



**Universidade de São Paulo**

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

# **Análise MER para uma Instituição Hospitalar que monitora as Bolsas de Sangue**

**Autores:**

Danielle Pereira - 11918539

Gabriel Dezejácomo Maruschi - 14571525

Pedro Gasparelo Leme - 14602421

Vitor Alexandre Garcia Vaz - 14611432

**Disciplina:** Base de Dados

**Professor:** Elaine Parros Machado de Sousa

**Estagiário PAE:** André Moreira Souza

São Carlos – São Paulo

20 de novembro de 2025

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Desenvolvimento do MER</b>	<b>3</b>
2.1	Entidades envolvidas . . . . .	3
2.1.1	Pessoa . . . . .	3
2.1.2	Doador . . . . .	4
2.1.3	Receptor . . . . .	4
2.1.4	Profissional . . . . .	5
2.1.5	Locais . . . . .	5
2.1.6	Ambulância . . . . .	5
2.1.7	Hemonúcleo . . . . .	5
2.1.8	Hospital . . . . .	6
2.1.9	Bolsa de sangue . . . . .	6
2.2	Relacionamentos entre entidades . . . . .	6
2.2.1	Trabalha . . . . .	7
2.2.2	Auxilia . . . . .	7
2.2.3	Doa . . . . .	7
2.2.4	Gera . . . . .	7
2.2.5	Envolve . . . . .	7
2.2.6	Inclui . . . . .	8
2.2.7	Solicita . . . . .	8
2.2.8	Transfere . . . . .	8
2.2.9	Necessita . . . . .	8
2.2.10	Socorre . . . . .	8
2.3	Funcionalidades a serem satisfeitas . . . . .	9
2.3.1	Doador . . . . .	9
2.3.2	Receptor . . . . .	9
2.3.3	Profissional . . . . .	9
2.3.4	Hospital e Ambulância (Locais) . . . . .	10
2.4	Restrições de Integridade . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Modelo Entidade Relacionamento e Suas Notas</b>	<b>12</b>
3.1	Notas do modelo . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Mudanças da Parte 1</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Modelo Relacional</b>	<b>16</b>

<b>6</b>	<b>Explicando Mapeamento para o Modelo Relacional</b>	<b>17</b>
6.1	Especialização da entidade Pessoa . . . . .	17
6.2	Relacionamento N:1 entre Profissional e Local . . . . .	18
6.3	Mapeamento de atributo derivado Última Doação . . . . .	19
6.4	Entidade fraca Bolsa de Sangue . . . . .	19
6.5	Mapeamento do atributo derivado Local Atual . . . . .	20
6.6	Mapeamento do atributo derivado composto Tipo . . . . .	21
6.7	Mapeamento do atributo derivado Disponível . . . . .	22
6.8	Relacionamento N:1 entre Bolsa de Sangue e Solicitação . . . . .	23
6.9	Relacionamento N:1 entre Bolsa de Sangue e Socorrimento . . . . .	24
6.10	Relacionamento N:1 entre Doação e Profissional . . . . .	24
6.11	Agregação para criação da entidade Doação . . . . .	25
6.12	Agregação para criação da entidade Solicitação . . . . .	26
6.13	Agregação para criação da entidade Socorrimento . . . . .	27
6.14	Especialização da entidade Local . . . . .	28
6.15	Agregação para criação da entidade Transferência . . . . .	29
6.16	Mapeamento de atributo multivalorado Inventário . . . . .	30
6.17	Mapeamento de atributo multivalorado Número de Bolsas . . . . .	30
6.18	Mapeamento do conjunto relacionamento Envolve . . . . .	31
<b>7</b>	<b>Mudanças da Parte 2</b>	<b>33</b>

# 1 Introdução

Nos últimos tempos, a disponibilidade e fácil acesso a tecnologia tornaram os ambientes hospitalares mais desenvolvidos, com diferentes aplicações dos dados dos pacientes e de diferentes hospitais, com isso, pode-se fazer uma boa gestão desses dados de forma a facilitar a integração entre diferentes hospitais e no requerimento de diferentes equipamentos, médicos e, principalmente, bolsas de sangue, estas que possuem uma alta demanda por estar presente em diferentes operações médicas, tais como cirurgias diversas, emergências e doenças hematológicas, de forma a evitar situações críticas com o desabastecimento das instituições com o conhecimento completo de seu inventário.

Diante dessa problemática, surge a necessidade de uma solução digital capaz de centralizar essas diversas informações, recursos, e, além disso, supervisionar a segurança do processo transfusional.

A aplicação proposta está inserida no contexto de uma instituição hospitalar, com o objetivo de disponibilizar um banco de dados digital para consulta do inventário e para o gerenciamento da transferência de bolsas de sangue entre diferentes hospitais, ambulâncias e hemonúcleos de um mesmo instituto hospitalar. Somados a isso, tem-se o registro dos empregados responsáveis pelo hospital, doadores e dos pacientes, para que se tenha controle de quem fornece a bolsa de sangue, os responsáveis pela transfusão e o paciente, garantindo o ciclo completo do serviço de transfusão.

O sistema foi projetado de modo que qualquer pessoa apta possa realizar a doação de sangue, assegurando que as características do sangue doado sejam guardadas e bem classificadas, uma vez que a utilização de sangue incompatível com o do receptor pode provocar reações graves, como choque hemolítico, insuficiência renal aguda, reações imunológicas e até risco de morte.

Por fim, ao se ter a possibilidade de ter o controle do inventário do tipo sanguíneo e a possibilidade de que se tenha transferência entre diferentes entidades, pode-se ter o controle do fluxo das bolsas de sangue e requisitar os tipos faltantes entre diferentes entidades.

## 2 Desenvolvimento do MER

### 2.1 Entidades envolvidas

#### 2.1.1 Pessoa

A entidade **Pessoa** é a representação mais geral do indivíduo vinculado ao sistema. Possui os atributos atômicos monovalorados: CPE (chave principal, simples)

RG, UF, nome e contato.

Também descritores da entidade, os atributos compostos são: Endereço (formado pelos atômicos Cidade, Bairro, Rua e Número), os Fatores de Sangue (Fator RH, Fator ABO e Fenotipagem, a qual é também um composto formado por Fator Ee, Fator Cc e Fator K).

A entidade **Pessoa**, valendo-se do recurso de generalização do MER-X, é um supertipo para os conjuntos de entidade subtipos **Profissional**, **Doador** e **Receptor**, os quais serão descritos em breve. Estas entidades possuem restrição total sobreposta, obrigando todos os registros de pessoas no banco de dados a recaírem sobre uma ou mais entidades subtipo.

Além disso, vale destacar que a entidade possui o atributo de critério (multivalorado) Vínculo e que todos seus outros atributos são herdados pelas respectivas especializações.

Cada uma das especializações desempenha funções específicas no contexto da doação e utilização do sangue. Dessa forma, Pessoa atua como base para centralizar informações de caráter pessoal, evitando redundâncias e garantindo a rastreabilidade das interações no sistema.

### 2.1.2 Doador

A entidade Doador é uma especialização da entidade Pessoa, representando o indivíduo que doa sangue. Ela herda todos os atributos de Pessoa, como o CPF, que é sua chave primária. Além disso, o Doador possui alguns atributos específicos do processo de doação, como data da última Doação e peso. Ambos são atributos atômicos monovalorados.

### 2.1.3 Receptor

A entidade Receptor é uma especialização da entidade Pessoa. Ela representa o indivíduo que recebe uma transfusão de sangue, herdando todos os atributos de Pessoa. No contexto de semântica, o Receptor participa de dois relacionamentos similares, o "Socorre" e "Solicita". Estes, descritos em profundidade a frente, tratam do recebimento de uma bolsa de sangue pelo receptor em uma Ambulância e em um Hospital, respectivamente.

A necessidade de diferenciação entre esses dois relacionamentos gira em torno principalmente da diferença semântica das entidades Ambulância e Hospital na nossa modelagem. Pragmaticamente, ambos são locais de transfusão sanguínea, mas a existência de atributos específicos para Ambulância justifica a necessidade da ramificação.

#### **2.1.4 Profissional**

A entidade Profissional é a última das especializações de Pessoa. Ela representa um indivíduo que trabalha no sistema de saúde. O CPF é a sua chave primária, herdado da entidade Pessoa.

A existência dessa entidade fundamenta-se na necessidade de rastrear o profissional responsável por cada uma das doações (e geração de bolsas de sangue), evidenciada no relacionamento da entidade com a agregação "Doação". Além disso, Profissional relaciona-se com o local de trabalho, com participação total. Vale destacar que no escopo do banco de dados, a preocupação é registrar os responsáveis pelas doações e seus locais de trabalho. Portanto, outros atributos do vínculo empregatício tangenciam nosso objetivo e devem ser tratados pelas tabelas de funcionários dos respectivos locais.

#### **2.1.5 Locais**

Locais é uma entidade supertipo para as entidades subtipos Hemonúcleo, Hospital e Ambulância. Esta abstração possui restrição total exclusiva, exigindo que cada um dos locais registrados recaia sobre apenas uma dos subtipos.

Possui os atributos CNPJ/Placa como chave primária (CNPJ para locais fixos e Placa para a ambulância), o composto endereço, capacidade, o inventário (um atributo multivalorado derivado, identifica a quantidade de bolsas de cada tipo, sendo atualizado a cada transferência, doação (para hemonúcleos), socorrimento (para ambulâncias) ou solicitação (para hospitais)). Além disso, está presente o atributo de critério Tipo.

#### **2.1.6 Ambulância**

A Entidade Ambulância foi descrita em nossa aplicação como um local onde serão usadas as bolsas de sangue, e, com isso, necessitam de um profissional que trabalha na ambulância, um receptor que é socorrido pela ambulância e por fim, a bolsa de sangue que é necessitada na operação de socorrimento do receptor, por essas entidades estarem relacionadas em 1º grau, temos o fácil acesso ao tipo sanguíneo do paciente, das bolsas de sangue disponíveis no local e do profissional que irá efetuar a operação. A ambulância possui como atributos o modelo e CRV, que descrevem qual veículo está sendo usado e seu respectivo Certificado de Registro do Veículo, e a sede onde esse veículo se localiza.

#### **2.1.7 Hemonúcleo**

Os hemonúcleos são os responsáveis pela extração do sangue do doador, eles são uma das entidades relacionadas na agregação "doação", uma vez que a doação ocorre nesse local. Além da entidade hemonúcleo temos os profissionais, os doadores e a

bolsa de sangue que estão ligadas na agregação "doação", fazendo com que seja necessário um profissional para realizar a operação de transfusão, um doador que irá doar o sangue, e a bolsa de sangue que será gerada nessa operação. Pode-se observar que a entidade hemonúcleo possui como característica a capacidade, permitindo que sejam datadas as entradas de bolsas de sangue e suas saídas ao ocorrerem as transferências entre diferentes locais, a mantendo como uma entidade importante na extração e movimentação das bolsas de sangue.

### **2.1.8 Hospital**

O Hospital é uma entidade que solicita uma bolsa de sangue para ser usada em um receptor, para realizar operações diversas, vale ressaltar que, tanto a fenotipagem do receptor quanto a da bolsa de sangue, são conhecidas pelo sistema, permitindo que não ocorra problemas na transfusão. Como o Hospital é descrito como um lugar ele possui também um inventário associado, onde se tem conhecimento da quantidade de bolsas de sangue no local, caso ela não esteja presente, ou caso tenham poucas, uma transferência pode ocorrer, permitindo que diferentes locais de uma mesma instituição se comuniquem para garantir o bom abastecimento do estabelecimento, somados a isso, tem-se que no local trabalham profissionais diversos.

### **2.1.9 Bolsa de sangue**

A Bolsa de Sangue é o foco central de nossa aplicação, ela é utilizada, gerada, necessitada, transferida e incluída em alguma entidade, dessa forma é importante que ela seja facilmente acessada por entidades diversas que venham a fazer seu uso. Inicialmente, a bolsa de sangue é gerada por um doador, do qual são herdados seus dados relacionados ao tipo sanguíneo, fator RH, ABO e o volume real de extração (o volume total de sangue coletado depende do peso do doador). Com isso, a bolsa pode ser incluída em um Hospital, que a solicita, ou requisitada por uma ambulância em caso de emergência, por fim, o nosso modelo permite que se tenha transferências internas entre as diferentes entidades da instituição, de forma que haja transferência entre hospitais, ambulâncias e os hemonúcleos.

## **2.2 Relacionamentos entre entidades**

Iremos abordar os relacionamentos do MER da esquerda para a direita em relação à imagem do MER em 1.

### **2.2.1 Trabalha**

O Relacionamento "Trabalha" conecta as entidades profissional e Local com cardinalidade N:1, indicando que um profissional pode trabalhar em apenas um local, mas que vários profissionais podem atuar em um mesmo local, impedindo a ocorrência de inconsistências, como uma mesma pessoa estar trabalhando em dois locais diferentes. Vale lembrar que, por conta de herança, o local de trabalho pode ser um hospital, uma ambulância ou um hemonúcleo.

### **2.2.2 Auxilia**

O relacionamento "Auxilia" conecta o conjunto entidade "Profissional" e o conjunto entidade agregada "Doação" em uma cardinalidade de 1:N, indicando que um profissional auxilia várias doações diferentes e uma doação precisa do auxílio de, pelo menos, um profissional.

### **2.2.3 Doa**

O relacionamento "Doa" conecta as entidades Doador e Hemonúcleo em uma cardinalidade de N:N, indicando que um mesmo doador pode doar para hemonúcleos distintos e um hemonúcleo pode receber doação de diversos doadores. Como podem haver doações envolvendo o mesmo doador e o mesmo hemonúcleo, mas em datas diferentes, tornou-se necessária a criação da entidade agregada doação, a qual tem chave de identificação explicada pela nota 1.

### **2.2.4 Gera**

O relacionamento "Gera" conecta o conjunto entidade agregada "Doação" ao conjunto entidade fraca "Bolsa de Sangue" com cardinalidade 1:N, uma vez que várias bolsas de sangue podem ser geradas de uma pessoa em uma determinada doação, dependendo de seu peso e saúde, como contempla a nota 2 permitindo que, por exemplo, uma bolsa e meia sejam geradas pela doação. Vale destacar que, ao ser gerada, a bolsa é dada como disponível e tem local atual correspondente ao hemocentro que compõe a agregação.

### **2.2.5 Envolve**

O relacionamento "Envolve" relaciona o conjunto entidade fraca "Bolsa de sangue" ao conjunto entidade agregada "Transferência" com cardinalidade N:N, isso significa que uma mesma bolsa de sangue pode ser envolvida por mais de uma transferência



e uma transferência pode envolver mais de uma bolsa de sangue, e pelo menos uma bolsa, ao mesmo tempo.

### **2.2.6 Inclui**

O relacionamento "inclui" relaciona o conjunto entidade fraca "Bolsa de sangue" ao conjunto entidade agregada "Solicitação" com cardinalidade N:1, o que nos diz que a bolsa de sangue é incluída em uma solicitação de um receptor apenas, mas que uma mesma solicitação pode incluir mais de uma bolsa de sangue, dependendo da gravidade em que o receptor se encontra.

### **2.2.7 Solicita**

O relacionamento Solicita conecta os conjuntos entidade "Receptor" e "Hospital" com cardinalidade N:N, à medida que um receptor pode solicitar bolsas de sangue de vários hospitais e um hospital pode receber solicitação de vários receptores.

### **2.2.8 Transfere**

O relacionamento "Transferência" relaciona o conjunto entidade "Local" ao próprio conjunto e com cardinalidade N:N, ou seja, um Local realiza diversas transferências para outros locais, e que ele recebe diversas transferências de locais diferentes. Como um mesmo local pode transferir para outro mesmo local diversas vezes, mas em instantes temporais diferentes, torna-se necessária a formação do conjunto entidade fraca "Transferência", cuja chave é atribuída conforme a nota 3.

### **2.2.9 Necessita**

O relacionamento "Necessita" relaciona o conjunto entidade fraca "Bolsa de sangue" e o conjunto entidade agregada "Socorrimento" com cardinalidade N:1, pois uma bolsa de sangue é necessitada e utilizada uma única vez e em um único socorrimento, mas um socorrimento pode necessitar de várias bolsas de sangue diferentes.

### **2.2.10 Socorre**

O relacionamento Socorre relaciona os conjuntos entidade "Receptor" e "Ambulância", com a necessidade da bolsa de sangue, com cardinalidade N:N, isso significa que um receptor registrado pode ser socorrido por diferentes ambulâncias (não exclusivamente por uma) e que uma ambulância pode socorrer vários receptores. Vale destacar que esta relação gera a entidade agregada "Socorrimento", já que um receptor pode ser socorrido pela mesma ambulância diversas vezes, mas em diferentes instantes temporais.

## 2.3 Funcionalidades a serem satisfeitas

Vale ressaltar que para o nosso sistema, dependendo de quem se cadastra nele, terá disponível diferentes funcionalidades e informações, impedindo que os dados sigilosos dos pacientes e doadores sejam acessados por qualquer pessoa, mantendo assim a privacidade dos envolvidos na transfusão.

### 2.3.1 Doador

- **Doação:** O sistema deve permitir que um doador registre uma nova doação em um hemonúcleo. O registro deve capturar a data da doação e o volume real de sangue coletado.
- **Atualização de informações:** O doador pode ter a data de sua última doação e peso atualizados.

### 2.3.2 Receptor

- **Recebimento de transfusões:** O sistema deve registrar o uso de uma ou mais bolsas de sangue para um receptor, seja por meio de uma solicitação hospitalar ou de um socorro de ambulância.
- **Consulta de histórico:** O receptor pode ter seu histórico de transfusões e de socorros registrado e consultado.

### 2.3.3 Profissional

- **Gerenciamento de doações:** Um profissional pode registrar novas doações, associando-as a um doador, um hemonúcleo e a si mesmo.
- **Registro de bolsas de sangue:** O profissional deve ser capaz de gerar novas bolsas de sangue a partir de uma doação, que vai herdar os dados do tipo sanguíneo do doador.
- **Transferência de bolsas de sangue:** O profissional pode iniciar e registrar a transferência de bolsas de sangue entre diferentes locais (hospitais, ambulâncias, hemonúcleos). A transferência deve incluir o ID do local de origem, ID do local de destino e a data.
- **Gerenciamento de solicitações e socorros:** Um profissional em um hospital pode registrar uma solicitação de bolsa de sangue para um receptor. Em uma ambulância, um profissional pode registrar o socorro a um receptor, o que pode envolver a utilização de bolsas de sangue.

#### 2.3.4 Hospital e Ambulância (Locais)

- **Solicitação de bolsas de sangue:** Um hospital pode registrar a solicitação de uma ou mais bolsas de sangue para um receptor, com o sistema verificando a compatibilidade sanguínea entre a bolsa e o receptor. A solicitação é identificada pelo CNPJ do hospital, CPF do receptor e data.
- **Socorro de emergência:** Uma ambulância pode registrar um evento de socorro, associando-o a um receptor e, se necessário, a bolsas de sangue utilizadas. O socorro é identificado pela placa da ambulância, CPF do receptor e data.
- **Busca por bolsas de sangue:** O sistema permite a busca por bolsas de sangue com base em seus atributos.
- **Controle de inventário:** O sistema mantém um inventário digital das bolsas de sangue para cada local (hospital, hemonúcleo, ambulância). Esse inventário deve ser atualizado automaticamente a cada doação, transferência ou utilização de uma bolsa.

#### 2.4 Restrições de Integridade

- **Possível inconsistência: discordância entre local de trabalho do profissional e o local da doação a qual ele auxilia**

A modelagem do banco não garante que o profissional que auxilia uma doação sempre trabalha no hemocentro no qual a doação está sendo realizada. Diante disso, torna-se necessário que a aplicação, vinculada à esse banco de dados, garanta o cumprimento dessa restrição.

- **Possível de inconsistência: solicitação ou socorrimento em locais nos quais a bolsa de sangue não está situada no momento**

Tal inconsistência é possível pois as bolsas de sangue podem ser transferidas de um local para outro antes mesmo de serem utilizadas por um receptor, contudo, tal problema pode ter seu caminho de resolução na própria modelagem do banco de dados. A resolução consiste na checagem do atributo "Local atual", assim como explicado na nota 4, a cada solicitação ou socorrimento, pois essa checagem garantirá que o local de onde está ocorrendo o socorrimento ou a solicitação da bolsa é o mesmo onde a mesma situa-se no momento.

- **Possível inconsistência: solicitação ou socorrimento incluindo ou necessitando, respectivamente, uma bolsa já usada**

Há a possibilidade dessa inconsistência pois as bolsas de sangue já incluídas em uma solicitação ou necessitadas por um socorrimento poderiam ser incluídas ou necessitadas novamente, fato o qual - na prática - é impossível e, consequentemente, deve ser evitado no banco de dados do sistema planejado. Nesse sentido, a resolução de tal inconsistência consiste na checagem do atributo "Disponível", o qual será verdadeiro desde o momento de geração da bolsa de sangue até o momento de uso da mesma em um socorrimento ou solicitação. Neste momento, será verificado se a bolsa está disponível e, caso esteja, o socorrimento/solicitação é efetivado, conforme à nota 11, tornando a bolsa de sangue indisponível, sem a necessidade de deletá-la do banco de dados.

- **Ciclo: Local -> Transferência**

Tal Ciclo se deve à relação transfere entre um local e outro, não podendo ser removido, já que tal remoção implicaria a exclusão da ação de transferência, impossibilitando o sistema de atender aos requisitos planejados. Assim, tal ciclo indica dependência, já que uma instância de local não pode realizar uma transferência para ela mesma. Ademais, outra dependência gerada é a necessidade de a bolsa de sangue estar situada no local de origem da transferência, para que a mesma seja efetivada. Portanto, ambas as dependências exigirão atualização e checagem recorrente do atributo "Local atual" da bolsa de sangue, para não gerarem inconsistências no sistema elaborado.

- **Ciclo: Hospital -> Solicitação -> Bolsa de Sangue -> Transferência**

O ciclo é proveniente do fato de uma bolsa de sangue poder ser transferida uma ou várias vezes, de um local para outros, antes de ser incluída na solicitação de um cliente. Com isso, tal ciclo indica dependência, já que não pode haver transferência de bolsas indisponíveis e, em toda solicitação, o sistema deve checar se o hospital de solicitação corresponde ao local atual da bolsa de sangue. Consequentemente, são necessárias atualizações recorrentes da disponibilidade e do local atual das bolsas de sangue, para garantir que tal ciclo não gerará inconsistências no sistema.

- **Ciclo: Ambulância -> Solicitação -> Bolsa de Sangue -> Transferência**

Tal ciclo origina-se do fato de uma bolsa de sangue poder ser transferida uma ou várias vezes, de um local para outros, antes de ser necessitada no socorrimento de um cliente. Com isso, tal ciclo indica dependência, já que não pode haver transferência de bolsas indisponíveis e, em todo socorrimento, o sistema deve checar se a ambulância corresponde ao local atual da bolsa de sangue. Portanto, também são necessárias atualizações recorrentes da disponibilidade e local atual das

bolsas de sangue, para garantir que ciclo não gerará inconsistências no sistema.

- **Ciclo: Hemonúcleo -> Doação -> Profissional**

O ciclo se deve ao fato de que o profissional a auxiliar uma doação também deve trabalhar no local onde a doação está sendo realizada, tornando incoerente a exclusão do ciclo. Com isso, tal ciclo indica dependência, já que o profissional, a auxiliar uma doação, deve trabalhar no mesmo hemocentro onde está o doador.

## 3 Modelo Entidade Relacionamento e Suas Notas

### 3.1 Notas do modelo

1. A agregação "Doação" possui chave composta por: CPF (do doador), CNPJ (do hemonúcleo) e DATA.
2. O volume total da bolsa de sangue é 450ml, mas o volume real doado depende do peso do doador.
3. A agregação "Transferência" possui chave composta por: ID do local de origem, ID do local destino e DATA.
4. O local atual, a priori, corresponde ao identificador do hemocentro no qual a bolsa de sangue foi gerada. Posteriormente, o local atual é alterado quando ocorre a transferência da bolsa de sangue de um local para outro, checando se o local de origem coincide com o atual local da bolsa de sangue. Por último, caso a transferência seja válida, o local de origem da bolsa corresponde ao local de destino da última transferência feita.
5. A identificação do local se dá pelo CNPJ (para local fixo) ou placa (para local móvel).
6. Ao receptor solicitar uma bolsa de um hospital ou ser socorrido por uma ambulância, é verificado se o local solicitado ou de socorrimento corresponde ao local atual da bolsa de sangue que está sendo repassada para o receptor. Caso esse requisito seja satisfeito, a bolsa perde disponibilidade, devido ao seu uso.
7. A agregação "Socorrimento" possui chave composta por: Placa da ambulância, CPF do receptor e DATA.
8. A agregação "Solicitação" possui chave composta por: CNPJ do hospital, CPF do receptor e DATA.

9. O atributo derivado e multivalorado "Inventário" da entidade "Local" contém as quantidades de bolsas de cada um dos possíveis tipos sanguíneos, sendo atualizado a cada vez que esse local recebe uma doação ou transferência, e a cada vez que o local recebe uma solicitação ou socorre um receptor.
10. O atributo derivado e multivalorado "Nro Bolsas" da entidade agregada "Transferência" possui a quantidade de bolsas de sangue, de cada um dos diferentes tipos sanguíneos, que estão envolvidas na transferência, sendo calculadas com base no relacionamento "Envolve" entre as transferências e as bolsas de sangue.
11. Solicitação, socorrimento e transferência de bolsas só ocorrem se estiverem disponíveis para uso, pendendo a disponibilidade após solicitação ou socorrimento.

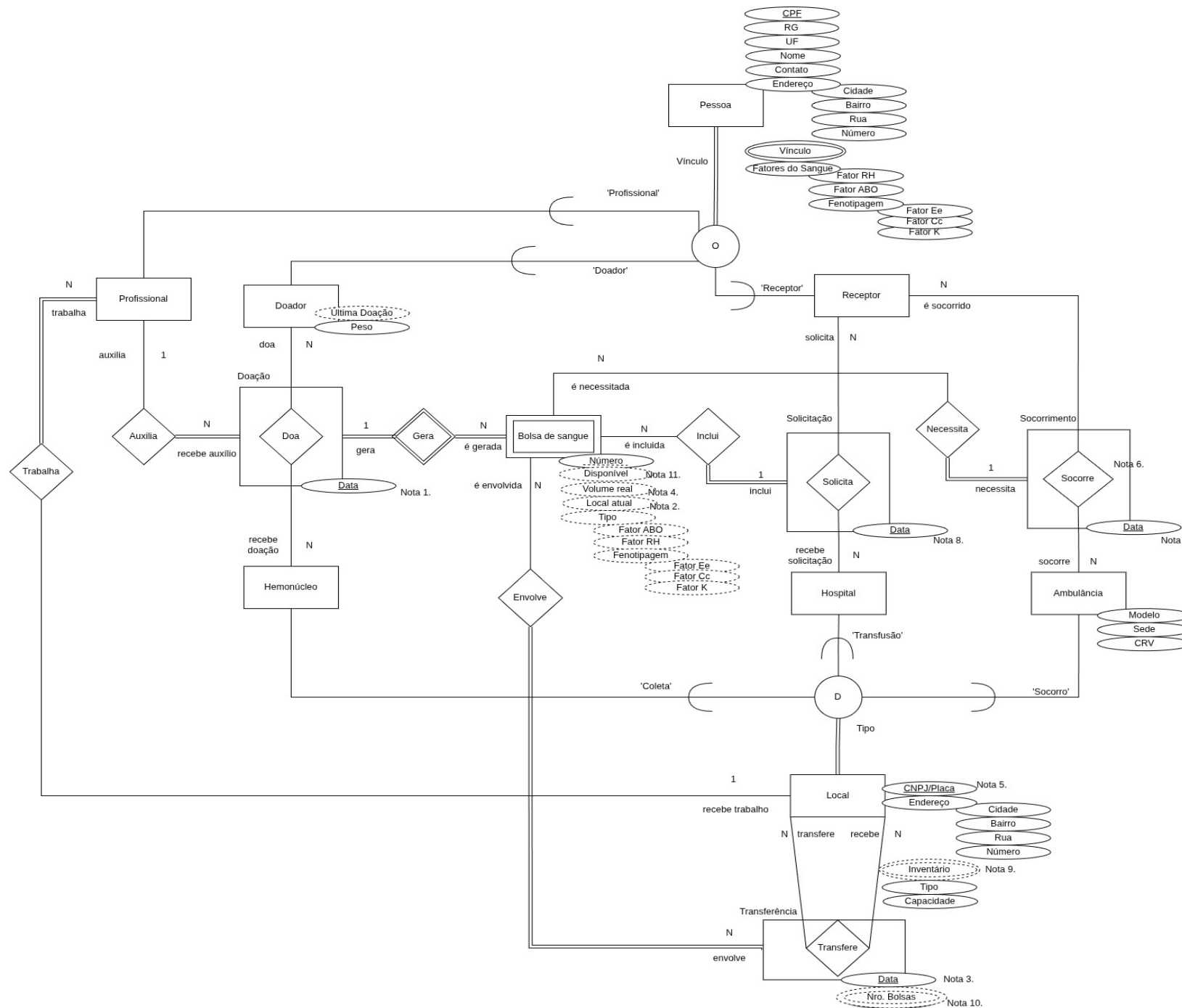


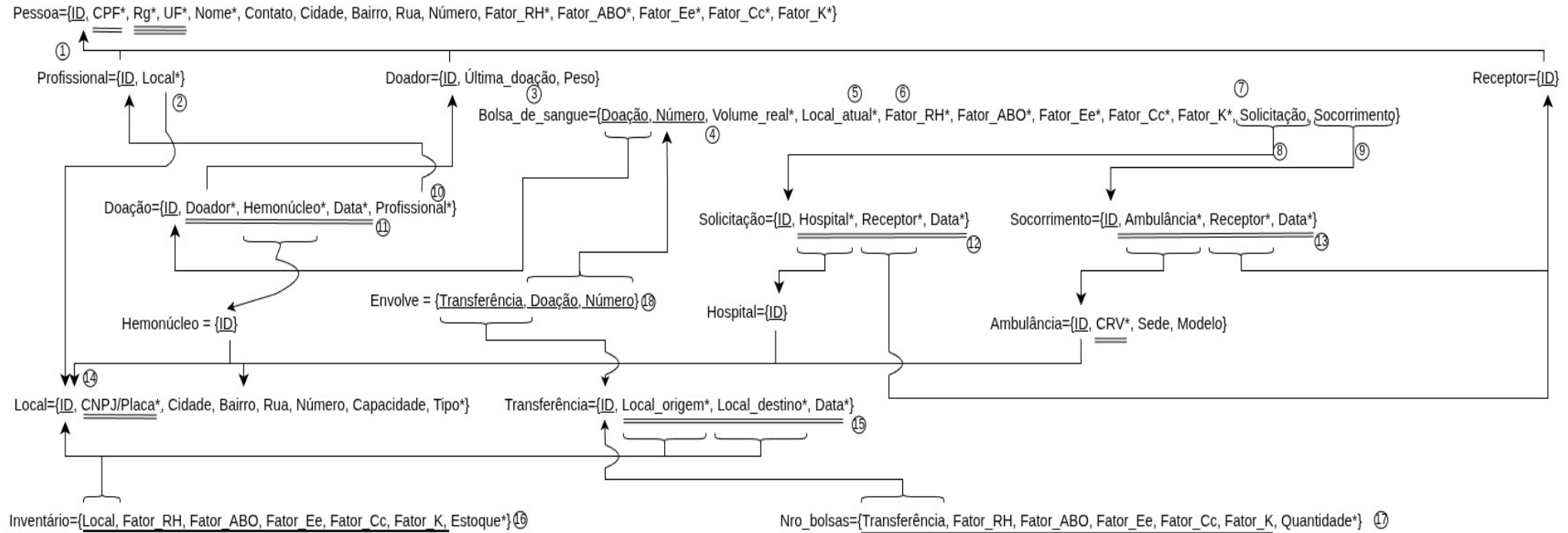
Figura 1: Imagem representativa do MER.

## 4 Mudanças da Parte 1

A Entidade Ambulância foi descrita em nossa aplicação como um local onde serão usadas as bolsas de sangue, e, com isso, necessitam de um profissional que trabalha na ambulância, um receptor que é socorrido pela ambulância e por fim, a bolsa de sangue que é necessitada na operação de socorrimento do receptor, por essas entidades estarem relacionadas em 1o grau, temos o fácil acesso ao tipo sanguíneo do paciente, das bolsas de sangue disponíveis no local e do profissional que irá efetuar a operação. A ambulância possui como atributos o modelo e CRV, que descrevem qual veículo está sendo usado e seu respectivo Certificado de Registro do Veículo, e a sede onde esse veículo se localiza.



## 5 Modelo Relacional



### Legenda

Os círculos numerados representam a sessão de explicação do mapeamento presente na documentação do modelo relacional

### Exemplo:

① Seção 6.1

Figura 2: Imagem representativa do Modelo Relacional.

## 6 Explicando Mapeamento para o Modelo Relacional

A seguir estão listadas as justificativas tomadas para a criação do modelo relacional a partir do modelo entidade-relacionamento desenvolvido no tópico anterior.

### 6.1 Especialização da entidade Pessoa

#### Solução Adotada

Para as entidades **Profissional**, **Doador** e **Receptor**, foram criadas tabelas específicas, possibilitando que cada uma possua seus próprios atributos e relacionamentos sem redundância ou conflito. Essa abordagem facilita o acesso às informações e o gerenciamento das relações entre diferentes entidades com menos acessos ao banco de dados.

Como todas as entidades herdam da entidade geral **Pessoa** atributos comuns, como nome e tipo sanguíneo, a solução adotada garante padronização e evita redundâncias. Assim, a criação de tabelas específicas para cada entidade é vantajosa devido à existência de relacionamentos distintos e à natureza dos dados de cada tipo de pessoa.

Além disso, como se trata de uma **especialização total**, é necessário assegurar que toda pessoa cadastrada pertença a pelo menos uma das entidades específicas (Profissional, Doador ou Receptor). Essa restrição, entretanto, não pode ser garantida apenas pelo modelo relacional (projeto lógico) e deve ser implementada na **camada de aplicação**, por meio de regras de negócio que controlem a inserção e o vínculo entre as tabelas.

#### Vantagem

Essa modelagem reduz a probabilidade de inconsistência ou perda de dados, além de evitar a repetição de informações gerais de pessoas em várias tabelas. Também proporciona melhor organização e economia de espaço, já que os atributos comuns são armazenados apenas uma vez na tabela Pessoa.

#### Desvantagem

A principal desvantagem é a necessidade de criação de uma tabela adicional (Pessoa), o que aumenta o número de relacionamentos e pode exigir mais junções em consultas, aumentando o custo das buscas que envolvam atributos gerais presentes nessa tabela. Além disso, ela não garante a disjunção e a especialização total entre a entidade pessoa e as especializações.

### **Solução Alternativa**

Uma solução alternativa seria eliminar a tabela Pessoa e incluir todos os atributos diretamente nas tabelas específicas (Profissional, Doador e Receptor). Entretanto, essa opção geraria redundância e dificultaria a manutenção, especialmente considerando que a entidade Pessoa possui diversos atributos gerais. Além disso, como as entidades específicas possuem relacionamentos próprios e características distintas, a separação em tabelas especializadas é mais vantajosa tanto conceitualmente quanto em termos de integridade dos dados.

## **6.2 Relacionamento N:1 entre Profissional e Local**

### **Solução Adotada**

Foi utilizado o atributo não nulo **Local** como referência para a chave primária da entidade Local, possibilitando que um profissional esteja registrado como trabalhador de apenas um local, contudo, possibilitando um local contar com o trabalho de diversos profissionais.

### **Vantagem**

A modelagem utilizada garante a existência do relacionamento N:1, além de garantir a totalidade de participação da entidade Profissional no relacionamento, devido ao fato de que o atributo Local da tabela Profissional é não nulo.

### **Desvantagem**

Tal caso de mapeamento não possui desvantagens, devido à totalidade de participação da entidade Profissional no relacionamento N:1 **Trabalha** com a entidade Local.

### **Solução alternativa**

Uma solução alternativa seria mapear o relacionamento Trabalha em uma tabela própria. Contudo, a totalidade de participação da entidade Profissional e o relacionamento com somente um Local deveriam ser, ambos, garantidos em aplicação, aumentando riscos de inconsistência e contradição com a regra de negócio, caso a aplicação não contenha todas as verificações corretas.

## 6.3 Mapeamento de atributo derivado Última Doação

### Solução Adotada

O atributo derivado **Última\_doação** foi mapeado diretamente na tabela **Doador** sem a necessidade de buscá-lo indiretamente na tabela **Doação**. Com isso, tal atributo precisa ser atualizado a cada doação realizada pelo doador, com a data da nova doação feita.

### Vantagem

Tal abordagem é vantajosa para a busca do atributo em um sistema com muitos doadores, os quais podem fazer várias doações em diferentes datas, já que o cálculo indireto dessa última doação, com junção das tabelas **Doador** e **Doação** e a posterior ordenação (por data) poderia, com o aumento da quantidade de dados, ter um elevado custo de processamento, o qual é evitado com a constante atualização do atributo a cada vez que uma doação realizada pelo doador é registrada no sistema.

### Desvantagem

Aumento do custo de inserção na tabela **Doação**, a qual implicará a atualização do atributo Última Doação referente à tupla da tabela **Doador** relacionada a essa doação. Além disso, há um aumento do espaço de armazenamento ocupado pela tabela **Doador**.

### Solução alternativa

Não mapear diretamente o atributo em questão e calculá-lo indiretamente através da ordenação da junção entre as tabelas **Doação** e **Doador**, possibilitando recuperar a data da última doação feita por um doador e diminuindo o custo de inserção na tabela. Contudo, tal solução não é viável no escopo de um sistema de doação de sangue no qual será verificada a última doação de um doador antes de permiti-lo realizar uma nova doação, já que a busca pelo atributo torna-se uma operação mais impactante no tempo de resposta do sistema, se comparada à inserção na tabela **Doação**.

## 6.4 Entidade fraca Bolsa de Sangue

### Solução Adotada

Bolsa de sangue é uma entidade fraca do atributo **Doação**. Foi mapeada no modelo relacional utilizando uma tabela extra (**Bolsa\_de\_sangue**) com chave primária composta pela chave estrangeira da tabela **Doação** e pela chave parcial **Número**.

### Vantagem

Esta escolha explicita a relação original do MER na tabela, com significado real, e não exige o uso de id's artificiais. Além disso, este método está em concordância com a LGPD pois a chave estrangeira Doação é um id artificial.

### Desvantagem

A desvantagem é que este mapeamento gera JOINS verbosos e poderia gerar chaves estrangeiras complexas, caso esta tabela estivesse sendo referenciada (o que não é o caso).

### Solução alternativa

A solução alternativa é o uso de id's artificiais na tabela de Bolsas de sangue. Esta opção vai de encontro com a teoria e exige duplicação de restrições nas tabelas. Além disso, pode gerar inconsistência. Quanto à segurança dos dados, id's artificiais realmente geram uma camada a mais de proteção no caso de vazamento de algumas tabelas específicas. Entretanto, esta tabela não é referenciada no modelo e, portanto, a melhor solução foi a não utilização de id's artificiais.

## 6.5 Mapeamento do atributo derivado Local Atual

### Solução Adotada

O atributo derivado **Local\_atual** foi mapeado diretamente na tabela **Bolsa\_de\_sangue**, sem a necessidade de buscá-lo indiretamente na tabela **Transferência**. Com isso, tal atributo precisa ser atualizado constantemente, a cada inserção na tabela Transferência, já que o local atual da bolsa de sangue passa a corresponder ao local de destino da transferência realizada.

### Vantagem

Com essa abordagem, a busca pelo atributo **Local\_atual** na tabela é otimizada, excluindo a necessidade de realizar a junção das tabelas Bolsa de Sangue e Transferência e a realização do posterior ordenamento (por data) da junção resultante.

### Desvantagem

Tal abordagem aumenta o custo da inserção na tabela **Transferência**, implicando em uma atualização, concomitante, das tuplas da tabela **Bolsa\_de\_sangue** que estão

relacionadas a essa transferência. Além disso, há um aumento no espaço de armazenamento ocupado pela tabela **Bolsa\_de\_sangue**.

### **Solução alternativa**

Outra alternativa é não mapear diretamente o atributo em questão e calculá-lo indiretamente através da ordenação da junção entre as tabelas **Bolsa\_de\_sangue** e **Transferência**, possibilitando recuperar a data da última transferência envolvendo essa bolsa de sangue e diminuindo o custo de inserção na tabela. Contudo, tal solução torna-se inviável no escopo do projeto, já que, a cada transferência, é necessário verificar se o atributo **Local\_atual** da bolsa de sangue envolvida corresponde ao atributo **Local\_origem** da tabela Transferência, para que a consistência de dados seja mantida no sistema. Dessa forma, toda inserção na tabela Transferência acarretará em uma busca do atributo **Local\_atual**, tornando a busca de tal atributo uma operação mais vantajosa de ser otimizada.

## **6.6 Mapeamento do atributo derivado composto Tipo**

### **Solução Adotada**

O atributo derivado composto **Tipo**, referente ao tipo sanguíneo da bolsa de sangue registrada no sistema, foi mapeado diretamente na tabela **Bolsa\_de\_sangue**, ao invés de ser recuperado através da junção das tabelas **Bolsa\_de\_sangue**, **Doação**, **Doador** e **Pessoa**. Com isso, tal atributo precisa ser atribuído no momento de inserção de tupla da tabela **Bolsa\_de\_sangue**, em concordância com o tipo sanguíneo do doador que realiza a doação que originou tal bolsa de sangue.

### **Vantagem**

Tal abordagem otimiza a operação de busca pelo atributo derivado em questão, já que evita que sejam realizados quatro processos de junção para acessar o tipo sanguíneo do doador associado à bolsa de sangue referente à tupla da tabela à qual o atributo pertence, processos que tornariam a busca pelo tipo sanguíneo muito custosa para o sistema.

### **Desvantagem**

Aumento do custo computacional de inserção na tabela **Bolsa\_de\_sangue**, já que será necessário realizar, durante a inserção, as quatro junções mencionadas para poder garantir a consistência das informações do tipo sanguíneo armazenado na bolsa de san-

gue. Também é aumentado o espaço ocupado pelas tuplas da tabela **Bolsa\_de\_sangue**, devido à grande quantidade de subatributos que compõem o atributo derivado "Tipo".

### **Solução alternativa**

Outra solução seria não mapear diretamente o atributo derivado e composto **Tipo** e obtê-lo, sempre que necessário, através da junção das tabelas **Bolsa\_de\_sangue**, **Doação**, **Doador** e **Pessoa**. Contudo, dentro do escopo do projeto, tal alternativa mostra-se inviável devido ao fato de que a busca por esse atributo será necessária em várias funcionalidades, como: atualização do inventário de cada local a cada transferência, já que haverá o registro do estoque disponível para cada tipo sanguíneo; socorrimento/solicitação de bolsa de sangue, já que, para criação dessas agregações, é necessário verificar se o tipo sanguíneo das bolsas de sangue necessitadas/incluídas correspondem ao tipo sanguíneo do receptor.

Diante disso, torna-se evidente o fato de que a otimização da velocidade de busca pelo atributo derivado e composto **Tipo** é mais impactante na velocidade do sistema em comparação com a otimização da velocidade de inserção na tabela **Bolsa\_de\_sangue**.

## **6.7 Mapeamento do atributo derivado Disponível**

### **Solução Adotada**

Durante o mapeamento, foi optado por obter o valor do atributo derivado **Disponível** da entidade "Bolsa de Sangue" de maneira indireta. Nesse sentido, o valor do atributo pode ser obtido trivialmente através da verificação das chaves estrangeiras **Socorrimento** e **Solicitação** da tabela **Bolsa\_de\_sangue**, ou seja, caso ambos os campos estejam nulos, a bolsa de sangue ainda não foi utilizada e, portanto, a bolsa de sangue registrada por essa tupla está disponível (atributo derivado com valor verdadeiro). Por outro lado, caso um desses campos seja diferente de nulo, a bolsa de sangue está indisponível para uso (atributo derivado com valor falso). Vale observar que os campos **Socorrimento** e **Solicitação** são referências para as tabelas de mesmos nomes.

### **Vantagem**

Presença de um campo a menos na tabela **Bolsa\_de\_sangue**, diminuindo o espaço ocupado pelas suas tuplas. Outrossim, há também diminuição do custo de inserção nas tabelas **Socorrimento** e **Solicitação**, que exigiriam a atualização do atributo "Disponível" dentro das tuplas de **Bolsa\_de\_sangue** caso fossem envolvidas nos relacionamentos "Necessita" ou "Inclui", respectivamente.

### Desvantagem

Necessidade de verificação de dois campos, ao invés de somente um campo, durante a busca pela disponibilidade de uma bolsa de sangue

### Solução alternativa

Mapear diretamente o atributo derivado **Disponível** e o atualizar sempre que houver a utilização da bolsa de sangue referente à tupla da tabela **Bolsa\_de\_sangue**.

## 6.8 Relacionamento N:1 entre Bolsa de Sangue e Solicitação

### Solução Adotada

O relacionamento N:1 entre as entidades **Bolsa\_de\_sangue** e **Solicitação** foi representado por meio de uma chave estrangeira na tabela **Bolsa\_de\_sangue** que referencia a tabela **Solicitação**. Dessa forma, cada bolsa pode estar associada a, no máximo, uma solicitação, mantendo a correspondência direta e simplificando o controle da disponibilidade da bolsa.

### Vantagem

A presença da chave estrangeira em **Bolsa\_de\_sangue** elimina a necessidade de criar uma tabela intermediária para o relacionamento, reduzindo o custo de junções e mantendo a consistência do modelo.

### Desvantagem

A inserção de uma solicitação implica atualização imediata do campo referente na tabela **Bolsa\_de\_sangue**, o que aumenta o custo de inserção e exige controle de integridade para evitar associação de bolsas indisponíveis. Por fim, outra desvantagem é a garantia da participação total da entidade **Solicitação** no relacionamento **Inclui**, a qual deve ser garantida em aplicação.

### Solução alternativa

Modelar o relacionamento **Inclui** como uma tabela própria, contendo as chaves estrangeiras de **Bolsa\_de\_sangue** e **Solicitação**. Essa abordagem aumentaria a rastreabilidade das relações, mas adicionaria complexidade desnecessária ao modelo e uma maior quantidade de verificações que deveriam ser garantidas em aplicação.



## 6.9 Relacionamento N:1 entre Bolsa de Sangue e Socorrimento

### Solução Adotada

O relacionamento N:1 entre **Bolsa\_de\_sangue** e **Socorrimento** foi mapeado de forma análoga ao caso anterior, adicionando na tabela **Bolsa\_de\_sangue** uma chave estrangeira que referencia **Socorrimento**. Assim, cada bolsa pode estar vinculada a apenas um socorrimento, refletindo seu uso único e não se tem uma **Bolsa\_de\_sangue** com vínculo simultâneo em **Socorrimento** e **Solicitação**.

### Vantagem

A inclusão da chave estrangeira na tabela **Bolsa\_de\_sangue** simplifica o modelo relacional e permite obter, de forma direta, informações sobre o uso da bolsa sem a necessidade de junções adicionais.

### Desvantagem

A solução aumenta o custo de atualização, pois, ao registrar um socorrimento, é necessário atualizar a tupla correspondente em **Bolsa\_de\_sangue**. Além disso, é preciso garantir a integridade quanto à disponibilidade da bolsa no momento do uso. Por fim, outra desvantagem é a garantia da participação total da entidade **Socorrimento** no relacionamento **Necessita**, a qual deve ser garantida em aplicação.

### Solução alternativa

A criação de uma tabela associativa para o relacionamento **Necessita** poderia permitir o registro de múltiplas bolsas por socorrimento com maior controle histórico, porém não é necessária, além de exigir mais verificações de integridade e concordância com a regra de negócio que só poderiam ser garantidas pela aplicação.

## 6.10 Relacionamento N:1 entre Doação e Profissional

### Solução Adotada

O relacionamento N:1 entre **Doação** e **Profissional** foi mapeado com a inserção de uma chave estrangeira **Profissional** não nula na tabela **Doação**, referenciando o identificador único (ID) da tabela **Profissional**. Assim, cada doação é associada a um único profissional, mantendo a cardinalidade e permitindo consultas diretas.

### **Vantagem**

Essa estrutura reduz o custo de junções e simplifica o acesso às informações de responsabilidade técnica em cada doação, mantendo o modelo consistente com o relacionamento N:1. Outrossim, o fato de a chave estrangeira Profissional ser não nula garante a totalidade de participação da entidade Doação no relacionamento em questão.

### **Desvantagem**

O modelo depende da consistência entre o local de trabalho do profissional e o hemonúcleo registrado na doação, exigindo validação externa à base de dados que deve ser garantida em aplicação.

### **Solução alternativa**

A criação de uma tabela separada para o relacionamento Auxilia permitiria maior flexibilidade, porém traria sobrecarga desnecessária, visto que cada doação envolve, obrigatoriamente, um profissional.

## **6.11 Agregação para criação da entidade Doação**

### **Solução Adotada**

A agregação Doação foi mapeada como uma tabela própria com um ID artificial como chave primária. Além disso, foram consideradas as chaves estrangeiras **Doador** e **Hemonúcleo** (referenciando chaves primárias das tabelas de mesmo nome), juntamente com o atributo **Data**, preservando a unicidade lógica. Essa estrutura permite que Bolsa\_de\_sangue referencie Doação diretamente pelo ID.

### **Vantagem**

A introdução do identificador artificial reduz o tamanho das chaves estrangeiras nas tabelas dependentes e melhora o desempenho das junções, mantendo a integridade referencial entre Doação e as demais entidades. Além disso, a manutenção da chave composta como secundária garante a rastreabilidade das ocorrências, sem comprometer a eficiência das operações no banco.

### **Desvantagem**

A utilização de um ID artificial implica em leve aumento no espaço de armazenamento.

## Solução alternativa

Uma alternativa seria adotar apenas a chave composta (Doador, Hemonúcleo, Data) como chave primária, eliminando o ID artificial. Contudo, essa abordagem aumentaria o custo das junções e o tamanho das chaves estrangeiras em tabelas dependentes, tornando as consultas menos eficientes em um sistema com alto volume de dados.

## 6.12 Agregação para criação da entidade Solicitação

### Solução Adotada

Para mapeamento da agregação, foi criada a tabela **Solicitação** foi adotada a utilização de um ID artificial como chave primária, enquanto o conjunto das chaves estrangeiras **Hospital**, **Receptor** em conjunto com o atributo Data formam uma chave secundária composta. Essa estrutura simplifica os relacionamentos e garante a unicidade lógica dos registros sem aumentar o tamanho das chaves estrangeiras.

### Vantagem

O fato de existir uma chave primária muito grande faz com que as chaves estrangeiras (que referenciam a tabela **Solicitação** também ocupem muito espaço no banco de dados. Assim, a utilização id artificial se torna vantajosa, além disso, a chave secundária preserva a integridade e evita duplicações de solicitações, preservando a unicidade lógica.

Além disso, por ser uma agregação originada de um relacionamento N por N, a solução de criar uma nova tabela para mapeamento da agregação, que também inclui o relacionamento **Solicita**, é a mais vantajosa, já que tal relacionamento não possui atributos próprios.

### Desvantagens

Embora o uso de um identificador artificial traga simplicidade estrutural e melhor desempenho em operações de junção, ele também apresenta algumas limitações. A principal delas é a perda de vínculo direto com a semântica dos dados, uma vez que o identificador numérico não possui significado no contexto do domínio. Assim, o controle de unicidade natural precisa ser feito manualmente por meio de restrições adicionais, o que pode aumentar a complexidade da modelagem lógica.

Outra desvantagem é que, ao introduzir um campo artificial, o banco passa a depender de mecanismos automáticos de geração de identificadores, o que implica em maior custo de gerenciamento e potencial aumento de sobrecarga em sistemas distribuídos. Além disso, durante operações de depuração ou auditoria, o ID não auxilia

na identificação imediata do registro, já que não reflete nenhuma característica real da solicitação.

### Solução alternativa

Como alternativa, é possível definir a chave primária composta utilizando diretamente os atributos **Hospital**, **Receptor** e **Data**. Nesse modelo, o próprio conjunto desses campos garante a unicidade de cada solicitação, dispensando a necessidade de um identificador artificial. Essa abordagem preserva a integridade lógica e semântica da entidade, pois os atributos utilizados na chave representam o significado real da relação entre hospital, receptor e data.

No entanto, essa solução aumenta o custo das operações de junção (JOIN) e o tamanho das chaves estrangeiras nas tabelas que referenciam *Solicitação*, já que cada referência precisa incluir os três atributos. Isso pode impactar o desempenho de consultas em bases de dados muito grandes.

Apesar disso, o uso de chave composta é conceitualmente mais fiel ao modelo conceitual e dispensa restrições adicionais de unicidade, tornando-se uma escolha adequada em sistemas onde a simplicidade conceitual e a integridade semântica são mais importantes que a performance dos JOINS.

## 6.13 Agregação para criação da entidade Socorrimento

### Solução Adotada

Seguindo a mesma lógica de **Solicitação**, foi criada a tabela **Socorrimento** para mapeamento da agregação em questão. Dessa forma, tal tabela possui ID artificial como chave primária e o conjunto **Ambulância**, **Receptor** e **Data** como chave secundária composta. Essa estrutura garante integridade e simplifica a associação de bolsas e atendimentos.

### Vantagem

O fato de existir uma chave primária muito grande faz com que as chaves estrangeiras (que referenciam a tabela **Socorrimento** também ocupem muito espaço no banco de dados. Assim, a utilização id artificial se torna vantajosa, além disso, a chave secundária preserva a integridade e evita duplicações de solicitações, preservando a unicidade lógica.

Ademais, por ser uma agregação originada de um relacionamento N por N, a solução de criar uma nova tabela para mapeamento da agregação, que também inclui o relacionamento **Socorre**, é a mais vantajosa, já que tal relacionamento não possui atributos próprios.

## Desvantagem

Como a chave primária é o ID, não há índice automático sobre (Placa, Data). Caso o sistema realize buscas frequentes por esses campos, se torna mais viável a criação de um índice secundário para evitar varreduras completas e melhorar o desempenho das consultas.

## Solução alternativa

Como alternativa, é possível definir a chave primária composta utilizando diretamente os atributos **Ambulância**, **Receptor** e **Data**. Nesse modelo, o próprio conjunto desses campos garante a unicidade de cada socorrimento, dispensando a necessidade de um identificador artificial. Essa abordagem preserva a integridade lógica e semântica da entidade, pois os atributos utilizados na chave representam o significado real da relação entre ambulância, receptor e data.

No entanto, essa solução aumenta o custo das operações de junção (JOIN) e o tamanho das chaves estrangeiras nas tabelas que referenciam *Socorrimento*, já que cada referência precisa incluir os três atributos. Isso pode impactar o desempenho de consultas em bases de dados muito grandes e no espaço ocupado pelas tabelas que possuem chaves estrangeiras para tabela *Socorrimento*.

Apesar disso, o uso de chave composta é conceitualmente mais fiel ao modelo conceitual e dispensa restrições adicionais de unicidade, tornando-se uma escolha adequada em sistemas onde a simplicidade conceitual e a integridade semântica são mais importantes que a performance dos JOINS.

## 6.14 Especialização da entidade Local

### Solução Adotada

A solução adotada para a especialização da entidade local, considerando que é uma generalização mutuamente exclusiva com especialização total, foi a criação da tabela **Local**, com os atributos da classe geral, em especial com a chave primária sendo um id artificial. As tabelas das classes específicas possuem como chave primária a chave estrangeira da classe generalizada.

Optamos por essa abordagem a fim de aumentar a segurança do banco e manter conformidade com LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados). Assim, as chaves estrangeiras carregam apenas id's genéricos descolados de significados reais.

### **Vantagem**

A vantagem é aumentar a segurança do banco de dados, pois o vazamento da tabela de Doações, por exemplo, não exporia nenhum dado crítico acerca de onde uma dada doação foi realizada.

### **Desvantagem**

As desvantagens desta postura é o uso de *id* artificiais e, principalmente, a não garantia de especialização total e disjunção das entidades derivadas.

### **Solução alternativa**

A solução alternativa seria o uso da chave CNPJ/Placa como chave primária, a qual armazenaria um desses dois atributos a depender da entidade derivada referente (tratado em aplicação). Como mencionado, isto aumenta a vulnerabilidade de dados críticos, e por isso não foi a solução escolhida.

## **6.15 Agregação para criação da entidade Transferência**

### **Solução Adotada**

A agregação **Transferência** foi mapeada no modelo relacional com a utilização de um *id* artificial como chave primária e os atributos identificadores como chaves secundárias. Vale relembrar que a agregação era identificada, no MER, pelos identificadores dos locais de saída e chegada e pela data da transferência.

### **Vantagem**

A vantagem dessa solução é evidente quando notamos que transferência é uma chave estrangeira para a tabela **Nro\_bolsas**. Utilizar os atributos identificadores originais como chave primária composta tornaria esta referência longa demais.

### **Desvantagem**

As desvantagens são as mesmas observadas na utilização de *id*'s artificiais em qualquer situação, sendo estas: ocupação extra de espaço pelo novo atributo e descolamento do significado semântico real da chave, dificultando *debug* (em alguns casos).

### **Solução alternativa**

A solução alternativa seria utilizar o mapeamento teórico da agregação, valendo-se de uma chave primária composta pelos atributos identificadores da agregação no MER.

As intercorrências disto já foram apresentadas.

## 6.16 Mapeamento de atributo multivalorado Inventário

### Solução Adotada

O atributo multivalorado derivado **Inventário**, no MER, pertencente da entidade **Local**, foi mapeado utilizando uma tabela própria, cuja chave primária é composta pela chave estrangeira local e pelas chaves referentes aos fatores do sangue.

Além disso, a tabela possui a chave **Estoque**, referente à quantidade de bolsas de sangue identificadas por aqueles fatores e naquele local.

### Vantagem

A vantagem, em termos de utilização real, é a fácil realização de buscas no banco de dados sobre a quantidade de bolsas em um local, ou então o local onde encontram-se certos tipos de bolsa de sangue, visando transferências.

### Desvantagem

A desvantagem é a necessidade de criação e manutenção de uma tabela extra, cujos valores mudam com frequência por conta de ser um o mapeamento de um atributo derivado.

### Solução alternativa

O número de combinações de tipos de bolsas de sangue é limitado, portanto, seria possível adicionar as chaves que armazenariam o número de bolsas de sangue de cada tipo na tabela **Local**.

Entretanto, esta solução não apresenta grandes diferenças da solução escolhida, a não ser por um aumento desnecessário de espaço de armazenamento ocupado pela tabela **Local**.

Outra opção seria ainda calcular o inventário sob demanda, considerando as doações, transferências e transfusões. Este é um caminho ainda mais absurdo, visto que o cerne do sistema é auxiliar na distribuição e rastreamento das bolsas de sangue.

## 6.17 Mapeamento de atributo multivalorado Número de Bolsas

### Solução Adotada

O mapeamento do atributo multivalorado **Nro. Bolsas** da agregação **Transferência** segue a lógica de mapeamento do atributo inventário.

Já que a agregação foi mapeada com uma tabela própria, **Nro\_Bolsas** foi colocado no modelo relacional como uma tabela com chave primária composta pela chave estrangeira **Transferência** e pelos fatores de sangue, tal qual em **Inventário**.

Neste momento, evidencia-se a vantagem da utilização do id artificial em **Transferência**.

### **Vantagem**

A vantagem desta lógica e, por conseguinte, do mapeamento, é a possibilidade de relacionar com apenas uma transferência, diversos tipos de bolsas de sangue em diversas quantidades. Além disso, facilita a atualização da tabela inventário, a qual provém de um atributo derivado e deve ser atualizada a cada transferência ou transfusão.

### **Desvantagem**

A única desvantagem, inevitável, é a ocupação extra de espaço no banco de dados.

### **Solução alternativa**

O atributo multivalorado poderia, possivelmente, ser fundido na tabela de Transferências pelo mesmo argumento utilizado na primeira solução alternativa do Mapeamento do atributo **Inventário**.

Isto, no entanto, não faz sentido se considerarmos que uma transferência, em geral, estará atendendo à deficiência de um tipo de bolsa de sangue, ou seja, teríamos tuplas com vários valores nulos.

Além disso, não poderíamos garantir, em nível de relacional, que pelo menos uma das chaves, contendo a quantidade de bolsas de um certo tipo, fosse não nula (algo garantido na solução escolhida).

## **6.18 Mapeamento do conjunto relacionamento Envolve**

### **Solução Adotada**

Por se tratar de um relacionamento N:N entre os conjuntos entidade **Transferência** e **Bolsa de Sangue**, tal conjunto relacionamento foi mapeado na forma de uma tabela própria **Envolve**, cuja chave primária é formada pelas chaves estrangeiras referentes às chaves primárias das tabelas que mapeiam as entidades citadas.

### **Vantagem**

Tal abordagem garante o atendimento à cardinalidade e a consistência dos dados referentes às bolsas de sangue que são envolvidas em uma transferência de um local para



outro.

### **Desvantagem**

A participação total do conjunto entidade Transferência no relacionamento Envolve deve ser garantida em aplicação, não podendo ser garantida no modelo relacional após a criação da tabela utilizada para mapear o conjunto relacionamento abordado. Ademais, serão necessárias duas junções para que sejam consultados os detalhes de uma bolsa de sangue envolvida em uma transferência, aumentando o custo de busca de uma bolsa de sangue a partir da transferência que a envolveu.

### **Solução alternativa**

Por padrão, conjuntos relacionamento N:N tendem a ser mapeados através da criação de uma tabela adicional para tal relacionamento, o que é mais apropriado em termos de consistência dos atributos não primários em diferentes tuplas da tabela. Contudo, uma abordagem alternativa seria a criação de uma chave estrangeira não nula na tabela **Transferência** referenciando a tabela **Bolsa\_de\_sangue**, a qual, ao compor a chave primária, garantiria a participação total da entidade Transferência no relacionamento. Contudo, essa decisão facilitaria a inserção de dados inconsistentes em relação ao número de bolsas de uma transferência, principalmente em cenários nos quais transferências podem envolver muitas bolsas de sangue. Diante disso, a abordagem de criação de uma tabela própria para o relacionamento mostra-se como a mais apropriada.

## 7 Mudanças da Parte 2

Primeiramente, por problema de código LATEX, o texto explicando as mudanças da entrega 1 para a entrega 2 foi omitido. Contudo, tal texto se encontra presente agora na seção 4. Também foram realizadas mudanças acerca da justificativa do uso das soluções do modelo relacional, iniciando pelas desvantagens do mapeamento entre a entidade "pessoa" e suas especializações, onde não se pode ser garantida a disjunção e especialização total entre os dois, na sessão 6.1.

Além disso, explicamos com mais detalhes as Desvantagens do mapeamento da especialidade da entidade local na seção 6.14, onde as desvantagens da postura adotada são o uso de IDs artificiais e, principalmente, a não garantia de especialização total e disjunção das entidades derivadas.

Por fim, quanto a lógica do Modelo Relacional em si, foi adicionado o mapeamento da relação "Envolve", com explicação na seção 6.18. Ademais, foi adicionado o tratamento da unicidade do atributo "RG", por meio da adição do atributo "UF" (referente à unidade federativa de registro da pessoa) que, em conjunto, formam a chave terciária de "Pessoa". Vale destacar que a adição desse atributo também foi feita no modelo entidade relacionamento. Por fim, foi incluído na tabela "Ambulância" o atributo "Modelo", possibilitando a concordância entre os modelos relacional (MR) e entidade relacionamento (MER).