” e “Exame” - 1:N

**Solução adotada:** Como esse relacionamento serve para definir qual o tipo de exame do exame, simplesmente adicionou-se uma chave estrangeira que refere a um valor de “TiposExame”, a qual não pode ser nula.

**Vantagens:** Garante a totalidade e a unicidade do relacionamento, onde todo exame pode ser de um único tipo.

**Desvantagens:** Não foram identificadas desvantagens em mapear desta maneira.

**Soluções alternativas:** Poderia ser feita uma tabela relacionando os exames ao seu tipo, onde exame seria a única chave primária. Isso aumentaria o custo de armazenamento, pois teria a repetição da chave primária de “Exame”, além de aumentar o custo de processamento, pois seriam necessárias 2 pesquisas para coletar todas as informações do exame.

## 7. Relacionamento “Supervisiona” entre “Médico” e “Exame” - 1:N

**Solução adotada:** Como esse relacionamento serve para definir qual o médico responsável pelo exame, simplesmente adicionou-se uma chave estrangeira que refere a um valor de “Médico”, a qual não pode ser nula.

**Vantagens:** Garante a totalidade e a unicidade do relacionamento, onde todo exame pode ser supervisionado por um único médico.

**Desvantagens:** Não foram identificadas desvantagens em mapear desta maneira.

**Soluções alternativas:** Poderia ser feita uma tabela relacionando os exames ao médico, onde exame seria a única chave primária. Isso aumentaria o custo de armazenamento, pois teria a repetição da chave primária de “Exame”, além de aumentar o custo de processamento, pois seriam necessárias 2 pesquisas para coletar todas as informações do exame.

## 8. Relacionamento “Recebe” entre “Recepção” e “Órgão Coletado” - 1:N

**Solução adotada:** Esse relacionamento serve para definir quais órgãos foram recebidos na cirurgia de recepção. Alternativamente, pode-se interpretar como qual cirurgia recebeu o órgão. Dessa forma, optou-se por adicionar uma chave estrangeira que refere a um valor de “CirurgiaRecepção”, a qual pode ser nula. Como consequência, se torna necessária a influência da aplicação para garantir que toda cirurgia de recepção seja referenciada por, pelo menos, um órgão.

**Vantagens:** Garante a unicidade do relacionamento, onde todo órgão pode ser recebido por uma única cirurgia de recepção.

**Desvantagens:** Não garante a totalidade da relação por parte da cirurgia, assim sendo necessária a influência da aplicação.

**Soluções alternativas:** Poderia ser feita uma tabela relacionando os órgãos às cirurgias, onde órgão seria a única chave primária. Isso aumentaria o custo de armazenamento, pois teria a repetição da chave primária de “Órgão”, além de aumentar o custo de processamento, pois seriam necessárias 2 pesquisas para encontrar todas as informações dos órgãos.

## 9. Relacionamento fraco “Tem” entre “Hospital” e “Sala” - 1:N

**Solução adotada:** A forma padrão de lidar com entidades fracas, simplesmente cria uma chave composta usando a chave primária da entidade forte com a chave fraca da entidade fraca.

**Vantagens:** Garante unicidade das chaves.

**Desvantagens:** Não foram identificadas desvantagens em mapear desta maneira.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas convencionais para esse mapeamento.

---

#### 10. Relacionamento fraco “Tem” entre “Hospital” e “Laboratório” - 1:N

**Solução adotada:** A forma padrão de lidar com entidades fracas, simplesmente cria uma chave composta usando a chave primária da entidade forte com a chave fraca da entidade fraca. Esta entidade conta com uma chave primária artificial, a qual é relevante para motivos de segurança que serão discutidos posteriormente. Desta forma a chave composta atua como secundária.

**Vantagens:** Garante unicidade das chaves.

**Desvantagens:** Não foram identificadas desvantagens em mapear desta maneira.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 11. Relacionamento “Tem” entre “Hospital” e “Autorizações SNT” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 12. Relacionamento “Trabalha” entre “Hospital” e “Funcionário” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. Por conta da participação total do funcionário, será necessária a influência da aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento, necessita de manipulação por parte da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 13. Relacionamento “Tem” entre “Sala Cirúrgica” e “Equipamento” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. Por conta da participação total da sala, será necessária a influência da aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento, necessita de manipulação por parte da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 14. Relacionamento “Doa” entre “Doador” e “Tipo de Órgão” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. Por conta da participação total do doador, será necessária a influência da aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento, necessita de manipulação por parte da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

---

#### 15. Relacionamento “Espera” entre “Receptor” e “Tipo de Órgão” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. Por conta da participação total do receptor, será necessária a influência da aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento, necessita de manipulação por parte da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 16. Relacionamento “Opera” entre “Médico” e “Cirurgia” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. A participação total da cirurgia deve ser garantida pela aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento. Necessidade de manipulação da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 17. Relacionamento “Auxilia” entre “Médico” e “Enfermeiro” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. A participação total da cirurgia deve ser garantida pela aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento. Necessidade de manipulação da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 18. Relacionamento “Realiza” entre “Tipo de Exame” e “Laboratório” - N:N

**Solução adotada:** Como o relacionamento é N:N, podendo variar consideravelmente em termos de quantidade, optou-se por criar uma tabela à parte com todos os valores do conjunto de relacionamentos. A participação total do laboratório deve ser garantida pela aplicação.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento. Necessidade de manipulação da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

#### 19. Relacionamento “Examina” entre “Laboratório” e “Paciente” - N:N

**Solução adotada:** Como existe uma agregação neste relacionamento, o mapeamento foi feito criando uma tabela “Exame”, com chave primária artificial, a qual é relevante para motivos de segurança que serão discutidos posteriormente. Ela possui uma chave composta, que serve como secundária, definida pelas chaves de “Paciente”, “Laboratório” e data e horário.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento, define bem a agregação.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

---

## 20. Relacionamento “Interna” entre “Sala Internação” e “Paciente” - N:N

**Solução adotada:** Como existe uma agregação neste relacionamento, o mapeamento foi feito criando uma tabela “Internação”. Ela possui uma chave primária composta definida pelas chaves de “Paciente”, “Sala Internação” e a data de entrada.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento, define bem a agregação.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

## 21. Relacionamento “Coleta” entre “Cirurgia de Coleta” e “Tipo de Órgão” - N:N

**Solução adotada:** Como existe uma agregação neste relacionamento, o mapeamento foi feito criando uma tabela “Órgão”. Ela possui uma chave primária composta definida pelas chaves de “TipoÓrgão”, “CirurgiaColeta” e o lado de onde o órgão foi removido. Esta ultima chave é relevante pois o corpo humano possui múltiplos órgãos iguais, mas nunca do mesmo lado do corpo. Desta forma ele pode ser definido pelo lado da remoção, caracterizada pelas opções: “Esquerdo”, “Direito” ou “Indiferente”. O lado deve ser confirmado pela aplicação, para garantir que não seja escolhido um valor inválido para o tipo de órgão.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento, define bem a agregação.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento, necessidade de manipulação da aplicação.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

## 22. Relacionamento “É operado em” entre “Sala Cirúrgica” e “Paciente” - N:N

**Solução adotada:** Como existe uma agregação neste relacionamento, o mapeamento foi feito criando uma tabela “Cirurgia”, com uma chave primária artificial, a qual é relevante para motivos que serão discutidos posteriormente. Ela possui uma chave composta, que serve como secundária, definida pelas chaves de “Paciente”, “SalaCirúrgica”, data e horário de início.

**Vantagens:** Preserva a cardinalidade do relacionamento, define bem a agregação.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento.

## 23. Atributo Multivalorado “Histórico Médico”

**Solução adotada:** Este atributo multivalorado não pode ser definido por um número arbitrário de atributos dentro de “Paciente”, desta forma optou-se por criar uma tabela “HistóricoPaciente”, com chave primária composta definida pela chave de “Paciente” e a data e horário. Ela também armazena o CID do evento, o qual não pode ser nulo, e uma descrição mais detalhada, a qual pode ser nula.

**Vantagens:** Permite a propriedade multivalorada sem limites de registros.

**Desvantagens:** Maior custo de armazenamento.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para esse mapeamento, dado o número de registros impossível de ser definido.

## 24. Atributo Multivalorado “Tipo” (Paciente)

**Solução adotada:** Optou-se por armazenar este atributo multivalorado na tabela “EspecializaçãoPaciente”, utilizando as chaves primária de “Paciente”, além do seu tipo.



---

**Vantagens:** Permite a propriedade multivalorada e a pesquisa se torna mais eficiente, pois tem menos pacientes doadores e receptores do que pacientes em geral.

**Desvantagens:** Nenhuma desvantagem foi encontrada em relação à sua solução alternativa.

**Soluções alternativas:** Poderiam ser adicionados dois atributos, um para cada especialização, que podem ser nulos. Isso, no entanto, levaria a um aumento no custo de armazenamento, pois teriam muitos pacientes com especializações nulas, e no desempenho da pesquisa por pacientes doadores/receptores, pois há muito mais pacientes que não têm relação aos transplantes.

## 25. Atributo Multivalorado “Categoria” (Pessoa)

**Solução adotada:** Optou-se por não armazenar este atributo, uma vez que foi decidido que ele não traria muita utilidade para a base de dados. São raríssimas as situações onde é relevante saber as categorias de uma pessoa, sendo muito mais comum verificar se ela é uma categoria em específico, situação onde seria muito mais eficiente pesquisar pela pessoa na tabela da especialização correspondente.

**Vantagens:** Economiza espaço de armazenamento, permite a propriedade multivalorada.

**Desvantagens:** Na situação raríssima onde deseja-se saber as categorias de uma pessoa, serão necessárias duas pesquisas, aumentando o custo computacional.

**Soluções alternativas:** Poderiam ser adicionados dois atributos, um para cada especialização, que podem ser nulos. Isso aumentaria a eficiência da rara pesquisa pelas funções de uma pessoa, pois há menos pessoas do que a combinação de funcionários com pacientes, no entanto levaria a um aumento no custo de armazenamento, pois teriam muitas pessoas com especializações nulas, principalmente na categoria de funcionário. Outra opção seria criar uma tabela como a “EspecializaçãoPaciente”, que armazena as categorias de cada pessoa. No entanto isso aumentaria o custo de armazenamento, pois é uma tabela nova, e ainda teria uma pesquisa mais rápida apenas na situação especial comentada.

## 26. Atributos Multivalorados “Telefones Emergência” (Paciente) e “Telefones” (Pessoa)

**Solução adotada:** Optou-se por armazenar estes atributos como dois atributos simples nas suas respectivas tabelas, uma vez que não é necessário um número muito maior do que este de registros pode paciente ou pessoa.

**Vantagens:** Menor custo de armazenamento.

**Desvantagens:** Limitação da propriedade multivalorada.

**Soluções alternativas:** Poderiam ser criadas uma tabela para cada propriedade, assim como foi feito com os demais atributos multivalorados definidos anteriormente. No entanto isso é desnecessário, criando a necessidade de duas pesquisas para obter todas as informações do paciente.

## 27. Id artificial de “Pessoa”

**Solução adotada:** Para garantir confiabilidade dos dados das pessoas, criou-se um Id artificial, o qual só torna possível saber quem é por meio de permissões.

**Vantagens:** Maior confiabilidade dos dados.

**Desvantagens:** A adição de um identificador sintético acaba diminuindo o significado semântico da chave primária, que deixa de ser algo real, o CPF, para algo sintético. Fora isso, também aumenta a complexidade das pesquisas por CPF, pois deixou de ser a chave primária.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para este mapeamento sem necessitar um aumento considerável de complexidade, como criptografia.

---

## 28. Id artificial de “Hospital”

**Solução adotada:** Para garantir confiabilidade das operações, contratações, internações, cirurgias, etc, criou-se um Id artificial, o qual só torna possível saber qual é o hospital por meio de permissões.

**Vantagens:** Maior confiabilidade dos dados.

**Desvantagens:** A adição de um identificador sintético acaba diminuindo o significado semântico da chave primária, que deixa de ser algo real, o CNES do hospital, para algo sintético. Fora isso, também aumenta a complexidade das pesquisas por CNES, pois deixou de ser a chave primária.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para este mapeamento sem necessitar um aumento considerável de complexidade, como criptografia.

## 29. Id artificial de “Laboratório”

**Solução adotada:** Para garantir confiabilidade da origem dos exames, além de facilitar a pesquisa pelos laboratórios, criou-se um Id artificial, o qual só torna possível saber da onde veio o exame por meio de permissões.

**Vantagens:** Maior confiabilidade dos dados, pesquisa mais rápida. Como múltiplos exames podem referenciar o mesmo laboratório, a chave estrangeira ser apenas o Id acaba por se tornar também uma redução no custo de armazenamento.

**Desvantagens:** A adição de um identificador sintético acaba diminuindo o significado semântico da chave primária, que deixa de ser algo real, como o nome do laboratório, para algo sintético. Fora isso, também aumenta a complexidade das pesquisas pelos nomes, seja do laboratório ou do hospital, pois deixaram de ser a chave primária.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para este mapeamento sem necessitar um aumento considerável de complexidade, como criptografia.

## 30. Id artificial de “Exame”

**Solução adotada:** Para adicionar outra camada de confiabilidade dos exames, além de facilitar a pesquisa dos mesmos, criou-se um Id artificial, o qual só torna possível saber os detalhes por meio de permissões.

**Vantagens:** Maior confiabilidade dos dados, pesquisa mais rápida.

**Desvantagens:** A adição de um identificador sintético acaba diminuindo o significado semântico da chave primária, que deixa de ser algo real, como o paciente relacionado, para algo sintético. Fora isso, também aumenta a complexidade das pesquisas pelos dados de origem, como o paciente, pois deixaram de ser as chaves primárias.

**Soluções alternativas:** Não foram identificadas alternativas para este mapeamento sem necessitar um aumento considerável de complexidade, como criptografia.

## 31. Id artificial de “Cirurgia”

**Solução adotada:** Para facilitar a pesquisa e referências das cirurgias, optou-se por criar uma chave artificial, substituindo sua enorme chave composta. Isto também aumenta a confiabilidade, uma vez que só se pode saber os detalhes da cirurgia por meio de permissões.

**Vantagens:** Pesquisa mais rápida. Como múltiplos órgãos podem referenciar a mesma cirurgia de coleta, além de poderem referenciar uma cirurgia de recepção, a chave estrangeira ser apenas o Id acaba por se tornar também uma redução no custo de armazenamento. Uma última vantagem é a maior confiabilidade gerada.

---

**Desvantagens:** A adição de um identificador sintético acaba diminuindo o significado semântico da chave primária, que deixa de ser algo real, como o paciente que foi operado, para algo sintético. Fora isso, também aumenta a complexidade das pesquisas por dados de origem, como o paciente, pois deixaram de ser as chaves primárias.

**Soluções alternativas:** Poderia utilizar apenas a chave composta já definida, mas levaria à perda de todas as vantagens.

### 3.2. Mudanças com relação à última entrega

- **Relacional:**

- Correção da imagem: inclusão de “EspecializaçãoPessoa” (removido, explicação abaixo) e “HistóricoPaciente” que estavam faltando.
- “EspecializaçãoPessoa” foi removido, ficou perceptível que era não só desnecessário, mas prejudicial, trazendo mais desvantagens que vantagens.
- “PacienteReceptor” e “PacienteDoador” foram substituídos por “ReceptorEspera” e “DoadorDoa”. Por consequência, mudaram-se as notas 7 e 34 para refletir as mudanças.
- Em “HistóricoPaciente”, “Cirurgia” e “Exame” os atributos de data e horário foram transformados em atributos únicos que salvam ambos. Exemplo: Data, Início e Término de “Cirurgia” foram transformados em DataHorárioInício e DataHorárioTérmino.
- “Abertura” e “Fechamento” de “Laboratório” agora são não nulos. Ficou perceptível que permitir que fossem nulos abria espaço para configurações sem sentido, tendo um horário de abertura mas não um de fechamento, ou vice-versa.
- “UltimaLimpeza” de “Sala” se tornou “InicioUltimaLimpeza”, para deixar explícito que é o horário que começou a limpeza. A coluna também se tornou não nula, para garantir consistência na base de dados.
- “Obito” de “Paciente”, “Entrada” e “Alta” de “Internação” viraram “DataHorarioObito”, “DataHorarioEntrada” e “DataHorarioAlta”. Essa mudança foi para deixar explícito que deve salvar não só a data, mas o horário também.

- **“EspecializaçãoPessoa”:** Percebeu-se que esta tabela era prejudicial, uma vez que não auxiliava na pesquisa, exceto no raro caso onde se deseja saber quais as categorias de uma “Pessoa”, e aumentava o custo de armazenamento.

- **Especialização de “Paciente”:** “PacienteReceptor” e “PacienteDoador” foram substituídos por “ReceptorEspera” e “DoadorDoa”. Originalmente criados para servir como especialização, agora são os relacionamentos entre “Paciente” e `enquoteTipoÓrgão`. A especialização agora é definida simplesmente por “EspecializaçãoPessoa”, pois as especializações não possuem atributos específicos.

- **Relacionamentos Espera e Doa:** agora são definidos por “ReceptorEspera” e “DoadorDoa”.

- **Identificadores artificiais:** foram corrigidas as descrições das desvantagens dos identificadores artificiais.