

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação  
Bacharelado em Ciências de Computação

---

**Projeto de Curso**  
**SCC0240 - Banco de Dados**  
**Prof. Dra. Cristina Dutra de Aguiar Ciferri**

---

**Parte II**

*Parte I Corrigida*  
*Mapeamento para Esquema Relacional e Normalização*

São Carlos, 12 de maio de 2010

---

Projeto Desenvolvido pelos Alunos:

Ubiratan F. Soares (5634292) - [ubiratan.f.soares@gmail.com](mailto:ubiratan.f.soares@gmail.com)

Leonardo B. Alves (5889522) - [leonardo.barbosa.alves@gmail.com](mailto:leonardo.barbosa.alves@gmail.com)

## Índice

1.	Objetivos do Projeto .....	3
2.	Especificação do Problema e Considerações para a Modelagem .....	4
3.	Esquema Conceitual .....	5
(1)	Descrição das Entidades Fortes .....	5
(2)	Entidades Fracas .....	5
(3)	Agregações .....	6
(4)	Especializações .....	6
(5)	Descrição dos Relacionamentos .....	6
4.	Esquema Relacional .....	7
5.	Considerações sobre Normalização .....	9
6.	Referências .....	10

## Lista de Figuras

1.1	- Ciclo de Vida no Desenvolvimento de Sistemas .....	3
1.2	- Arquitetura Cliente/Servidor em Três Camadas .....	3
4.1	- Esquema Relacional .....	8

## Anexos

- (I) Esquema Conceitual

## I - Objetivos do Projeto

Este projeto tem por objetivo a construção de uma aplicação completa de Banco de Dados, envolvendo desde a compreensão do problema a ser resolvido até o desenvolvimento da interface do sistema para o usuário final. O intuito do grupo é desenvolver a aplicação em uma arquitetura cliente/servidor em três camadas, atentando em especial para o ciclo de vida que norteia o desenvolvimento de um Sistema de Banco de Dados, em conjunto com o desenvolvimento do software de aplicação [3][6] :

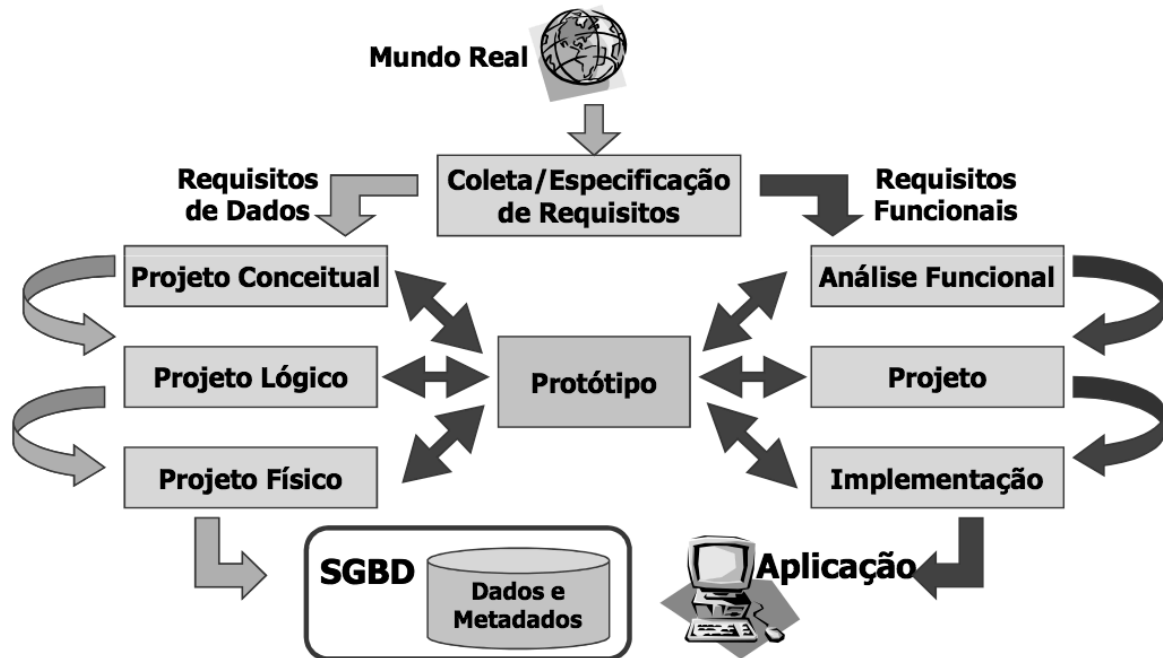


Figura I.1 - Ciclo de Vida em Desenvolvimento de Sistemas

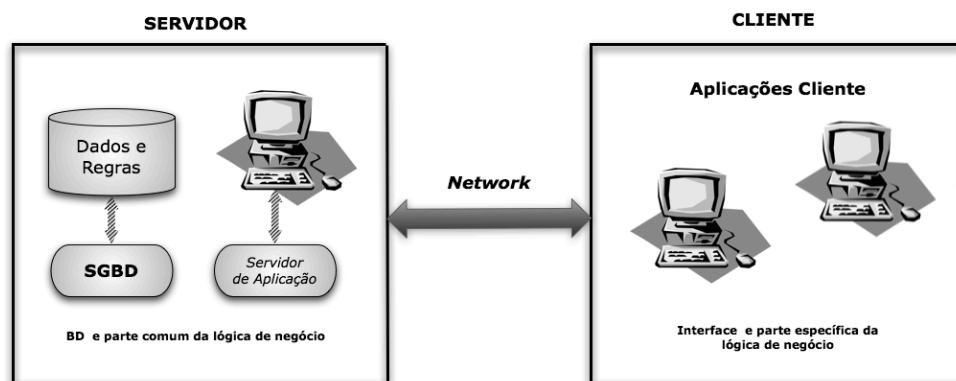


Figura I.2 - Arquitetura Cliente/Servidor em Três Camadas

## 2 - Especificação do Problema e Considerações para a Modelagem

Conforme proposta na especificação do projeto, esse trabalho consiste em desenvolver uma aplicação para armazenar e recuperar dados sobre o universo da Fórmula 1, competição automobilística esportiva bastante conhecida e apreciada entre os brasileiros.

O minimundo a ser modelado envolve equipes participantes do torneio e seus componentes e pilotos, o campeonato em si - formado por diversos “Grand Prix”, com suas corridas e treinos, dentre outras características. A descrição textual fornecida na especificação serve como norte para a tomada de decisões na modelagem do problema, em especial nos aspectos semânticos associados ao modelo conceitual a ser desenvolvido :

*“ Deseja-se criar um banco de dados que armazene dados sobre Fórmula 1. Para as equipes, deseja-se armazenar o seu identificador, nome completo, nome fantasia, data de fundação e número de títulos. Existem diversas pessoas que trabalham na equipe, cada qual com um CPF, um nome completo, um apelido e uma nacionalidade, tendo trabalhado na equipe desde uma data de início de contrato até uma data final de contrato. Essas pessoas podem ser de vários tipos, porém a aplicação está interessada em armazenar dados adicionais somente para pilotos, como ano de estreia na Fórmula 1, peso, altura e número de títulos obtidos, e para os componentes de equipe, como o cargo desempenhado e o ano de início no cargo.*

*Os pilotos podem disputar diversos campeonatos, acumulando, em cada um deles, um número de pontos e atingindo, dessa forma, uma determinada posição (i.e., primeiro lugar, segundo lugar, e assim sucessivamente). Cada campeonato acontece em um ano específico, e possui associado a ele dados como o total de Grandes Prêmios realizados e o número de pilotos inscritos. Cada Grande Prêmio se identifica por meio do campeonato e do país no qual ele é realizado. Outros dados a serem armazenados para o Grande Prêmio referem-se ao nome completo do mesmo (e.g., Grande Prêmio do Brasil) e ao autódromo aonde ele ocorre. Cada autódromo possui um código, um nome, a cidade na qual ele se localiza e um tamanho (i.e., comprimento). Além disso, cada Grande Prêmio é composto por uma série de eventos, sendo que cada evento acontece em um dia e em um mês específico. Para eventos do tipo treino, deseja-se saber também o tipo do treino e o tempo do treino e, para eventos do tipo corrida, deseja-se saber também o número de voltas. Outros dados a serem armazenados para cada treino são qual o melhor tempo de cada piloto naquele treino e qual a posição do piloto no grid de largada. Já outros dados a serem armazenados para corrida são o tempo gasto de cada piloto na corrida, o número de pontos que cada piloto obteve na corrida e a posição final do piloto na corrida.”*

As dúvidas oriundas da qualidade da descrição anterior foram sanadas diretamente a partir da observação do minimundo sendo modelado, em concomitância às necessidades da aplicação. Dessa forma, por exemplo, surge automaticamente a agregação “CONTRATO”, assim como a quantidade de títulos referentes às equipes deixa de ter uma semântica ambígua e é entendida como um atributo derivado, bem como não é necessária uma agregação “CAMPEONATO”, dentre outros aspectos que são discutidos à seguir.

### 3 - Esquema Conceitual

O modelo semântico empregado na confecção do esquema conceitual é o Modelo Entidade Relacionamento Extendido [3][5]. Em adição ao modelo proposto por Chen[3], o modelo adotado prevê maior arcabouço de ferramentas de modelagem, capazes de angariar mais semântica em relação aos dados sendo modelados. O diagrama desenvolvido referente ao esquema segue no **anexo I**.

#### (I) Descrição das Entidades Fortes

- **PESSOA** : modela uma pessoa envolvida internamente no contexto das equipes de Fórmula I. Conforme descrição, possui como atributos **nacionalidade**, **nome\_pessoa**, **apelido** e **CPF**, sendo esse designado como sua chave primária (embora seja de entendimento que nacionalidades que não a brasileira não possuam CPF, mas devem possuir um identificador similar). É superclasse das especializações “PILOTO” e “COMPONENTE”.
- **EQUIPE** : modela a equipe participante das temporadas de fórmula I. Conforme descrição, possui como atributos **nome\_equipe**, **nome\_fantasia**, **data\_fundação**, **qtd\_títulos** e **idequipe**, sendo esse designado como sua chave primária. O atributo “qtd\_títulos” é compreendido aqui como os títulos obtidos na disputa por equipes na competição. Tal título é obtido ao final da temporada, averiguando a soma dos pontos obtidos pelos pilotos associados à equipe ao longo do ano. Dessa forma, esse atributo não deve ser confundido com um eventual “número de campeonatos mundiais”, associados aos pilotos que obtiveram essa colocação defendendo a escuderia no passado. É notável também que esse é um atributo derivado das pontuações finais dos pilotos da equipe.
- **CAMPEONATO** : modela a competição em si. Possui como atributos **num\_inscritos**, **total\_gps** e **ano**, sendo esse sua chave primária, uma vez que cada campeonato ocorre anualmente ao longo de boa parte dos meses, originando o termo associado “temporada”. O atributo “num\_inscritos” refere-se aos pilotos participantes, e não às equipes.
- **AUTÓDROMO** : modela o circuito onde será disputada uma prova da Fórmula I. Possui como atributos **comprimento**, **nome\_aut**, **cidade** e **idautodrómo**, sendo esse sua chave primária. Possui participação total no relacionamento “recebe” com a entidade fraca “GRANPRIX”.

#### (II) Entidades Fracas

- **GRANPRIX** : modela uma etapa da competição, que ocorre em geral a cada quinzena. Possui como atributos **nomegp** e **país**, sendo esse sua chave parcial. É entidade fraca de “CAMPEONATO”.
- **EVENTO** : modela um dos possíveis eventos associados à cada etapa da competição. É entidade fraca de “GRANPRIX”, através do relacionamento identificador “acontece”. Tal opção de modelagem se deve ao entendimento do caso prático em que o cancelamento de um GRANPRIX leva ao cancelamento de todos os eventos associados. É superclasse das especializações “CORRIDA” e “TREINO”, e possui como atributos **mês** e **dia**, sendo esse sua chave parcial.

### (III) Agregações

- **CONTRATO** : a agregação contrato é associada ao relacionamento “trabalha”, que une as entidades “PESSOA” e “EQUIPE”. Possui como atributos **data\_início**, **data\_fim** e **idcontrato**, o qual é sua chave primária. Tal opção de modelagem foi adotada em função da semântica da relação “trabalha”, que possibilita que um pessoa pertença à equipes diferentes em períodos de tempo distintos.

### (II) Especializações

- **tipo pessoa** : especialização da superclasse “PESSOA”. É uma especialização disjunta, uma vez que a semântica das funções de componente de equipe e piloto são distintas e exclusivas. Não possui restrição de completude, no sentido de que podem haver pessoas na equipe que não sejam nem pilotos e nem componentes (por exemplo, diretor da escuderia). É descrita em suas subclasses a seguir:
  - (a) **COMPONENTE** : membro da equipe, exercendo uma função dentro de mesma. Possui a semântica da pessoa envolvida com o bom funcionamento da estratégia de corrida e dos veículos a serem conduzidos pelos pilotos. Possui como atributos **cargo** e **ano\_início**.
  - (b) **PILOTO** : personagem central dentro da Fórmula I, responsável por conduzir os veículos e obter pontuação, para si e para a equipe. Possui como atributos **ano\_estreia**, **peso**, **altura** e **num\_títulos**, sendo que esse último se refere somente a títulos de Fórmula I, e não de outros segmentos automobilísticos dos quais o piloto já tenha participado.
- **tipo evento** : especialização da entidade fraca “EVENTO”. É uma especialização disjunta, uma vez que as regras para treinos são completamente distintas das regras para corridas. Possui a restrição de completude[2] em relação à especialização, no sentido de que um evento de velocidade em um GP obrigatoriamente deve ser um treino ou uma corrida. Por ser uma especialização de uma entidade fraca, foi utilizada a notação com duplo tracejado nas subclasses (indicando que elas não são subclasses de uma superclasse entidade forte), sendo que essas são descritas a seguir:
  - (a) **CORRIDA** : evento de maior audiência do “GRANPRIX”, responsável por definir o vencedor da etapa. Possui como atributo **num\_voltas**.
  - (b) **TREINO** : evento responsável por encaminhar o preparo da corrida. Possui como atributos **tipo\_treino** e **tempo\_treino**.

### (V) Descrição dos Relacionamentos

- **trabalha** : relacionamento entre as entidades fortes “PESSOA” e “EQUIPE”. Dá origem a agregação “CONTRATO”, e possui **cardinalidade N:M**, indicando que equipes serão formada por várias pessoas.
- **disputa** : relacionamento entre as entidades fortes “PILOTO” e “CAMPEONATO”. Possui como atributos **num\_pontos** e **posição**, que serão ambos derivados da contabilização de pontos do pilotos ao longo das corridas. Possui **cardinalidade N:M**, no sentido de que vários pilotos disputam vários campeonatos ao longos dos anos.

- **forma** : relacionamento entre as entidades fortes “CAMPEONATO” e “GRANPRIX”. Não apresenta atributos na modelagem, e detém **cardinalidade 1:N**, indicando que um campeonato será formado por vários GP’s.
- **recebe** : relacionamento entre as entidades fortes “GRANPRIX” e “AUTÓDROMO”. Não apresenta atributos na modelagem, e detém **cardinalidade N:M**, indicando que vários autódromos podem receber GP’s distintos, bem como os GP’s podem variar de circuito no mesmo país ao longo dos anos.
- **treina** : relacionamento entre a entidade forte “PILOTO” e a especialização “TREINO”. Possui **cardinalidade N:M**, indicando que vários pilotos irão participar de vários treinos a cada GP. Possui como atributos **melhor\_tempo** e **pos\_grid**.
- **corre** : relacionamento entre a entidade forte “PILOTO” e a especialização “CORRIDA”. Possui **cardinalidade N:M**, indicando que vários pilotos irão participar de várias corridas ao longo da temporada. Possui como atributos **tempo\_gasto**, **pos\_final** e **ptos\_ganhos**. Entende-se pela semântica da aplicação que “ptos\_ganhos” é derivado de “pos\_final” segundo as regras vigentes da Fórmula 1. Contudo, “pos\_final” não é derivado de “tempo\_gasto”, uma vez que ocorre na prática com frequência o abandono de provas por parte dos pilotos. Nesse caso, os pilotos acabam por não pontuar, e o tempo de prova é certamente inferior ao do primeiro colocado, o que geraria uma inconsistência na semântica do atributo. Dessa forma, o abandono de prova será indicado com “tempo\_gasto” recebendo algum valor especial (por exemplo, NULL), e tal situação será gerenciada para manter a consistência do sistema com o auxílio da programação.
- **acontece** : relacionamento identificador entre a entidade forte “GRANPRIX” e a entidade fraca “EVENTO”. Possui **cardinalidade 1:N**, indicando que vários eventos acontecem a cada GP.

## 4 - Mapeamento para Esquema Relacional

Uma vez de posse do modelo conceitual, o mapeamento para o esquema relacional, que define como serão as relações - ou tabelas - a serem implementadas no SGBD é feito segundo as considerações de [2],[4] e [5].

Ao todo, o modelo conceitual foi mapeado em 15 relações, considerando a conversão de relacionamento tipo N:M em relações, mapeamento das entidades fracas, restrições de participação, dentre outros. O esquema relacional final é colocado a seguir.

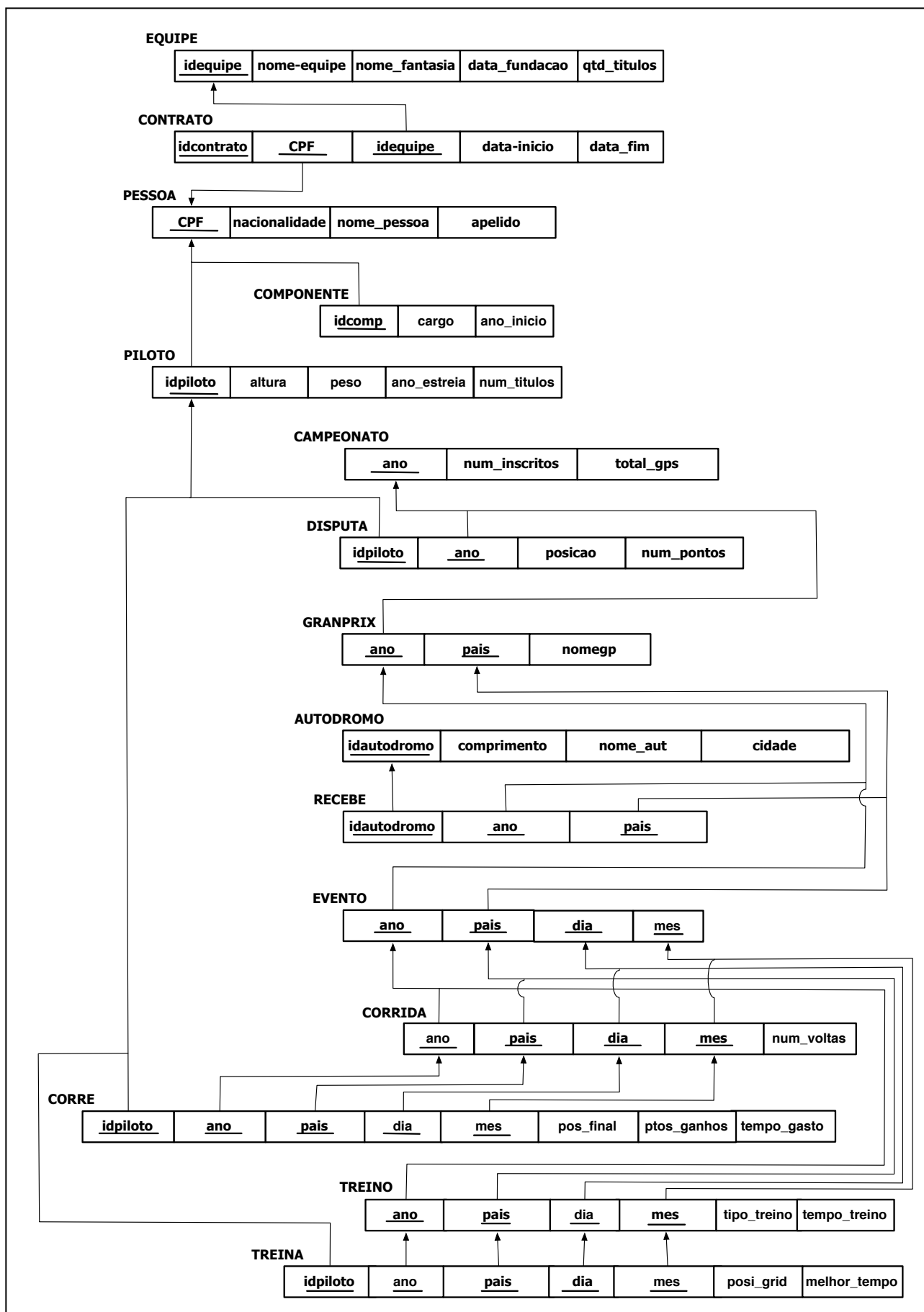


Figura 4.1 - Esquema Relacional



## 5 - Considerações sobre Normalização

O esquema relacional mapeado já apresenta todas as suas relações na terceira forma normal (3FN).

De fato, todas as relações se encontram na primeira forma normal (1FN) pois em nenhuma delas há grupos de repetição internos à relação. Além disso, todas as relações se encontram também na segunda forma normal (2FN) pois, para cada uma delas, a chave primária determina funcionalmente os demais atributos da relação, conforme as dependências funcionais identificadas e colocadas a seguir:

- **idequipe** → *nome\_equipe, nome\_fantasia, data\_fundacao, qtd\_titulos*
- **idcontrato, CPF, idequipe** → *data\_inicio, data\_fim*
- **CPF** → *nacionalidade, nome\_pessoa, apelido*
- **idcomp** → *cargo, ano\_inicio*
- **idpiloto** → *altura, peso, ano\_estreia, num\_titulos*
- **ano** → *num\_inscritos, total\_gps*
- **idpiloto, ano** → *posicao, num\_pontos*
- **ano, pais** → *nomegp*
- **idautodromo** → *comprimento, nome\_aut, cidade*
- **pais, ano, mes, dia** → *num\_voltas, tipo\_treino, tempo\_treino*
- **idpiloto, pais, ano, dia, mes** → *pos\_grid, melhor\_tempo, pos\_final, ptos\_ganhos, tempo\_gasto*

Essas dependências funcionais, por fim, acabam por determinar que as relações mapeadas também se encontram na 3FN, uma vez que em nenhuma relação existem atributos não-chave que possuem dependências de outros atributos não-chave, ou seja, em nenhuma delas existe quaisquer dependências transitivas.

Dessa forma, a corretude do modelo conceitual determina um esquema relacional corretamente normalizado, em condições de atender os requisitos do problema de maneira consistente e eficiente no tocante à implementação e instanciação das relações no SGBD.

## 6 - Referências

1. CIFERRI, C. D. A. ; Notas de Aulas - “*Introdução*”, “*Modelo ER*”, “*Modelo ER Extendido*”, referentes à disciplina de Banco de Dados, ICMC, USP, São Carlos, 2010.
2. CIFERRI, C. D. A.; Notas de Aulas - “*Mapeamento*”, “*Dependências Funcionais*”, referentes à disciplina de Banco de Dados, ICMC, USP, São Carlos, 2010.
3. DeSOUZA, E. P. M.; Notas de Aulas - “*Introdução aos Sistemas BD*”, “*MER Parte 1*”, “*MER Parte 2*”, “*Agregação*”, “*Especialização*”, referentes à disciplina de Banco de Dados, ICMC, USP, São Carlos, 2009.
4. DeSOUZA, E. P. M.; Notas de Aulas - “*Mapeamento MER - Relacional I e II*”, “*Normalização Parte 1*”, “*Normalização Parte 2*”, referentes à disciplina de Banco de Dados, ICMC, USP, São Carlos, 2009.
5. ELMASRI, R. ; NAVATHE, S. B. - “*Sistemas de Banco de Dados*”. Addison Wesley, 4aEdição.
6. SILBERSCHATZ, A. et al. - “*Sistemas de Banco de Dados*”. MCGrow-Hill, 3a Edição.