

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E
COMUNICAÇÃO APLICADAS À SEGURANÇA PÚBLICA E DIREITOS
HUMANOS

RONNIE CARLOS TAVARES NUNES

**UM MODELO DE DADOS VOLTADO AO TREINAMENTO E
FORMAÇÃO POLICIAL**

ARARANGUÁ, 26 DE MAIO DE 2017

RONNIE CARLOS TAVARES NUNES

UM MODELO DE DADOS VOLTADO AO TREINAMENTO E FORMAÇÃO
POLICIAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Especialista em Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Segurança Pública e Direitos Humanos, sob a orientação do Professor Dr. Alexandre Leopoldo Gonçalves.

Araranguá, 2017

RONNIE CARLOS TAVARES NUNES

**UM MODELO DE DADOS VOLTADO AO TREINAMENTO E FORMAÇÃO
POLICIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Especialista em Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Segurança Pública e Direitos Humanos.

Prof. Alexandre Leopoldo Gonçalves, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Marta Adriana Da Silva Cristiano, Msc
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Priscila Cadorin Nicolete, Mtic
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, 26 de maio de 2017

Este trabalho é dedicado à minha família, que sempre me apoia nas decisões relativas à capacitação pessoal e tolera minhas ausências com paciência e entendimento. Obrigado a Patrícia, Thallyta e Thierry.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por proporcionar a oportunidade e saúde necessárias para a realização desta Pós-Graduação. À Polícia Rodoviária Federal, pela disponibilização dos meios e o suporte necessários para a frequência no curso. Aos docentes da Universidade Federal de Santa Catarina que apoiaram, transmitiram conhecimentos e empenharam esforços para que esta especialização fosse realizada no campus Araranguá, ministrando conteúdos para servidores policiais de diferentes esferas da Administração Pública e localidades diversas. Agradeço ao Professor Dr. Alexandre Leopoldo Gonçalves, que orientou a realização da monografia com profissionalismo, disposição e paciência, sem o qual este trabalho não seria possível. A minha família agradeço por entender que o processo de aprendizagem é um processo contínuo e necessário para o desenvolvimento pessoal e profissional, suportando minhas ausências durante os finais de semana de aula e durante minhas horas de estudo e desenvolvimento desta monografia.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção (Paulo Freire).

RESUMO

A formação e a capacitação são atividades fundamentais para a atuação dos profissionais de segurança pública dentro de limites definidos em lei e em conformidade com o esperado pela sociedade. Essas atividades necessitam ser estruturadas de acordo com o modelo pedagógico da instituição promotora da atividade. O presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de dados capaz de fornecer subsídios para o desenvolvimento de um banco de dados para informatizar as principais atividades de treinamento e capacitação da Academia Nacional da Polícia Rodoviária Federal - ANPRF. O trabalho contempla uma análise da literatura a respeito do tema de banco de dados relacional e a realização de uma pesquisa documental e bibliográfica, baseada no Curso de Formação Profissional de 2016. A partir dos dados coletados é realizada a proposta de um Modelo de Entidade Relacionamento capaz de abordar os aspectos relevantes de um evento de treinamento ou capacitação. São elencadas as principais entidades encontradas e seus relacionamentos, bem como o modelo lógico e físico resultante da proposta. Em seguida, são discutidos alguns aspectos relevantes a respeito da solução proposta, sua aplicabilidade, deficiências e necessidades de melhoria, com o objetivo de aprimorar a adequação do modelo à realidade proposta. Ao final, algumas sugestões de trabalhos futuros são elencadas, de forma que o modelo seja aprimorado e consiga evoluir no sentido de promover a gestão da atividade com eficiência, economia e efetividade.

Palavras-chave: Banco de Dados Relacional, Academia Nacional da PRF, Modelo de Dados, Capacitação Policial, Modelo Entidade Relacionamento.

ABSTRACT

Formation and training are fundamental activities for the performance of public safety professionals within the limits defined by law and in accordance with what is expected by the society. These activities need to be structured according to the pedagogical model of the institution that promotes the activity. The present work aims to propose a data model able to provide subsidies for the development of a database to computerize the main activities of training and qualification of the National Academy of Federal Highway Police - ANPRF. The work contemplates an analysis of the literature regarding relational databases and the accomplishment of a documentary and bibliographical research, based on the Professional Training Course of 2016. From the collected data is carried out the proposal of an Entity-Relationship Model capable of addressing the relevant aspects of a formation or training event. The main entities found and their relationships are listed, as well as the logical and physical model resulting from the proposal. Next, some relevant aspects regarding the proposed solution, its applicability, deficiencies and needs for improvement are discussed, with the objective of improving the adequacy of the model to the proposed reality. In the end, some suggestions for future work are listed, so that the model is improved and can evolve in order to promote the management of the activity with efficiency, economy and effectiveness.

Keywords: Relational Database, National Academic of Federal Highway Police, Data Model, Police Training, Entity-Relationship Model.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – As etapas para realização do trabalho.	22
Figura 2 – Receitas anuais (em bilhões de U\$).	28
Figura 3 – Diagrama de Venn.	29
Figura 4 – Alguns comandos de manipulação de dados.	31
Figura 5 – Alguns comandos de definição de dados.	31
Figura 6 – Exemplo de comandos de controle de dados.	32
Figura 7 – Notação Chen e a correspondente na notação MERISE.	34
Figura 8 – Notação de Peter Chen.	36
Figura 10 – Generalização / Especialização Total.	38
Figura 11 – Herança Múltipla.	38
Figura 12 – Graus de conectividade e atributos de um relacionamento.	40
Figura 13 – MER com dependências multivaloradas.	46
Figura 14 – Modelo de Entidade e Relacionamento proposto.	53
Figura 15 – Entidade Aluno.	54
Figura 16 – Entidade Ficha_Ocorrencia.	55
Figura 17 – Entidade Aluno_Aula.	55
Figura 18 – Entidade Aula.	56
Figura 19 – Entidade Instrutor_Turma.	56
Figura 21 – Entidade Instrutor_Disciplina.	57
Figura 23 – Entidade Plano_Aula.	59
Figura 24 – Entidade Disciplina_Evento.	59
Figura 25 – Entidade Material.	60
Figura 26 – Entidade Plano-Disciplina.	60
Figura 27 – Relatório de alunos matriculados em um evento – P1.	68
Figura 28 – Ocorrências frequentes - P2.	69

Figura 29 – Faltas nas aulas – P3.	70
Figura 30 – Relatório de horário das aulas do evento.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de uma estrutura tabular.	28
Tabela 2 – Representações Binárias versus Representações N-árias.	35
Tabela 3 – Cardinalidade e Participação versus Restrições (Min, Max).	35
Tabela 4 – Chave Estrangeira Modelada no nível do ERD.	35
Tabela 5 – Valores não atômicos.	41
Tabela 6 – Tabela com grupo repetitivo (Curso 1).	42
Tabela 7 – Relacionamento entre as tabelas Servidor e Cursos.	42
Tabela 8 – Tabela Servidor.	42
Tabela 9 – Tabela Curso.	43
Tabela 10 – Tabela Servidor_Curso.	43
Tabela 11 – Tabela de Categoria.	43
Tabela 12 – Servidor.	44
Tabela 13 – Tabela que implementa o relacionamento Ensino.	44
Tabela 14 – Relação Ensino após aplicação da FNBC.	45
Tabela 15 – Relação Leciona após aplicação da FNBC.	45
Tabela 16 – Tabela que implementa o relacionamento “Utilização”.	46
Tabela 17 – Perguntas de competência utilizadas para nortear o modelo.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Esquema de criação da tabela Instrutor.	61
Quadro 2: Esquema de criação da tabela Disciplina.	61
Quadro 3: Esquema de criação da tabela Evento.	62
Quadro 4: Esquema de criação da tabela Convocacao.	62
Quadro 6: Esquema de criação da tabela Aula.	64
Quadro 7: Esquema de criação da tabela Plano_de_Disciplina.	65
Quadro 8: Esquema de criação da tabela Plano_Aula.	65
Quadro 9: Consulta para geração do relatório referente à P1.	67
Quadro 10: Consulta para geração do relatório referente à P2.	69
Quadro 11: Consulta para geração do relatório referente à P3.	70
Quadro 12: Consulta para geração do relatório referente à P4.	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PRF -Polícia Rodoviária Federal
ANPRF - Academia Nacional da Polícia Rodoviária Federal
DCL - *Data Control Language* (Linguagem de Controle de Dados)
DDL - *Data Definition Language* (Linguagem de Definição de Dados)
DER - Diagrama Entidade e Relacionamento
ERD -*Entity and Relationship Diagram*
DML - *Data Manipulation Language* (Linguagem de Manipulação de Dados)
FN - Forma Normal
IBM - *International Business Machines*
MER - Modelo de Entidade-Relacionamento
NoSQL - *Not only SQL*
SEQUEL - *Structured English Query Language*
SGBD - Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados
SQL - *Structured Query Language*
CODASYL - *Conference on Data Systems Language*
DBTG - *Data Base Task Group*
OLAP - *On Line Analytical Processing*
OLTP - *On Line Transaction Processing*
SDL - Laboratório de Desenvolvimento de Sistemas
RSI - *Relational System Inc.*
DEC - *Digital Equipment Corporation*
DBMS - *Database Management System*
RDBMS - *RelationalDatabase Management System*
ANSI - *American National Standards Institute*
ISO - *International Organization for Standardization*
ACID - Atomicidade, Consistência, Isolação e Durabilidade
CASE - *Computer Aided Software Engineering*
NIST -*National Institute of Standards and Technology*
FNBC -Forma Normal deBoyce-Codd
1FN - Primeira Forma Normal
2FN - Segunda Forma Normal
3FN - Terceira Forma Normal
FNPJ - Forma Normal de Junção de Projeção
FNCD - Forma Normal de Chave de Domínio
ODBC - *Open Database Connectivity*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	17
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 QUESTÃO DE PESQUISA	19
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivo Geral.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos	20
1.5 METODOLOGIA DO TRABALHO	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 HISTÓRIA DOS BANCOS DE DADOS RELACIONAIS.....	24
2.2 CONCEITO DE BANCO DE DADOS RELACIONAL	28
2.3 A LINGUAGEM SQL.....	30
2.4 NoSQL e NewSQL	32
2.5 BANCO DE DADOS RELACIONAL – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	33
2.6 NORMALIZAÇÃO	40
2.7 A PRIMEIRA FORMA NORMAL.....	41
2.8 A SEGUNDA FORMA NORMAL.....	42
2.9 TERCEIRA FORMA NORMAL	43
2.10 FORMA NORMAL DE BOYCE-CODD	44
2.11 QUARTA FORMA NORMAL	45
2.12 QUINTA FORMA NORMAL.....	47
3 MODELO PROPOSTO.....	49
3.1 INTRODUÇÃO	49
3.2 MODELAGEM CONCEITUAL E LÓGICA	50
3.3 PROJETO FÍSICO.....	60
3.4 ESQUEMA FÍSICO	61
4 DISCUSSÃO E EXEMPLOS DE CONSULTAS.....	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5.1 TRABALHOS FUTUROS	74
6 REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

A conceituação de segurança pública, segundo Bengochea (2004), é de um processo sistêmico e otimizado, que visa a proteção da coletividade e aplicação da justiça, na medida em que se preocupa em punir, recuperar e tratar quem se desvia das normas legais. Indica que o ser humano abriu mão de sua liberdade individual plena, em detrimento da liberdade limitada pela vontade da coletividade, estabelecida através de instrumentos próprios.

Rodrigues (2009) define a segurança pública como a prevenção, a minimização, o controle de riscos, perigos e ameaças, com ou sem violência, que podem atingir os direitos, bens e liberdades das pessoas a fim de possibilitar uma convivência harmoniosa em sociedade para a promoção do desenvolvimento pessoal e coletivo.

No mundo, cada país tem sua peculiaridade com relação ao tipo de crime mais cometido. Dependendo do tipo, os governos concentram seus esforços na formulação de políticas para combater o avanço daquele tipo de crime. Entretanto, poucos estudos são realizados no intuito de se analisar os meios não coercitivos de combate ao crime, apesar do consenso de que o crime é resultado dos problemas de desenvolvimento e desigualdade social e da falta de acesso à educação e à formação humana (RIVERA, 2016).

As análises de perfil de pessoas identificam que os jovens, do sexo masculino, com baixa remuneração e sem acesso à educação são as principais perpetradoras dos crimes (GAVIRIA; PAGÉS, 2002). Além disso, os crimes violentos são associados com baixos níveis de educação em detrimento do baixo custo em se entrar para a criminalidade, além da ausência da influência social positiva de seus pares e grupos, tornando a delinquência a melhor alternativa de renda para jovens sem notáveis habilidades (WORLD BANK, 2011).

Segundo Rolim (2009), houve um aumento das pesquisas na área de segurança pública voltadas à prevenção do crime nos últimos 30 anos, sobretudo nos países de língua inglesa, realizadas por órgão governamentais, universidades e instituições mantidas com recursos privados. Entretanto, as pesquisas na área de formação e treinamento dos policiais não tiveram o mesmo incremento.

Indubitavelmente a formação dos policiais é um quesito importante na prevenção e repressão ao crime. Lembrando que a doutrina empregada deve modificar-se para abarcar as mudanças legais e exigências da sociedade, que tem demonstrado uma tendência exagerada e desproporcional em respeitar os direitos do fora da lei, em detrimento dos cidadãos de bem.

Alguns trabalhos acadêmicos buscaram realizar uma análise crítica do conteúdo programático dos cursos de formação dos profissionais de segurança pública. Baraldi (2012) analisou criticamente o conteúdo programático do curso de formação para Delegado de Polícia Civil do Estado de São Paulo e ressaltou a ausência de conteúdo ligado a Direitos Humanos. Além disso, também foi notada a ausência de um curso básico para todos, e a partir daí cursos especializados para cada uma das áreas.

Várias discussões são levantadas a respeito do tema, mas de forma uníssona a profissionalização das polícias é levantada como condição fundamental para lidar de maneira adequada com os desafios da segurança pública (PONCIONI, 2007).

Outro aspecto relevante refere-se à formação e treinamento policial, entendido não só como as atividades ministradas no curso de formação do candidato a policial, última fase do concurso para ingresso na carreira, mas como toda e qualquer atividade desenvolvida com o objetivo de atualizar e capacitar o policial em determinada habilidade.

De modo geral, as academias de polícias procuram promover a identidade profissional do futuro policial através do compartilhamento de habilidades e atitudes que são pedagogicamente elencadas para compor o treinamento, de acordo com os valores da instituição e normas legais aplicáveis, promovendo a seleção de matérias e conteúdos específicos para o desempenho da atividade policial. Este modelo reflete a junção do tradicional modelo de burocratização com a militarização, onde o comportamento profissional deve ser respaldado pela aplicação da lei, tornando os policiais aplicadores imparciais da lei, promovendo a disciplina do efetivo e da menor discricionariedade durante a atuação (PONCIONI, 2007).

Ao se examinar a formatação dos cursos ministrados nas academias policiais, observa-se pouca inovação no modelo pedagógico aplicado, não sendo examinados e avaliados os pontos positivos, os negativos, as falhas e os acertos, no sentido de promover condições para que os cursos promovam mudanças positivas no cotidiano policial (PONCIONI, 2007). Ainda segundo a autora, a inexistência de um corpo docente integralmente dedicado ao ensino e a falta de supervisão dos conteúdos programáticos dos cursos ministrados atinge tanto a polícia militar quanto a civil, sendo que os instrutores são policiais da própria corporação que acumulam as atividades de ensino com as atividades próprias do cargo.

Outras fragilidades são apontadas, entre elas: a) a falta de preparo dos instrutores nos cursos de formação profissional em ambas as organizações, b) a falta de regularidade para a

realização dos cursos para o aperfeiçoamento profissional ao longo da carreira do policial e, c) o direcionamento de cursos de capacitação para patentes específicas, resultando em capacitações com reduzido alcance.

O modelo pedagógico adotado nas instituições é alvo frequente de análises que aconselham a adoção de um novo modelo de construção do perfil profissional, que seja capaz de superar o padrão militarizado, hierárquico, e reativo de combate ao crime, focando na formação de uma polícia comunitária, que observa os princípios da dignidade da pessoa humana e aos direitos humanos (CERQUEIRA, 2006; SANTOS, 2012). A valorização da formação acadêmica e da capacitação continuada ainda é apontada como uma necessidade premente (LUIZ, 2008; CERQUEIRA, 2011).

Segundo Jacondino (2011), as formações dos policiais em suas respectivas organizações são caracterizadas por padrões de conduta disciplinares que perpetuam um tipo de formação profissional consolidado, oriundo de uma forma metodológica muito diferente daquela apregoada pelos críticos de hoje.

A pressão exercida por organizações não governamentais e parte de setores da sociedade civil sobre as polícias dos países latino-americanos, em virtude do processo de amadurecimento e de implementação democrática, coloca em pauta questões como o respeito ao multiculturalismo e aos direitos humanos, questões que antes não eram consideradas. Com isto, um novo posicionamento é exigido das instituições policiais, que são consideradas instituições que exercem o papel de controladores sociais.

As academias de polícia, atuando como órgão de formação e capacitação, devem estar preparadas para transmitir normas procedimentais e comportamentais de acordo com esses novos valores e saberes, através dos programas pedagógicos voltados à formação dos policiais e do uso adequado de ferramentas tecnológicas para apoiar tal finalidade.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A Polícia Rodoviária Federal foi criada pelo presidente Washington Luiz no dia 24 de julho de 1928 (dia da Polícia Rodoviária Federal), com a denominação inicial de “Polícia de Estradas” (POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL, 2017). Em 1935, Antônio Félix Filho, o “Turquinho”, considerado o 1º Patrulheiro Rodoviário Federal, foi chamado para organizar a vigilância das rodovias Rio-Petrópolis, Rio-São Paulo e União Indústria. Sua missão era percorrer e fiscalizar as três rodovias utilizando duas motocicletas Harley Davidson® e nessa

empreitada contava com a ajuda de cerca de 450 vigias da então Comissão de Estradas de Rodagem (CER). Em 23 de julho de 1935 (dia do Policial Rodoviário Federal), foi criado o primeiro quadro de policiais da hoje Polícia Rodoviária Federal, denominados, à época, “Inspetores de Tráfego”.

No ano de 1945, já com a denominação de Polícia Rodoviária Federal, a corporação foi vinculada ao extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Finalmente, em 1988, com o advento da Constituinte, a Polícia Rodoviária Federal foi integrada ao Sistema Nacional de Segurança Pública, recebendo como missão exercer o patrulhamento ostensivo das rodovias federais. Desde 1991, a Polícia Rodoviária Federal integra a estrutura organizacional do Ministério da Justiça e Segurança Pública, como Departamento de Polícia Rodoviária Federal (POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL, 2017).

Considerando este contexto, a atividade de treinamento policial de uma forma geral, abrange um conjunto de atitudes, habilidades e conhecimentos necessários para o desenvolvimento do perfil profissional almejado pela instituição policial, assim como é fundamental para comunicar e disseminar os valores organizacionais. Para a realização da atividade, um roteiro deve ser seguido, geralmente começando com a solicitação da área demandante, com base nas necessidades da instituição.

Durante a análise da proposta, também é definido o momento de execução do curso. Após este procedimento, a solicitação é encaminhada para a área responsável pelo ensino da instituição, que então verificará sua pertinência temática, analisará os planos de disciplina com o apoio pedagógico, consultará a viabilidade financeira e providenciará a logística do curso pretendido.

Alcançados todos os requisitos, é lançado o edital do curso. Em seguida, realiza-se as convocações de instrutores, coordenadores e pessoal de apoio. É promovida ampla divulgação ao processo de inscrição. A inscrição é efetuada por e-mail, devendo o interessado enviar o currículo e outros dados requeridos pelo edital de capacitação. Posteriormente, é nomeada uma comissão para realizar a análise documental recebida via e-mail e sua observância aos dizeres editalícios.

1.2 JUSTIFICATIVA

Apesar de existirem procedimentos formais enquanto as regras e os procedimentos em relação à formação e treinamento policial, observa-se que não existem sistemas de informação

que possibilitem subsidiar a Administração com dados reais e precisos das atividades executadas. Apesar dos documentos serem produzidos e armazenados no sistema de protocolo eletrônico, este sistema revela-se um meio inadequado para produzir relatórios suficientemente claros e voltados ao processo de melhoramento contínuo das atividades desenvolvidas.

Outro problema recorrente é a falta de controle sobre os dados dos instrutores da instituição. Saber quantas horas-aula foram ministradas por um instrutor é uma tarefa simples, mas difícil de ser alcançada atualmente, de modo que se criou um normativo específico para que o próprio instrutor informe a quantidade de horas-aula já ministradas, sob as penas da lei.

Durante as atividades de ensino ou capacitação, várias informações são geradas e requeridas, mas não armazenadas de forma consistente de modo a se ter um local centralizado, otimizado, com integridade e disponibilidade. Qualquer informação que se deseja obter, resulta em pesquisa manual de grande volume de material, consumindo tempo e recursos humanos na tarefa.

Além disso, importantes informações acerca da atividade ficam descentralizados por diversos departamentos, resultando numa gama de informações desorganizadas e não otimizadas para pesquisa. A falta de um banco de dados estruturado e desenvolvido especificamente para as atividades de formação e treinamento na PRF dificulta a obtenção de qualquer informação gerencial referente às atividades já realizadas. Assim então, chega-se à questão de pesquisa.

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

“Como especificar e desenvolver um modelo de dados para gerenciar as informações geradas durante o treinamento e a formação policial?”

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo de dados que ofereça suporte à gestão das informações sobre a realização e acompanhamento de atividades de formação e treinamento desenvolvidas na PRF.

1.4.2 Objetivos Específicos

De modo a atingir o objetivo principal, foram definidos alguns objetivos específicos:

- Identificar as informações julgadas relevantes para uma atividade de formação ou treinamento na PRF, através da análise do mapeamento de processo de negócio e análise documental, resultando em perguntas de competência;
- Propor um modelo de dados que permita o desenvolvimento de um banco de dados voltado ao treinamento e formação policial;
- Elaborar um cenário e realizar uma carga de dados no modelo proposto;
- Desenvolver um conjunto de consultas visando analisar o potencial do modelo proposto no cenário de treinamento e formação policial.

1.5 METODOLOGIA DO TRABALHO

O tipo de pesquisa proposta é a tecnológica, com a finalidade de propor à PRF um modelo de dados apto a gerir suas informações na área do ensino, através do levantamento das informações necessárias para a execução das atividades, da análise de documentos modelos, processos e entrevistas com pessoas que atuam de forma permanente nas atividades de ensino policial.

Uma vez definidas as informações relevantes para a condução do processo, propõe-se a confecção de um modelo de dados capaz de suprir essas necessidades de informação, de modo que a Academia Nacional da Polícia Rodoviária Federal (ANPRF) tenha condições de obter e prover informações confiáveis, com rapidez, segurança e disponibilidade de todas as atividades de treinamento ministradas pela instituição.

Além da pesquisa tecnológica, também será utilizada a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, em virtude das normatizações da instituição a respeito da atividade de ensino. De acordo com Gil (1999), as pesquisas bibliográficas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses, propiciando o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, com planejamento flexível, possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Segundo Lakatos (2003), existem oito fases para a pesquisa, assim distribuídas: a) escolha do tema; b) elaboração do plano de trabalho; c) identificação; d) localização; e) compilação; f) fichamento; g) análise e interpretação; e h) redação.

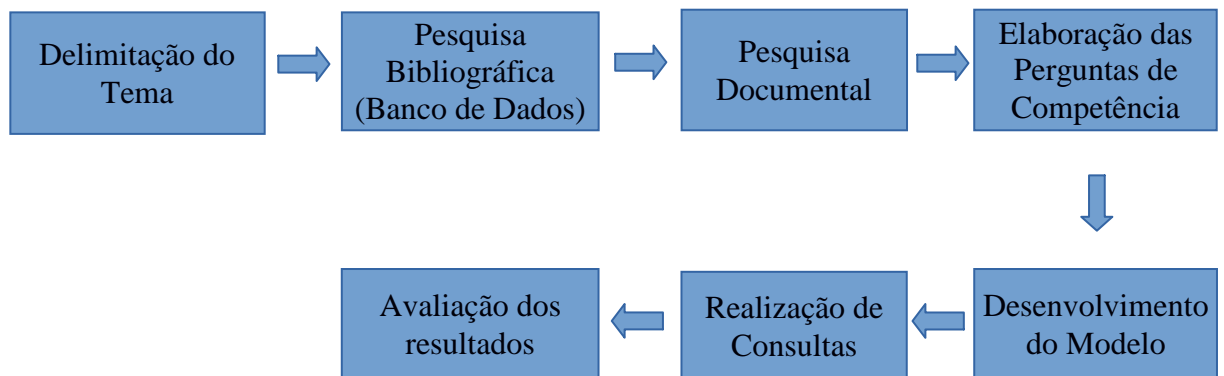
A pesquisa documental consiste na análise de documentos ou dados que não foram ainda sistematizados e publicados, sendo possível o exame de relatórios de empresas, arquivos obtidos em órgãos públicos, bancos de dados, correspondências etc. Desta forma, a pesquisa documental busca encontrar informações e padrões em documentos ainda não tratados sistematicamente. Pesquisar por padrões em documentos de requisitos elaborados por empresas de desenvolvimento de software seria um exemplo de pesquisa documental em computação (WAZLAWICK, 2014).

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, o trabalho decorreu da seguinte forma:

- a) Realização de uma pesquisa bibliográfica, documental e computacional a fim de se realizar a concepção do modelo proposto através de perguntas de competência. Os temas abordados na revisão envolveram a área de ensino da PRF e banco de dados relacionais;
- b) Revisão bibliográfica sobre o tema banco de dados relacionais, através da explicitação das normas formais para projeto e desenvolvimento do modelo proposto.
- c) Proposição de um modelo de dados para atender aos objetivos deste trabalho em sintonia com as perguntas de competência;
- d) Representação das consultas possíveis de serem realizadas através do modelo de banco de dados proposto e suas aplicações práticas, em resposta às perguntas formuladas.
- e) Análise dos resultados, discussão e comentários a respeito do modelo.
- f) Apresentação das conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

A Figura 1 apresenta o procedimento realizado para a condução do presente trabalho.

Figura 1 – As etapas para realização do trabalho.



Fonte: Autor.

1.6 ESTRUTURADO TRABALHO

Este trabalho está estruturado, além do presente capítulo, em mais quatro capítulos. No capítulo segundo é realizada a fundamentação teórica, sendo realizada, nesta fase, uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema Banco de Dados Relacional, iniciando-se com a história dos bancos de dados, seu desenvolvimento, comentários a respeito das últimas modificações tecnológicas e sobre o processo de normalização.

No capítulo três é apresentado o modelo de dados desenvolvido para solucionar o problema de pesquisa. Para sua confecção utilizou-se os conceitos e metodologias vistos no capítulo anterior.

No capítulo quatro, são extraídos exemplos de consultas que satisfazem às perguntas de competência, sendo realizadas considerações a respeito destas consultas de modo a verificar a potencialidade do modelo.

O capítulo cinco se dedica às considerações finais, sendo evidenciada a consistência do modelo proposto para a resposta da pergunta de pesquisa, e sua adequação para auxílio no processo de tomada de decisão. Também neste capítulo são elencados alguns possíveis trabalhos futuros visando o aprimoramento do modelo para inserir novas informações para subsidiar os gestores no planejamento e desenvolvimento de ações de formação e treinamento na instituição.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Suponha que uma empresa realize o controle dos pedidos de clientes através de uma simples planilha. Com poucos pedidos, é relativamente simples realizar o controle. Alguns dados que constariam na planilha seriam o nome do cliente, seu telefone, seu pedido, endereço de entrega, telefone de contato, e qualquer outra informação julgada relevante.

À medida que a quantidade de pedidos vai aumentando, com o desenvolvimento do negócio, começam as dificuldades para realizar o registro corretamente. Como agora são vários pedidos simultâneos, há necessidade de várias pessoas trabalhando com a mesma planilha. E mais, agora há necessidade de dividir essa planilha em várias, de modo a permitir que cada funcionário maneje uma quantidade cada vez maior de registros.

Quando um cliente liga para mudar alguma coisa no pedido, vários minutos são perdidos tentando descobrir quem foi que lhe atendeu e assim, localizar seu pedido. Isso seria dificultado caso a planilha esteja sendo utilizada por outra pessoa. Neste caso, deve-se aguardar até o término do atendimento para que o registro seja fechado e finalmente esteja acessível novamente.

Mesmo realizando o controle através dos serviços online disponibilizados por grandes empresas, onde se possa trabalhar conjuntamente em uma planilha, é factível ocorrer perda de informações devido ao grande número de acessos simultâneos. E com milhares de pedidos ao dia, a planilha vai se tornando cada vez maior, demandando muito tempo para sua abertura e modificação. Inconsistências são constantes, já que a cada vez que um pedido é realizado, as informações do cliente são repetidas por diversas linhas e no caso de um erro de digitação, a informação tem que ser corrigida em toda a planilha.

O cancelamento de um pedido pode ainda causar problemas nas fórmulas utilizadas para se apurar o saldo de vendas, já que a linha correspondente deve ser apagada, mas as informações do cliente não. A privacidade dos dados dos clientes não é garantida.

Como se percebe, a empresa fictícia acima ficará serialmente comprometida em sua capacidade de atendimento ao cliente, perdendo eficácia e competitividade. Portanto, a empresa neste ponto precisa de uma solução para armazenar seus dados de forma confiável, segura, com integridade, disponibilidade e agilidade. Essa solução é chamada de banco de dados.

Os bancos de dados podem ser classificados de acordo com o modelo em que se baseiam. Neste sentido, podem classificá-los em bancos de dados hierárquicos, de rede, relacional ou de objetos (ELMASRI; NAVATHE, 2005). Os bancos de dados hierárquicos foram os primeiros a ser desenvolvidos, logo após a consolidação dos discos endereçáveis. Usavam esse endereço em sua estrutura e se caracterizam por utilizar o conceito de registro e de relacionamento pai-filho.

Os bancos de dados de rede também são conhecidos como CODASYL (*Conference on Data Systems Language*) ou sistemas DBTG (*Data Base Task Group*), por terem sido definidos por estas entidades e foram largamente utilizados em mainframes (computadores de grande porte). Eliminaram a estrutura hierárquica, permitindo o acesso direto a um determinado registro. Suas estruturas fundamentais são os registros e os conjuntos.

Com a evolução surgem os bancos de dados relacionais caracterizados por organizarem os dados em tabelas com linhas e colunas, sendo que cada tabela representa um mesmo tema. Baseiam-se em conceitos oriundos da teoria dos conjuntos e da álgebra relacional (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 2006). São largamente utilizados atualmente e constituem o objeto de estudo deste trabalho.

Os bancos de dados orientados a objetos surgiram em virtude de algumas limitações identificadas no modelo relacional. São mais utilizados em aplicações científicas. Seu paradigma baseia-se no modelo de desenvolvimento de aplicações orientados a objetos, que são abstrações da realidade, com dados e comportamentos associados. Têm como características o encapsulamento e a troca de mensagens entre os objetos.

2.1 HISTÓRIA DOS BANCOS DE DADOS RELACIONAIS

Os bancos de dados podem ser divididos em dois grandes grupos: os bancos de dados transacionais ou OLTP (*Online Transaction Processing*) e os de suporte à decisão ou OLAP (*Online Analytical Processing*). Os primeiros são utilizados nos sistemas informacionais que dão suporte às atividades organizacionais administrativas e operacionais, enquanto os segundos são utilizados para realizar a recuperação de informações agregadas e sumarizadas voltadas à tomada de decisão.

O artigo que apresentou o conceito de fundamental importância sobre bancos de dados relacionais foi escrito em 1970 por Codd, “*A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*” (CODD, 1970). Grier (2012) descreve que a publicação deste artigo

mudou a maneira como os projetistas de banco de dados trabalhavam. A partir deste artigo, a atenção focou-se na natureza das informações que podiam ser armazenadas e recuperadas a partir de um sistema de computador. A história do artigo demonstra que a tecnologia bem empregada, não só expande a atividade humana, mas também restringe a sua atenção, concentrando seus esforços em ideias que são simples, eficientes e completas. Ainda segundo o autor, as ideias de Codd procuraram seguir o caminho natural para se organizar dados.

De fato, antes da publicação de seu artigo, a maioria das empresas estavam experimentando vários tipos de conceitos de banco de dados, estritamente relacionados ao *hardware* utilizado. O trabalho de Codd veio a desenvolver-se durante os primeiros 25 anos de história do computador, sendo identificado como um sistema de informação.

No início de 1950, cientistas da computação em seus artigos e palestras sugeriram que logo o computador seria capaz de armazenar grandes quantidades de informações e capaz de recuperar essas informações rapidamente. Seriam capazes de encontrar respostas a perguntas específicas através de uma combinação de reconhecimento de linguagem natural e lógica simbólica.

O precursor imediato à tese de Codd, o Relatório Rand, sugere que o banco de dados relacional se encaixa perfeitamente em uma cadeia de pesquisa sobre sistemas de informação. O documento desenvolve um modelo de armazenamento de dados com a finalidade de promover o raciocínio e responder a perguntas.

No entanto, em vez de avançar a discussão sobre sistemas de informação, o artigo de Codd restringe o campo. Em vez de ser visto como um elemento importante de um sistema complexo, concentra a atenção dos pesquisadores sobre como desenvolver de forma eficiente e efetiva em um banco de dados (GRIER, 2012).

Vale ainda citar o trabalho de Roger Levien and M. E. Maron, em 1965, que publicou uma estrutura de um sistema de recuperação de informações que antecipou muitas das ideias do artigo de Codd em 1970 (LEVIEN; MARON, 1965). O artigo desses autores não descreve um sistema de banco de dados, como Codd fez cinco anos depois, mas um sistema de recuperação de informações. Basicamente eles descrevem a teoria de relacionamentos e mostram como uma base de dados pode ser construída com essa teoria.

Entretanto, não se pode dizer que o que Codd fez foi reformular a teoria de Levian e de Marion. Ele desenvolveu uma teoria que extrapola em muito o trabalho deles, pois sua teoria de banco de dados relacional poderia suportar complexos bancos de dados empresariais,

enquanto a anterior não. O que Codd fez foi extrair os conceitos de modelagem de banco de dados do conceito de um sistema de recuperação de informações para ser usado por qualquer tipo de programa de computador (GRIER, 2012).

O desenvolvimento das primeiras empresas startups de banco de dados relacionais ocorreu no Norte da Califórnia, devido à mão de obra especializada disponível oriunda da Universidade da Califórnia, Berkeley e do laboratório de pesquisa da IBM®, em San Jose. Informix®, Ingress® e SyBase® mantinham estreita relação com a universidade.

Mas nem todas as empresas mantinham a estreita relação com o mundo universitário, como a Oracle®, que conheceu a tecnologia relacional através do artigo de Codd. Outros fatores também contribuíram, como a concentração de empresas de fundo de capitais com grande conhecimento do mercado e a troca de experiências promovidas por encontros em bares e clubes de desportos. De fato, no caso da indústria dos sistemas gerenciadores de banco de dados relacionais, a principal origem de geração de conhecimento, disseminação e treinamento são claramente identificados.

O conhecimento sobre a tecnologia relacional foi primeiramente criado no laboratório de pesquisa da IBM® em San Jose, que comunicou seus resultados de pesquisa gratuitamente através de seminários, publicações e contatos informais. Havia uma troca de informações constantes entre pesquisadores da IBM® em San Jose e a faculdade de computação da Universidade de Califórnia, em Berkeley (CAMPBELL, 2012).

O banco de dados Ingress® era originalmente um programa de pesquisa acadêmica desenvolvido pela Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos, iniciado em 1972, e sua tecnologia foi fortemente baseada na pesquisa desenvolvida no laboratório de pesquisa da IBM® em San Jose. Seu primeiro programa de banco de dados foi desenvolvido na Universidade da Califórnia em Berkeley em 1975 e foi distribuído livremente para quem utilizava a plataforma UNIX®.

A Informix® foi fundada quase ao mesmo tempo que a Ingress®, por Roger Sippl, depois de trabalhar como programador em uma empresa de microcomputadores chamada Cromemco®, em 1975, desenvolvendo banco de dados não relacionais. Adotou a tecnologia relacional somente em 1980 e seu foco de mercado era sistemas de suporte à decisão, utilizados em plataformas de baixo nível UNIX®, desta forma evitando a concorrência direta com a Oracle®.

A Oracle® foi fundada com o nome de Laboratório de Desenvolvimento de Sistemas (SDL), depois mudou de nome quando seu fundador Larry Ellison, em 1978, mudou o foco de uma empresa que oferecia serviços de programação para uma empresa de produtos de software.

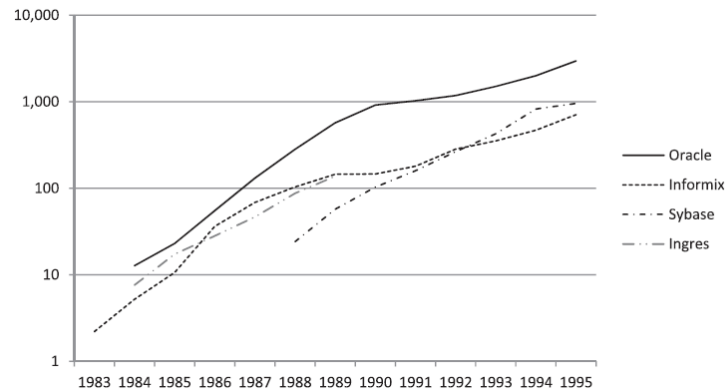
Nesta mudança, o nome da empresa ficou RSI, Relational Systems Inc®. Seu produto foi desenvolvido inicialmente para os minicomputadores da DEC®, sendo então portado para outros minicomputadores e depois para o ambiente de mainframes da IBM®. Baseado em sua experiência nos Sistemas de Banco de Dados Relacionais (DBMS - *Relational Database Management System*), Larry decidiu desenvolver um novo banco de dados parecido com o ADABAS®, com arquitetura de arquivo, mas desenvolvido para ser multiplataforma.

A IBM também publicou toda a definição da linguagem relacional de manipulação de dados que mais tarde foi chamada de SQL (*Structured Query Language*), no IBM System Journal, tornando a linguagem de domínio público. Assim, Larry Ellison e Bob Miner (cofundador da Oracle®) decidiram usar este novo paradigma para trazer o primeiro RDBMS ao mercado (PREGGER, 2012). O lançamento de seu primeiro produto relacional, o banco de dados Oracle, ocorreu em 1979 e 1982 a empresa muda seu nome para Oracle Systems®.

A última das *startups* fundadas foi a Sybase®, por Bob Epstein e Mark Hoffman em 1984. Focou no desenvolvimento de banco de dados para sistemas cliente-servidor da Sun Microsystems® que começou a concorrer com os produtos da DEC®, até então a principal fabricante de minicomputadores. Essa combinação do Sybase® em plataforma da Sun® ficou bastante conhecida e foi amplamente utilizada na área financeira.

Os bancos de dados tornaram-se a principal fonte de renda para essas empresas, permitindo que os seus usuários desenvolvessem aplicações mais rapidamente e com um custo bem menor do que seria utilizando aplicações isoladas (GRAD, 2012). A Figura 2 mostra o crescimento de receita das quatro principais empresas de RDMS do norte da Califórnia, naquele período inicial de crescimento dos bancos de dados relacionais:

Figura 2– Receitas anuais (em bilhões de U\$).



Fonte: The RDBMS Industry: A Northern California Perspective (Campbell, 2012).

É preciso ressaltar que o incremento de pesquisas na área de banco de dados relacionais com o conseqüente surgimento dessas empresas foi fortemente influenciado pelo modelo relacional proposto por Codd.

2.2 CONCEITO DE BANCO DE DADOS RELACIONAL

O conceito fundamental do modelo relacional é que os dados são separados em partes menores ou subtipos de dados, em uma estrutura tabular, ou seja, em tabelas. Cada grupo de dados é mantido em sua própria tabela (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 2006). Desta forma, conjuntos de dados são organizados em linhas (comumente chamadas de tuplas) e colunas, de forma que cada tabela se refira a um determinado tema. A Tabela 1 retrata esse formato, com linhas, colunas e cabeçalhos de colunas.

Tabela 1 – Exemplo de uma estrutura tabular.

Id_Aluno	Nome	Id_Disciplina
A1	João	D1
A2	Maria	D2
A3	José	D3
A4	Pedro	D4

Fonte: Autor.

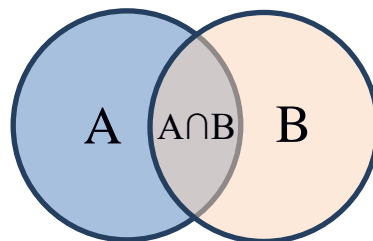
Nesta representação, uma única tabela representa a menor parte lógica de um conjunto de dados. Cada coluna da tabela deve representar uma única categoria de informação e cada linha (ou tupla), por sua vez, deve representar uma única instância daquela informação. A ordem das colunas ou linhas não deve ser importante. Isto permite que o gerenciador de banco de dados traga as informações da forma mais rápida possível.

Ainda é possível definir, na criação do banco de dados, qual o tipo de dados possível em cada coluna da tabela e se o campo aceitará valores nulos. Entenda-se por valores nulos a ausência de informação. O próprio banco de dados tem mecanismos que previnem a inserção de dados contrários ao definido na sua criação, mantendo, assim a sua integridade.

Outro benefício desta abordagem e forma de organização dos dados, é permitir a utilização da teoria dos conjuntos e da álgebra relacional como método de se extrair informações. O estudo da teoria dos conjuntos foi iniciado por Georg Cantor e Richard Dedekind em 1870. Após a descoberta de paradoxos na teoria ingênua dos conjuntos, numerosos sistemas de axiomas foram propostos no início do século XX, dos quais os axiomas de Zermelo-Fraenkel, com o axioma da escolha, são os mais conhecidos. (JECH, 2003).

Assim como a aritmética caracteriza operações binárias sobre números, a teoria dos conjuntos caracteriza operações binárias sobre conjuntos, dentre elas a união, a interseção, a diferença de conjuntos, a diferença simétrica, o produto cartesiano e o conjunto das partes. A Figura 3 ilustra uma dessas operações, a intersecção de dois conjuntos.

Figura 3 – Diagrama de Venn.



Fonte: Autor.

O modelo relacional, utilizando a álgebra relacional, é capaz de unir subconjuntos de dados, constantes em diversas tabelas, de forma extremamente rápida, apresentando-os ao usuário de forma matematicamente otimizada. Por isso os bancos de dados relacionais são

considerados um dos mais rápidos para se manipular e recombina dados armazenados de forma tabular.

Segundo Darwen (2012), as complexas estruturas que são utilizadas para guardar dados que são visíveis em sistemas não relacionais não são visualizadas nos bancos de dados relacionais. O termo “como é visto por seus usuários” é pertinente: as estruturas tabulares são implementadas utilizando diversos métodos complicados, mas é responsabilidade dos SGBDs realizarem a abstração do que é visto pelo usuário daquilo que realmente é armazenado. Isto é chamado de independência de dados. Os usuários não necessitam conhecer os processos antigos para acesso e atualização de estruturas complexas. Assim, a visão lógica é imune as mudanças realizadas na estrutura física interna.

Essa abstração é muito peculiar: o usuário não necessita se preocupar aos detalhes de como os dados são armazenados fisicamente, já que o gerenciador de banco de dados se encarrega disso. Portanto, ressalta-se um importante componente do modelo relacional: o gerenciador de banco de dados.

Segundo Teorey et al. (2014), um sistema gerenciador de banco de dados é um sistema de software genérico para manipular bancos de dados, admitindo uma visão lógica (esquema, subesquema); visão física (métodos de acesso, agrupamento de dados); linguagem de definição de dados; linguagem de manipulação de dados; e utilitários importantes, como gerenciamento de transação controle de concorrência, integridade de dados, recuperação de falhas e segurança. Eles fornecem maior grau de independência de dados que os SGBDs hierárquicos e de rede (CODASHYSL) mais antigos, fornecendo um grau de independência de dados muito mais elevado que os sistemas anteriores.

Com o surgimento de vários SGBDs houve necessidade do estabelecimento de padrões, surgindo então o conceito de “esquema”, ou seja, o conjunto de parâmetros e especificações para mapeamento de estruturas de dados, incluindo aspectos conceituais, lógicos e físicos.

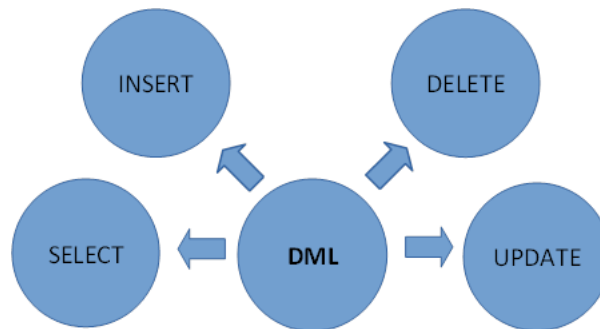
2.3 A LINGUAGEM SQL

O desenvolvimento da linguagem SQL, que é composta por comandos de definição, manipulação e controle de dados, utilizada pelos SGBDs remonta aos estudos de Boyce e Chamberlin no laboratório de pesquisas da IBM® em San José, realizada em 1973, quando se juntaram ao projeto System R. Eles estavam convictos que uma linguagem relacional poderia tornar os bancos de dados mais acessível a pessoas sem conhecimentos matemáticos, mas não

estavam satisfeitos com o Square, que usava uma notação difícil de digitar em um teclado. A intenção era desenvolver uma linguagem que permitisse atualização e administração do banco de dados, assim como consultas.

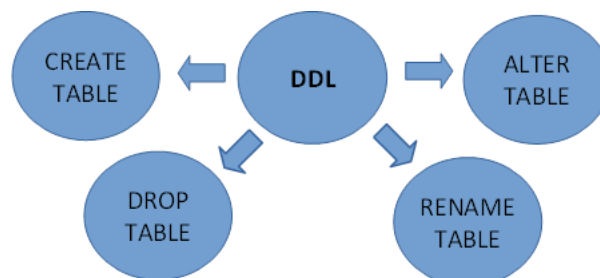
O resultado foi chamado de Sequel (*Structured English Language*) (WADE, 2012). Desde o início, a intenção era que a linguagem Sequel fosse utilizada para manipulação e para definição de dados. Na prática, a linguagem foi dividida em três grupos principais. A primeira é a linguagem de manipulação de dados – DML (*Data Manipulation Language*), utilizada para operações de pesquisa, inserção, deleção e atualização, enquanto a linguagem de definição de dados – DDL (*Data Definition Language*), é utilizada para a criação de tabelas, visões e declarações. Já a linguagem de controle de dados – DCL (*Data Control Language*), controla quem pode fazer o que no banco de dados, controlando privilégios de acesso aos objetos do banco de dados e privilégios administrativos de sistema. As Figuras 4,5 e 6 mostram alguns comandos de cada uma dessas linguagens.

Figura 4 – Alguns comandos de manipulação de dados.



Fonte: Autor.

Figura 5 – Alguns comandos de definição de dados.



Fonte: Autor.

Figura 6 – Exemplo de comandos de controle de dados.



Fonte: Autor.

Em 1977, o nome foi encurtado para SQL, pois seus desenvolvedores foram informados que a palavra Sequel tinha sido registrada por uma empresa do ramo aéreo. De acordo com Chamberlin (2012), as implementações comerciais da SQL, como o Oracle® e o DB2®, começaram a aparecer no final dos anos 70 e início dos 80.

Em 1986, a linguagem de definição chamada Linguagem de Banco de Dados SQL foi formalmente adotada pela ANSI® e pelo ISO®. Um teste de conformidade foi desenvolvido pelo *National Institute of Standards and Technology*(NIST®), e diversos outros produtos foram validados entre 1988 e 1996. Outras versões da linguagem foram desenvolvidas em 1996, 1999, 2003 e 2008. Na SQL, quem define qual caminho percorrer durante o acesso é o SGBD e não o desenvolvedor (HEUSER, 2009).

A padronização da SQL propiciou um mecanismo para se controlar a evolução da linguagem, promovendo um fórum onde usuários e desenvolvedores tinham voz ativa. Com o passar dos anos, muitas correções e deficiências iniciais foram corrigidas, sendo adicionadas novas funcionalidades, incluindo junções externas, expressões de tabelas, recursividade, ações disparadas por gatilhos, tipos e funções definidos pelo usuário e ferramentas OLAP (*Online Analytic Processing*). Com o comitê ANSI®, a definição da SQL evoluiu de um artigo de 12 páginas para um padrão internacional de centenas de páginas.

2.4 NoSQL e NewSQL

NoSQL (*Not only SQL*) é um tipo de sistema gerenciador de banco de dados que objetiva expandir, e não necessariamente substituir, as características de design e parâmetros comumente utilizados pelos RDBMSs. Surgiram da necessidade de novas funcionalidades não contempladas pelo modelo relacional, como evolução de esquema de dados, tipos de dados heterogêneos e modelo de dados múltiplos (PATEL, 2016).

A medida que o volume de dados aumenta consideravelmente no modelo relacional, surgem problemas de escalabilidade, e sua performance se degrada rapidamente (NAYAK et

al., 2013). Assim, o NoSQL tem por objetivo suprir as necessidades geradas pelo aumento exponencial da informação, principalmente em ambientes onde há elevada interatividade de usuários que compartilham informações entre si (RAMOS; NASCIMENTO, 2012).

Assim como nos RDBMSs, sistemas NoSQL também possuem duas classes principais: sistema NoSQL operacional, que corresponde ao OLTP (*Online Transaction Processing*) do mundo relacional e o sistema NoSQL analítico, que corresponde aos DSSs (*Decision Support Systems*). Segundo Patel (2016), várias características deste tipo de gerenciador de banco de dados são advindas de demandas requisitadas pelos sistemas de Big Data. Pode-se citar, dentre outras, esquema de dados maleável, consultas flexíveis e simplicidade operacional. Possui também, vasta comunidade e baixo custo (muitos sistemas NoSQL são “*open source*”, em detrimento dos RDBMS tradicionais). Aerospike®, Cassandra®, Couchbase®, DynamoDB®, HBase®, MarkLogic®, MongoDB®, Oracle NoSQL®, Redis® e Riak® são exemplos de sistemas NoSQL operacionais. Sistemas NoSQL analíticos são baseados em MapReduce, Hadoop® e Spark®. (PATEL, 2016).

Os bancos de dados NoSQL podem ser divididos em quatro grupos: Orientado a Chave – Valor (*Key Value Stores*); Orientado a documentos (*Document Stores*); Orientado a colunas (*Column Family Stores*) e Orientado a Grafos (*Graph Databases*) (HECHT E JABLONSKI, 2011; FARAJet al., 2005). Entretanto, Navak (2013) cita mais um tipo de categoria de NoSQL: Base de Dados Orientada a Objetos. De acordo com a autora, neste subtipo a informação a ser armazenada é representada como um objeto, semelhante como ocorre com as linguagens de programação orientadas a objeto.

É preciso observar que os sistemas NoSQL não trabalham com as propriedades ACID – Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade dos RDBMS tradicionais e nisto reside sua principal deficiência (MONTEIRO et al., 2016). Surge então o paradigma NewSQL, que procura preservar a escalabilidade e o desempenho do NoSQL, mantendo as propriedades ACID.

2.5 BANCO DE DADOS RELACIONAL – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Existem diversos tipos de representações utilizadas na literatura relacional, sendo algumas abordadas em livros e outras utilizadas em ferramentas CASE (*Computer Aided Software Engineering*). Todas elas realizam a modelagem de dados para descrever e definir um processo de negócio, convertendo-os em entidades, atributos e os relacionamentos entre eles. A representação orientada a objetos não será abordada, assim como as variações

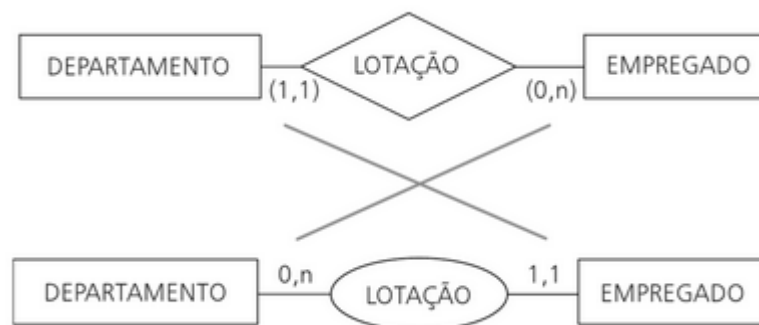
realizadas no modelo MER (Modelo de Entidade-Relacionamento) para incluir características do modelo orientado a objetos.

Segundo Song et al. (1995), cada sistema de notação tem suas vantagens e desvantagens. Muitas variações existem do mesmo método de modelagem e é útil saber realizar a conversão entre elas. Para se converter de uma notação para outra, deve-se observar que o método mais simples deve ser expandido por conceitos e notações. Geralmente as semânticas de métodos similares devem ser documentadas mais detalhadamente.

Um exemplo mencionado por Song et al. (1995), é a notação de entidade fraca que é suportada pelo modelo de Chen e de Elmasrie Navathe. A entidade fraca não só implica na dependência de chave (a chave primária da entidade fraca é a combinação da chave primária da entidade pai e da chave secundária da entidade fraca), mas também suporta a existência de dependência (sempre que uma instância de uma entidade pai é removida, todas as associações desta instância são removidas da entidade fraca).

Os dez métodos de representação comumente encontrados na literatura são: Chen; Teorey; Elmasri & Navathe; Korth & Silberschatz; McFadden & Hoffer; Batini, Ceri & Navathe; Oracle CASE Methods; Information Engineering; IDEF1X utilizado no ERWin; e Bachman. Heuser (2009), também comenta em seu livro sobre a notação MERISE, originária da França. Na prática, ela representa de modo diferenciado a cardinalidade. Em vez de apresentar a semântica associativa (que indica quantas ocorrências de entidade podem estar associadas a uma ocorrência de outra entidade) ela apresenta a semântica participativa (que indica quantas vezes uma ocorrência de entidade participa de um relacionamento). A Figura 7 apresenta um DER na notação Chen e o correspondente na MERISE.

Figura 7 – Notação Chen e a correspondente na notação MERISE.



Fonte: Heuser (2009).

As Tabelas 2, 3 e 4 exemplificam características dos diversos métodos de representação gráfica:

Tabela 2 – Representações Binárias versus Representações N-árias.

N-ária	Chen; Teorey; Elmasri & Navathe; Korth & Silberschatz; McFadden & Hoffer; Batini, Ceri, & Navathe
Binária	Oracle CASE*Methods; Information Engineering; IDEF1X; Bachman

Fonte: Song, Evans e Park (1995).

Tabela 3 – Cardinalidade e Participação versus Restrições (Min, Max).

Cardinality and Participation Constraints can be represented as (Min, Max) notation.	
(Min, Max) Look Here	Batini, Ceri, & Navathe.
(Min, Max) Look Across	Teorey; McFadden & Hoffer; Information Engineering; IDEF1X.
Participation Constraints: Look Here Cardinality Constraints: Look Across	Participation Constraints: Look Here Cardinality Constraints: Look Across
Cardinality Constraints: Look Across No participation constraint notation	Korth & Silberschatz.

Fonte: Song, Evans e Park(1995).


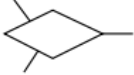


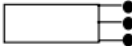

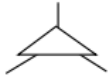
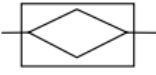
Tabela 4 – Chave Estrangeira Modelada no nível do ERD.

No Foreign Key at the ERD level	Chen; Teorey; Elmasri & Navathe; Korth & Silberschatz; McFadden & Hoffer; Batini, Ceri & Navathe; Oracle CASE*Method; Information Engineering.
Modeling Foreign Key at the ERD level	IDEF1X, Bachman.

Fonte: Song; Evans; Park (1995).

A representação de Peter Chen e suas notações são indicadas na Figura 8.

Figura8 – Notação de Peter Chen.

Conceito	Símbolo
Entidade	
Relacionamento	
Atributo	
Atributo identificador	 
Relacionamento identificador	
Generalização/especialização	
Entidade associativa	

Fonte: Heuser (2009).

A seguir é discutido cada um dos elementos da representação de Peter Chen:

Entidade: representação de um objeto ou conjunto sobre o qual se deseja manter as informações no banco de dados.

Relacionamento: É a associação entre as entidades. Pode ser unária, binária ou n-ária, dependendo do número de entidades envolvidas.

Atributo: É uma qualidade de cada entidade, que a descreve. No futuro se transformará em um campo da entidade.

Atributo chave: É aquele que apresenta uma única ocorrência e serve como identificador para a entidade.

Atributo Derivado: É aquele que deriva de outro atributo, por exemplo, a idade de uma pessoa que pode ser obtida a partir da sua data de nascimento.

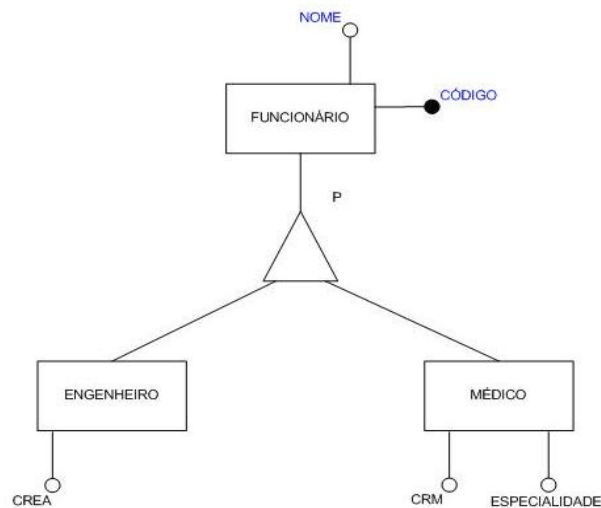
Atributo Multivalorado: É aquele que pode possuir um ou mais valores.

Entidade Associativa: É aquela que surge em virtude de um relacionamento entre duas entidades do tipo “muitos para muitos”. Surge diante da impossibilidade do modelo em permitir o relacionamento entre relacionamentos.

Especialização / Generalização: A especialização ocorre quando uma entidade possui, além de seus próprios atributos, os atributos da entidade generalizada. Na generalização o inverso ocorre: os atributos comuns às entidades de mais baixo nível são representados uma única vez na entidade generalizada. Elas podem ser classificadas em dois tipos: parcial e total. As Figuras 9 e 10 ilustram a representação. A parcial ocorre quando existem ocorrências na entidade genérica que não possuem ocorrências na entidade especializada. É representada pela letra “P”. A total é quando cada ocorrência da entidade generalizada possui obrigatoriamente uma ocorrência correspondente a alguma das entidades especializadas. É indicada pela letra “T” (HEUSER,2009).

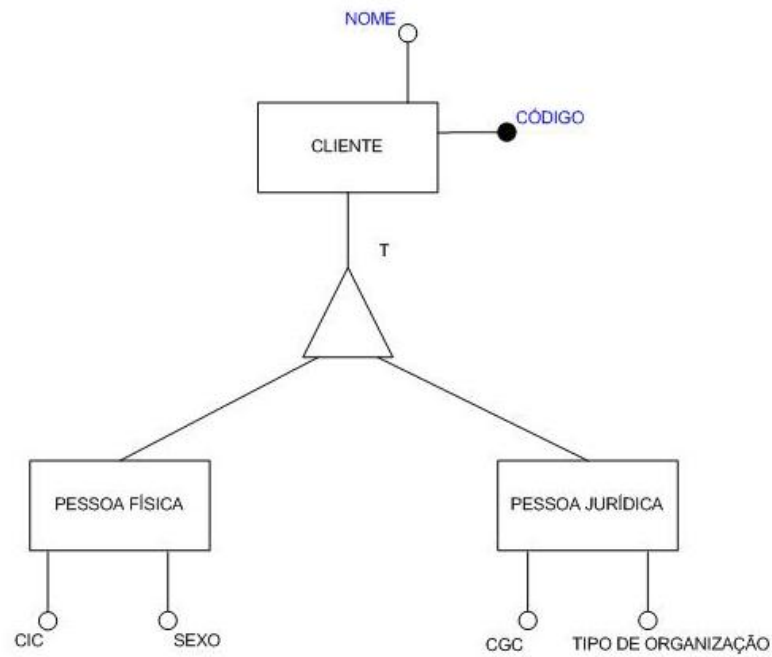
Ainda pode ocorrer o caso da chamada herança múltipla, quando uma entidade é uma especialização de várias entidades genéricas. Na Figura 11 a entidade “Veículo Anfíbio” é uma especialização da entidade genérica “Veículo Terrestre” e da entidade genérica “Veículo Aquático”.

Figura 9 – Generalização / Especialização Parcial.



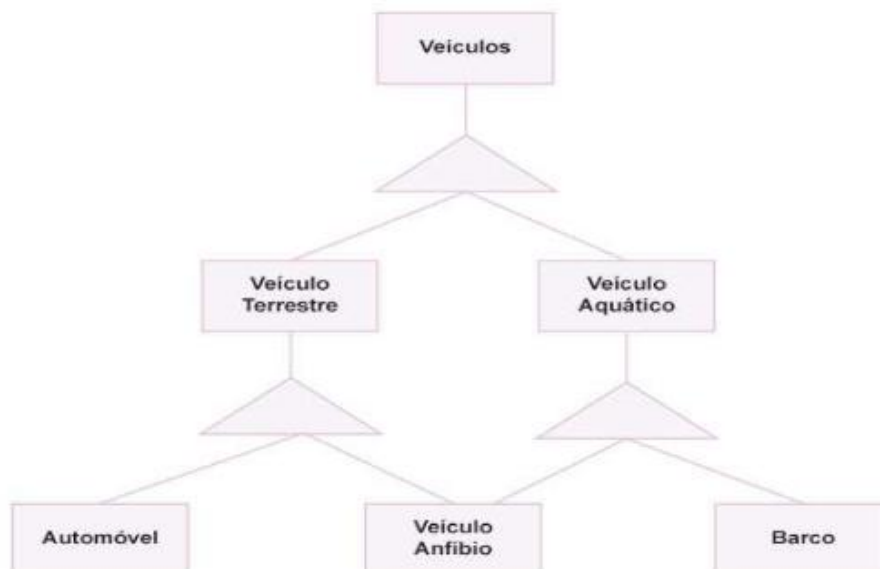
Heuser (2009).

Figura 10 – Generalização / Especialização Total.



Fonte: Heuser (2009).

Figura 11 – Herança Múltipla.



Fonte: Heuser (2009).

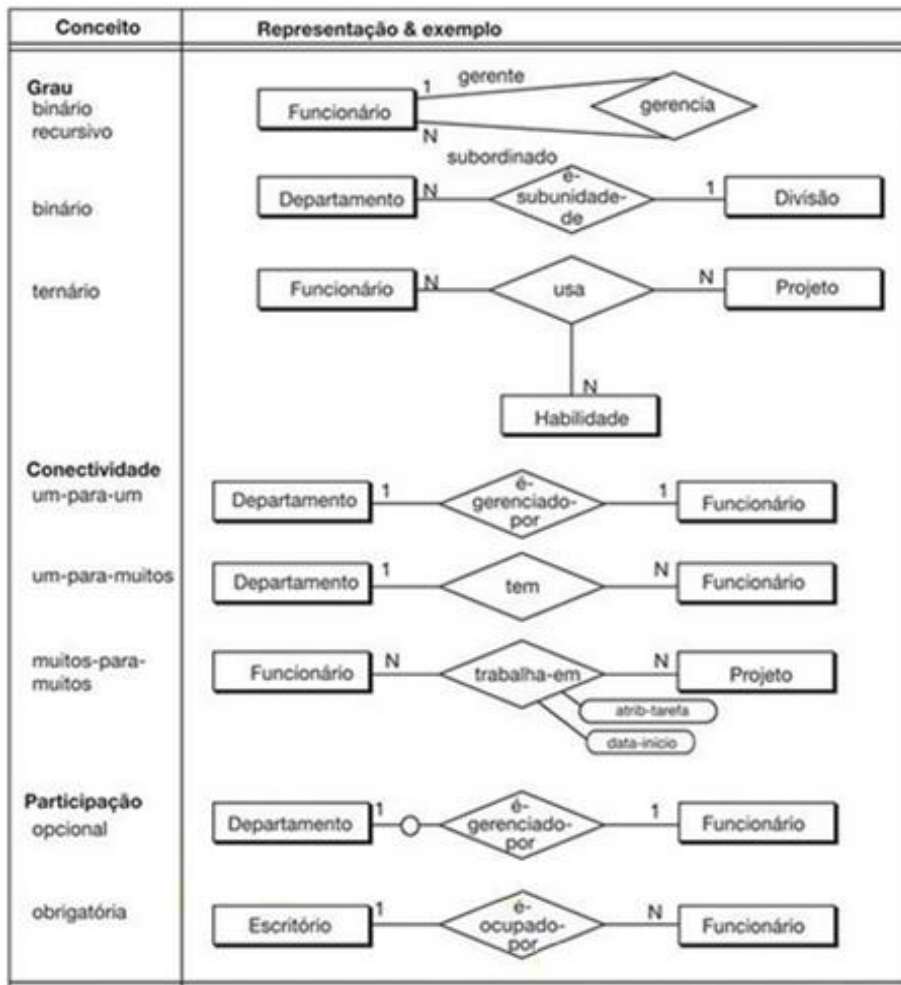
Cardinalidade: Número de ocorrências de cada entidade em um relacionamento. Representa o número de instâncias em que uma entidade pode participar. São descritas da seguinte forma: 1:1; 1:N; M:N, em caso de relações binárias.

Segundo Song, Evans e Park (1995), muitas variações de notações de Diagramas de Entidade Relacionamentos foram desenvolvidas. Algumas notações permitem relacionamentos n-ários enquanto outras não. Algumas notações permitem que os atributos sejam modelados já no relacionamento. Outras representam as constantes de cardinalidade e a participação separadamente.

Existem notações que especificam as constantes de cardinalidade e de participação do outro lado do relacionamento e outras que representam essas constantes próximo da entidade a que se referem separadamente, enquanto outras usam a notação de min/max combinando a cardinalidade. Observa-se ainda que os autores de livros e de ferramentas CASE também usam diferentes notações, causando grande confusão e dificuldade principalmente para iniciantes no mundo de banco de dados, tornando as notações de autores diferentes não tão interoperáveis como se devia.

De modo geral, a Figura 12 sumariza os graus de conectividade e atributos de um relacionamento.

Figura 12 – Graus de conectividade e atributos de um relacionamento.



Fonte: Teorey, Lightstone e Nadeau (2014).

2.6 NORMALIZAÇÃO

O processo de normalização foi estruturado a fim de prevenir inconsistências e anomalias no banco de dados. Serve a dois objetivos principais, sendo, a) reagrupar as informações de forma a eliminar redundâncias de dados que possam existir nos arquivos; e b) reagrupar as informações de forma que se possa prover um Modelo de Entidade-Relacionamento (MER)(HEUSER, 2009).

É definido por formas normais que são aplicadas de forma ascendente, começando pela primeira forma normal (1FN), segunda forma normal (2FN), terceira forma normal (3FN), forma normal de Boyce-Codd (FNBC), quarta forma normal (4FN) e quinta forma normal (5FN) (SUMATHI; ESAKKIRAJAN, 2007). Um banco de dados, para ser considerado normalizado, deve considerar pelo menos os três primeiros processos. Os outros dois foram

abordados por Sumathi e Esakkirajan, sendo que a 4FN também é denominada “Boyce Normal Form”.

Segundo os autores a existência de dados redundantes representa não somente um desperdício de espaço em disco, mas cria problemas de manutenção. Além disso, um banco de dados normalizado garante que a semântica dos atributos no esquema de dados seja clara, reduz a informação redundante nas tuplas armazenando cada fato dentro do banco de dados apenas uma vez, reduz os valores nulos nas tuplas, reprova a possibilidade de gerar tuplas falsas e distribui os dados de forma que seja possível realizar mudanças ou manutenções.

2.7 A PRIMEIRA FORMA NORMAL

A primeira forma normal consiste em excluir grupos de dados repetidos, criando uma nova relação para esta categoria, que será então identificada por uma chave primária. Cada atributo deve conter apenas valores atômicos. Segundo Cougo (1997), uma modelo está na primeira forma normal se: a) está integrado por tabelas; b) as linhas da tabela são unívocas; c) as linhas não contêm itens repetitivos; d) os atributos são atômicos; e e) não contêm valores nulos.

A Tabela 5 demonstra a representação de valores não atômicos, constantes na coluna Cursos, indicando que o servidor José realizou dois cursos. Portanto, como a tabela possui valores não atômicos, é necessária a aplicação da primeira forma normal. Já a Tabela 6 apresenta o outro caso em que se faz necessário a aplicação da forma normal: grupos repetitivos.

Tabela 5 – Valores não atômicos.

Matrícula	Servidor	Cursos
12233	João	Condução Veicular Policial
12334	José	Condução Veicular Policial Técnicas de Defesa Policial

Fonte: Autor.

Tabela 6 – Tabela com grupo repetitivo (Curso 1).

Matrícula	Servidor	Curso 1	Curso 2
12233	João	Condução Veicular Policial	-
12334	José	Condução Veicular Policial	Técnicas de Defesa Policial

Fonte: Autor.

2.8 A SEGUNDA FORMA NORMAL

Uma relação está na segundaforma normal, se está na primeira forma normal e os atributos que não são chavesdependemda totalidade da chave. No caso da Tabela 7, os dados dos servidores e dos cursos estão redundantes para aqueles que participaram de mais de um curso. Portanto, os dados dos servidores não dependem da chave Cod_Curso e Matrícula, mas tão somente da chaveMatrícula e devem ser movidos para outra tabela.

Da mesma forma, os dados dos cursos dependem apenas da chave Cod_Curso e também devem ser movidos para outra tabela, resultando nas Tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 7 – Relacionamento entre as tabelas Servidor e Cursos.

<u>Cod_Curso</u>	<u>Matrícula</u>	Curso	Servidor	Categoria	Salário	Data Inicial	Carga Horária (hs)
001	12233	Condução Veicular Policial	João	A1	3	10/02/2017	30
002	12334	Técnicas de Defesa Pessoal	José	B2	2	15/02/2017	60
003	12233	Condução Veicular Policial	João	A1	3	10/03/2017	30

Fonte: Autor.

Tabela 8–Tabela Servidor.

<u>Matrícula</u>	Servidor	Categoria	Salário
12233	João	A1	3
12334	José	B2	2
12233	João	A1	3

Fonte: Autor.

Tabela 9–Tabela Curso.

<u>Cod_Curso</u>	Curso
12233	Condução Veicular Policial
12334	Técnicas de Defesa Pessoal

Fonte: Autor.

Tabela 10 – Tabela Servidor_Curso.

<u>Cod_Curso</u>	<u>Matrícula</u>	Data Inicial	Carga Horária (hs)
001	12233	10/02/2017	30
002	12334	15/02/2017	60
003	12233	10/03/2017	30

Fonte: Autor.

2.9 TERCEIRA FORMA NORMAL

Para a aplicação da terceira forma normal, o conjunto de dados precisa estar na segunda forma normal e não devem existir dependências funcionais transitivas diretas ou indiretas, ou seja, uma coluna que não é chave primária não pode depender funcionalmente de outra coluna ou conjunto de colunas que não é chave primária.

Observe que na Tabela 8, a coluna Salário depende funcionalmente da coluna Categoria, que por sua vez já apresenta dependência da chave primária Matrícula. Isso é o que foi chamado de dependência funcional transitiva. Aplicando-se o conceito na Tabela 8, temos como resultado as Tabelas 11 e 12:

Tabela 11 – Tabela de Categoria.

<u>Categoria</u>	Salário
A1	3
B2	2
A1	3

Fonte: Autor.

Tabela 12 – Servidor.

<u>Matrícula</u>	Servidor	<u>Categoria</u>
12233	João	A1
12334	José	B2

Fonte: Autor.

Um modelo já é considerado normalizado mediante a utilização das formas normais outrora descritas. Entretanto, a literatura menciona também outras formas normais: a Forma Normal de Boyce-Codd, a Quarta e Quinta Formas Normais.

2.10 FORMA NORMAL DE BOYCE-CODD

A forma normal de Boyce-Codd (FNBC) é uma forma mais simples da 3FN, porém mais rígida, já que não faz referência aberta aos conceitos da 1FN, 2FN, dependência transitiva ou chave primária (DATE, 2004). Diz-se que uma relação está na BCNF se estiver na 3FN e se todos os determinantes da relação são chaves candidatas.

Como exemplo vamos considerar a relação Ensino, sendo que para cada disciplina, cada aluno recebe aula de apenas um Instrutor; cada Instrutor ensina somente uma disciplina e uma disciplina pode ser ensinada por vários Instrutores, conforme a Tabela 13:

Tabela 13 – Tabela que implementa o relacionamento Ensino.

<u>Aluno</u>	<u>Disciplina</u>	<u>Instrutor</u>
1	Condução Veicular Policial	João
1	Tiro	José
2	Condução Veicular Policial	João
2	Tiro	Pedro

Fonte: Autor.

Chaves candidatas: (Aluno, Disciplina) ou (Aluno, Instrutor)

Dependências Funcionais: (Aluno, Disciplina) ->Instrutor e Instrutor-> Disciplina

Se a chave primária for (Aluno, Disciplina) a relação está em 3FN. Se a chave primária for (Aluno, Instrutor) a relação está em 1FN. Em ambos os casos, a relação não está em BCNF porque o determinante Instrutor não é uma chave candidata. Aplicando-se o conceito para obtenção da FNBC, precisamos verificar as dependências funcionais que violam o conceito e criar uma nova relação para cada uma, com a chave primária igual ao determinante, excluindo da relação original essas colunas.

Utilizando a Tabela 13 e aplicando-se o conceito, chega-se às Tabelas 14 e 15:

Ensino (Aluno, Instrutor) e Leciona (Instrutor, Disciplina)

Tabela 14 – Relação Ensino após aplicação da FNBC.

<u>Aluno</u>	<u>Instrutor</u>
1	João
1	José
2	João
2	Pedro

Fonte: Autor.

Tabela 15 – Relação Leciona após aplicação da FNBC.

<u>Instrutor</u>	<u>Disciplina</u>
João	Condução Veicular Policial
José	Tiro
João	Condução Veicular Policial
Pedro	Tiro

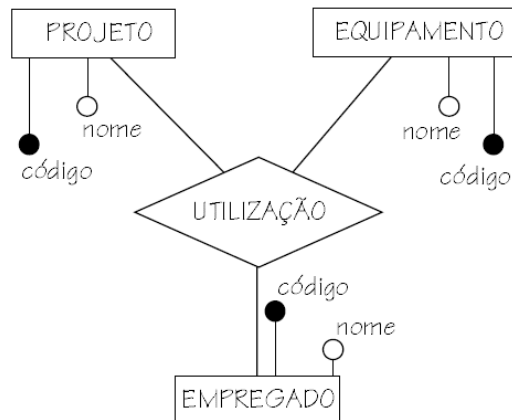
Fonte: Autor.

2.11 QUARTA FORMA NORMAL

Para se entender a utilização desta forma de normalização, deve-se definir primeiramente o que é uma dependência funcional multivalorada. Uma coluna, ou conjunto delas, depende multivaloradamente de uma coluna determinante da mesma tabela quando um valor do atributo determinante identifica repetidas vezes um conjunto de valores na coluna dependente (HEUSER, 2009). Assim, para uma tabela encontrar-se na quarta forma normal,

precisa estar na 3FN e não conter dependências funcionais multivaloradas. A Figura 13 exemplifica o conceito e a Tabela 16 indica como fica a implementação do relacionamento.

Figura 13 – MER com dependências multivaloradas.



Fonte: Heuser (2009).

Tabela 16 – Tabela que implementa o relacionamento “Utilização”.

<u>CodProj</u>	<u>CodEmp</u>	<u>CodEquip</u>
1	1	1
1	2	1
1	3	1
1	1	2
1	2	2

Fonte: Heuser (2009).

Como nota-se na Tabela 16, a coluna CodEmp depende multivaloradamente da coluna CodProj, já que um valor de CodProj determina múltiplas vezes um conjunto de valores de CodEmp. Então, a tabelaUtilização não está na 4FN e deve ser decomposta em duas tabelas: ProjEmp (CodProj, CodEmp) e ProjEquip (CodProj, CodEquip). Silberchatz et al. (2006) ressalta que a quarta forma normal se diferencia da FNBC apenas no uso das dependências de valores múltiplos em vez das dependências funcionais.

2.12 QUINTA FORMA NORMAL

Silberchatz et al. (2006) chama a quinta forma normal de Forma Normal de Junção de Projeção (FNPJ), já que considera esse tipo de restrição uma dependência de junção, que generaliza dependências de valores múltiplos, ou seja, são os casos de relacionamentos ternários, quaternários e n-ários.

Então, um relacionamento está na sua 5FN quando seu conteúdo não puder ser reconstruído (junção) a partir de outros registros menores, extraídos deste registro principal. Essa forma normal é raramente utilizada. O autor ainda relata a existência de uma classe de restrições ainda mais gerais que resultam na forma normal de chave de domínio (FNCD), também raramente utilizada.

3 MODELO PROPOSTO

3.1 INTRODUÇÃO

Para subsidiar o desenvolvimento do modelo de dados, foram efetuadas consultas às documentações da PRF e questionamentos específicos aos gestores, para determinar como ocorre o fluxo dos processos antes e durante um evento de capacitação. Dentre todos os eventos analisados, indiscutivelmente, o Curso de Formação Profissional se destaca pela sua amplitude, complexidade e quantidade de alunos e instrutores envolvidos. É a última etapa do concurso público para provimento de vagas para o cargo de policial rodoviário federal, e visa capacitar os candidatos a exercerem com excelência suas futuras atribuições, através da aplicação de conhecimentos teóricos, técnicos e operacionais, no exercício de suas atividades profissionais.

No evento realizado pela PRF, no ano de 2016, foram matriculados 799 alunos, sendo distribuídos em 24 turmas, divididas em três núcleos: Alpha, Bravo e Charlie, cada qual com 08 (oito) turmas. O curso teve a duração de 96 dias, sendo 75 dias letivos, com uma carga horária de 740 h/a, distribuídas em 32 disciplinas nas seguintes áreas: Prática de Atividade Policial, Conhecimentos Gerais do Policial, Ciências Humanas da Atividade Policial, Conhecimentos Específicos do Policial e palestras com ênfase na atividade policial. O início das atividades ocorreu no dia 16 de fevereiro de 2016 e o último dia, 18 de maio de 2016. No dia 20 de maio de 2016 ocorreu a formatura, com a presença do então Ministro de Estado da Justiça e Cidadania, Alexandre de Moraes.

O curso foi estruturado contendo uma equipe de 03 (três) supervisores (Geral, Pedagógico e Operacional), 03 (três) Gestores (Executivo, Pedagógico e Operacional), 44 (quarenta e quatro) Coordenadores Pedagógicos e Administrativos e 357 servidores do quadro de instrutores da PRF. Além disso, todas as áreas da ANPRF auxiliaram a realização do evento. A jornada de trabalho teve como regra geral 40 horas semanais, incluídas as horas de instrução, tendo um limite máximo de 60 horas semanais, nos termos do Parecer Vinculante AGU/GQ-15, de 30 de março de 1998, sendo necessário, para essa prorrogação, autorização prévia do gestor executivo, mediante a apresentação de solicitação fundamentada.

Toda a documentação gerada pelo curso foi organizada em processos eletrônicos, sendo que o processo principal contém o índice dos demais processos referentes a cada uma das áreas. O Sistema Eletrônico de Informações – SEI é um sistema eletrônico de processos

administrativos, desenvolvido pelo TRF da 4ª Região e difundiu-se pelos órgãos governamentais como uma ferramenta tecnológica indispensável para a manipulação desses processos. Anteriormente, cada processo era organizado em volumes físicos. Dado a enorme quantidade de processos, existia uma enorme demanda por espaço físico, servidores para manusear um incontável número de processos e a recuperação de uma informação do processo poderia levar dias.

Entretanto, apesar de todos os benefícios, este não parece ser o melhor meio de se armazenar e recuperar informações estratégicas e operacionais, já que as informações são espalhadas por diversos processos e os metadados do sistema não possuem informações completas e relevantes acerca das informações armazenadas.

3.2 MODELAGEM CONCEITUAL E LÓGICA

A modelagem conceitual é um processo estruturado que envolve o entendimento da definição de modelo. Um modelo, segundo Cougo (1997) é a representação abstrata e simplificada de sistemas do mundo real. Como exemplo, pode-se citar uma planta baixa de um apartamento. Ele ainda não existe, mas já está representado e planejado. Essa representação é capaz de explicar ou testar o comportamento dos objetos ou sistemas. Segundo o autor, é necessária a definição de alguns requisitos antes mesmo da execução de uma modelagem: a abrangência, o nível de detalhamento, o tempo para produção do modelo e os recursos disponíveis.

Após a definição destes critérios, começa a atividade cíclica de modelagem, consistindo na observação, entendimento, representação, verificação da fidelidade e coerência e a validação do modelo. Envolve a observação do objeto para identificação, conceituação, entendimento e assimilação. Esta abordagem está desacoplada das especificações tecnológicas da futura solução, já que trabalha em um nível de abstração. É o que chamamos de Diagrama de Entidade e Relacionamento.

A fim de se balizar o processo de modelagem foram utilizadas perguntas de competência. Segundo Uschold (1996), a utilização de cenários como base para se definir perguntas de competência é uma estratégia mais elaborada e minuciosa. Neste sentido, se um modelo ou uma ontologia (representação de determinado domínio de problema) conseguir responder a todas as perguntas, seu objetivo final é atingido.

Entretanto, há várias maneiras de se representar o mesmo conhecimento. Quando se procura responder uma classe específica de perguntas de competência, nem sempre esse conhecimento resulta em uma representação com a mesma complexidade. Portanto, vários modelos podem ser desenvolvidos utilizando a mesma informação, partindo-se do mais simples para o mais complexo (FOX; GRUNINGER, 1998).

De acordo com a análise realizada com o fito de desenvolver um modelo de dados (visão lógica) capaz de gerenciar os dados referentes às atividades de formação e treinamento da PRF, as entidades Evento, Aluno, Instrutor, Turma, Disciplina, Disciplina_Evento e Aula foram primariamente identificadas.

A entidade Evento possui um atributo identificador chamado Id_Evento. A entidade Disciplina tem como campo identificador o Id_Disciplina. A entidade Disciplina_Evento surge em razão do relacionamento N:N entre Disciplina e Evento, tendo como atributo identificador Id_Disciplina_Evento, criado no intuito de se evitar a utilização de dois campos como atributo identificador. A entidade Turma possui o atributo identificador Id_Turma. A entidade Aluno possui como atributo identificador Nr_Inscricao. A entidade Instrucao (ou Aula), possui como atributo identificador Id_Instrucao. Todos estes campos são campos incrementais. Entretanto, apenas estas entidades não são suficientes para a solução proposta. Então, outras entidades foram sugeridas para conterem todas as informações necessárias para se responder todas as perguntas de competência, constantes na Tabela 17.

Tabela 17 – Perguntas de competência utilizadas para nortear o modelo.

<u>Pergunta</u>	<u>Sigla</u>	<u>Entidade Estabelecida</u>
Quais e quantos alunos estão participando do evento?	P1	Aluno, Evento
Quais os tipos de ocorrências mais frequentes registradas pelos chefes de turma?	P2	Ficha_Ocorrencia
Quais alunos não compareceram as aulas das disciplinas?	P3	Aluno_Aula
Qual o horário das aulas da turma?	P4	Aula, Turma
Quem são os instrutores da turma?	P5	Instrutor
Em qual turma o aluno está matriculado?	P6	Aluno, Turma
Quais os eventos em que o instrutor atuou?	P7	Convocacao, Evento, Aula
Qual o total de horas-aula ministrada pelo instrutor?	P8	Aula
Quem são os instrutores de determinada disciplina?	P9	Instrutor_Disciplina

Fonte: Autor.

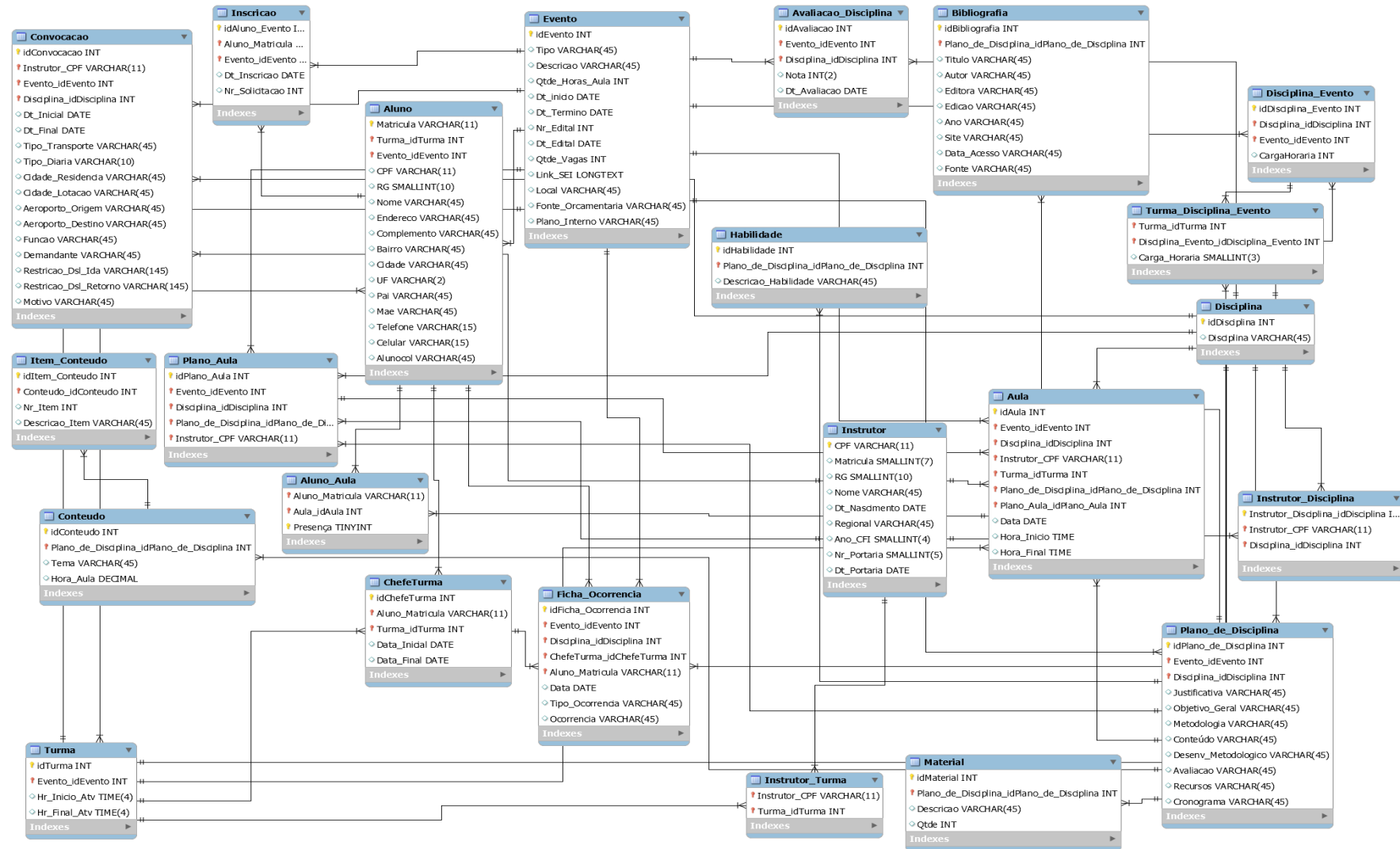
Tabela 17 – Perguntas de competência utilizadas para nortear o modelo (continuação).

Quais instrutores estão aptos a ministrar disciplinas sem a necessidade de atualização pedagógica?	P10	Aula, Instrutor
Quais instrutores foram convocados para determinado evento de formação ou capacitação e quais os períodos?	P11	Convocacao
Qual plano de aula determinado instrutor utilizou para ministrar sua aula?	P12	Plano_Aula
Quais são os horários de aula de cada instrutor em determinada turma?	P13	Aula
Quais as disciplinas de determinado evento?	P14	Evento_Disciplina
Qual a quantidade de horas-aulas de cada disciplina no evento?	P15	Disciplina_Evento
Quais são os materiais necessários para que cada instrutor possa ministrar a aula da disciplina?	P16	Material
Qual o Plano de Disciplina para cada evento?	P17	Plano_Disciplina

Fonte: Autor.

No intuito de se responder as perguntas de forma que a informação possa ser recuperada com confiabilidade, integridade, disponibilidade e segurança, o modelo proposto é apresentado na Figura 14:

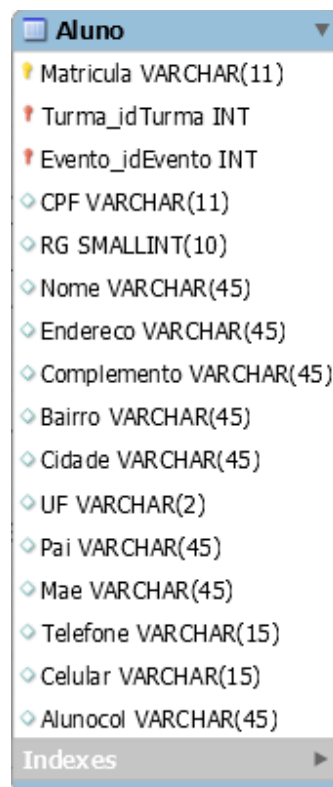
Figura 14 – Modelo de Entidade e Relacionamento proposto.



Fonte: Autor.

As chaves primárias das entidades estão precedidas do símbolo amarelo, e as chaves estrangeiras, são precedidas do símbolo na cor laranja. A entidade Aluno serve à finalidade de responder as seguintes perguntas de competência: P1 “Quais e quantos alunos estão participando do evento?” e P6 “Em qual turma o aluno está matriculado?”. A Figura 15 apresenta a entidade “Aluno” com seus campos. Na construção da consulta, deve ser fornecido como parâmetro o evento, e adicionado um campo de totalização no relatório.

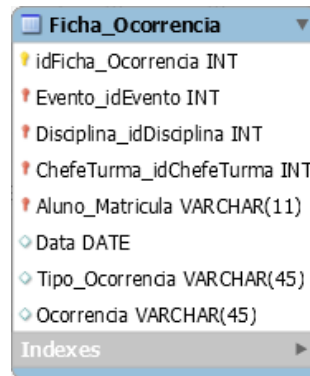
Figura 15 – Entidade Aluno.



Fonte: Autor.

Para consolidar as informações referentes à pergunta de competência P2 “Quais os tipos de ocorrências mais frequentes registradas pelos chefes de turma?”, utilizamos a entidade “Ficha_Ocorrencia”, organizada conforme a Figura 16.

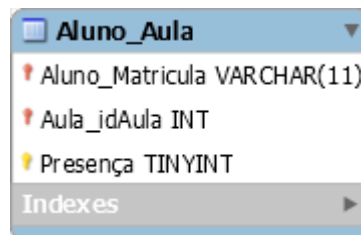
Figura 16 – Entidade Ficha_Ocorrencia.



Fonte: Autor.

Para se obter a frequência dos alunos, de acordo com a pergunta P3 “Quais alunos não compareceram as aulas das disciplinas?”, utilizamos a entidade resultante do relacionamento múltiplo entre a entidade “Aluno” e “Aula”: a entidade “Aluno_Aula”, com as chaves estrangeiras “Aluno_Matricula” e “Aula_idAula” (Figura 17).

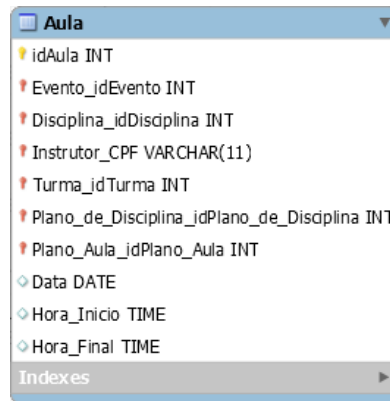
Figura 17 – Entidade Aluno_Aula.



Fonte: Autor.

Para se responder a P4 “Qual o horário das aulas da turma? ”, analisamos a entidade “Aula”, de onde todos os dados podem ser obtidos:

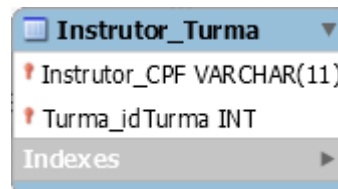
Figura 18 – Entidade Aula.



Fonte: Autor.

A próxima pergunta de competência é a P5 “Quem são os instrutores da turma?”. Para se obter essas informações, analisa-se a entidade resultante do relacionamento múltiplo entre “Turma” e “Instrutor”, constante da Figura 19:

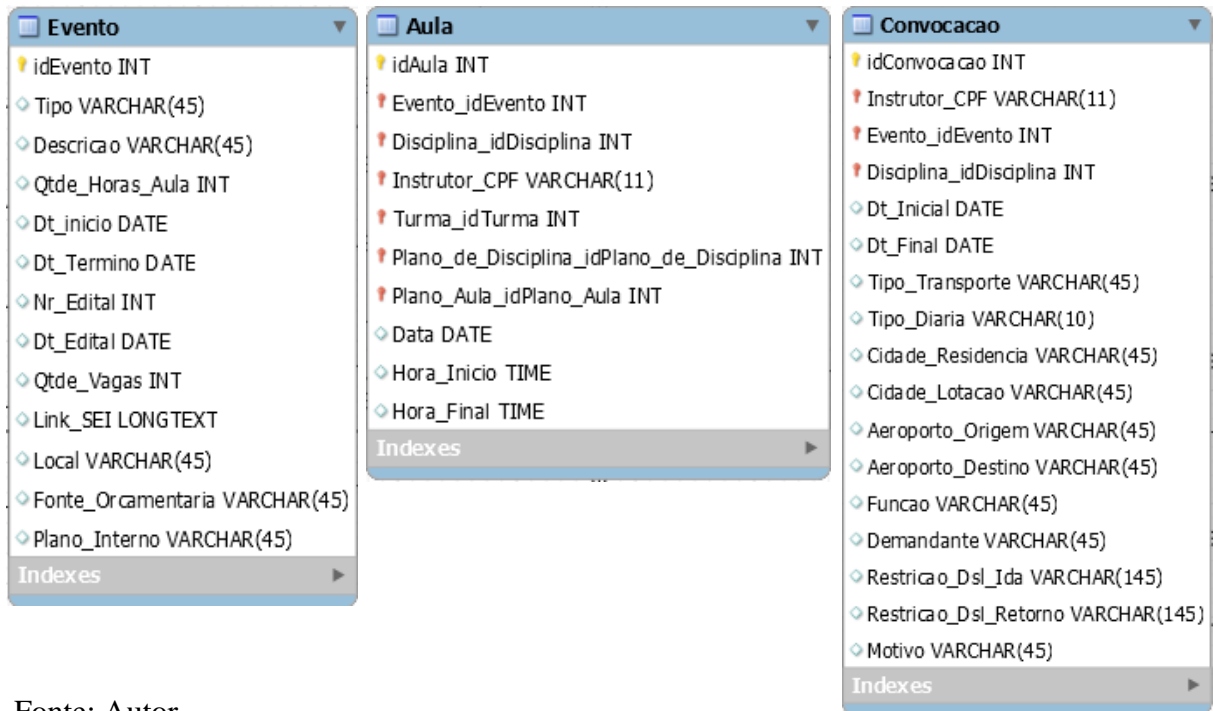
Figura 19 – Entidade Instrutor_Turma.



Fonte: Autor.

A pergunta P6 foi tratada no comentário da P1. Para a resolução da P7 “Quais os eventos em que o instrutor atuou?”, utiliza-se a entidade “Evento” relacionada com a entidade “Convocacao” (Figura 20), através dos campos idEvento (chave primária) e Evento_idEvento (chave estrangeira). Entretanto, é necessário observar ainda, se o instrutor ministrou pelo menos uma aula no evento, pois o Instrutor pode ter sido convocado, mas não ter atuado por motivos imprevistos. Neste caso, esta informação pode ser obtida pela entidade “Aula”. Então, deve haver pelo menos uma aula ministrada pelo Instrutor convocado. A resposta da pergunta P8 “Qual o total de horas-aula ministrada pelo instrutor?”, também pode ser deduzida aqui.

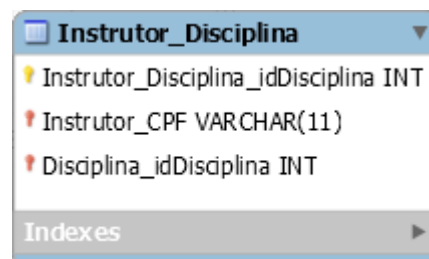
Figura 20 – Entidades Evento, Aula e Convocacao.



Fonte: Autor.

Para se solucionar a pergunta P9 “Quem são os instrutores de determinada disciplina?”, pode-se utilizar a entidade “Instrutor_Disciplina” (Figura 21), resultante do relacionamento múltiplo entre Instrutor e Disciplina. Existe uma regra de negócio na instituição estabelecendo que um Instrutor pode ministrar até três disciplinas diferentes. Através desta entidade, pode-se vincular um Instrutor em uma ou várias disciplinas, permitindo assim retratar qualquer alteração futura da regra de negócio.

Figura 21 – Entidade Instrutor_Disciplina.



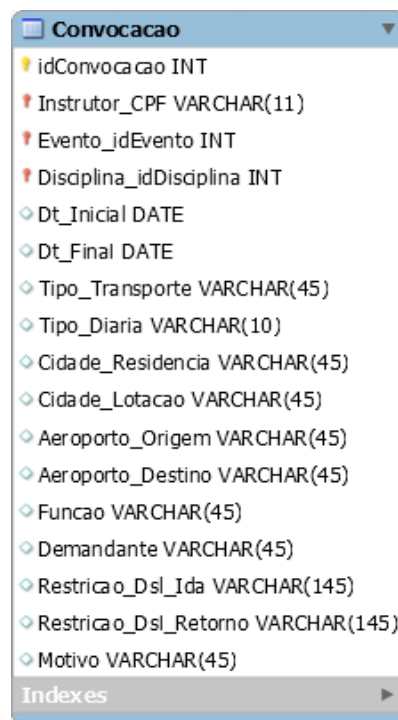
Fonte: Autor.

Para a pergunta P10 “Quais instrutores estão aptos a ministrar disciplinas sem a necessidade de atualização pedagógica?”, uma regra de negócio deve ser estabelecida: Até

quanto tempo após a participação em um evento, um instrutor é considerado apto para continuar lecionando? A partir desta informação, pode-se realizar uma busca pela entidade “Aula”, a fim de se verificar qual a data da última aula ministrada pelo instrutor.

Seguindo para a P11 “Quais instrutores foram convocados para determinado evento de formação ou capacitação e quais os períodos?”, a entidade “Convocacao” deve ser analisada para a extração dessa informação. A entidade é representada na Figura 22.

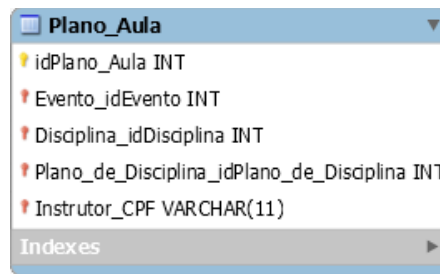
Figura 22 – Entidade Convocacao.



Fonte: Autor.

A entidade “Plano_Aula” (Figura 23) é indicada para se obter os dados requeridos pela pergunta P12 “Qual plano de aula determinado instrutor utilizou para ministrar sua aula?”. Esta entidade possui apenas chaves estrangeiras. Outros campos deixaram de ser registrados para simplificar o modelo.

Figura 23 – Entidade Plano_Aula.



Fonte: Autor.

A informação para consolidação da P13 “Quais são os horários de aula de cada instrutor em determinada turma?” pode ser extraída da entidade Aula, pois ela contém os dados da disciplina, do instrutor e da turma na qual a aula será ministrada. Para se obter os dados solicitados pela P14 “Quais as disciplinas de determinado evento?” e P15 “Qual a quantidade de horas-aulas de cada disciplina no evento?”, utilizamos a entidade “Disciplina_Evento” (Figura 24).

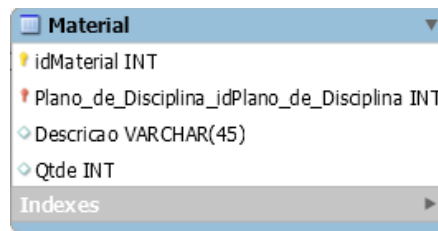
Figura 24 – Entidade Disciplina_Evento.



Fonte: Autor.

Para a P16 “Quais são os materiais necessários para que cada instrutor possa ministrar a aula da disciplina?”, os dados podem ser obtidos pela análise da entidade “Material”, conforme Figura 25.

Figura 25 – Entidade Material.



Fonte: Autor.

O plano da disciplina é tratado na P17 “Qual o Plano de Disciplina para cada evento?”. Para extrair a informação solicitada pela pergunta de competência, utilizamos a entidade Plano_Disciplina, consoante a Figura 26.

Figura 26 – Entidade Plano-Disciplina.



Fonte: Autor.

3.3 PROJETO FÍSICO

Segundo Heuser (2009), o projeto físico contém elementos que envolvem o ajuste fino do banco de dados, de modo a influenciar em seu desempenho. Desta forma, alterações realizadas no projeto físico não interferem na aplicação que está utilizando o banco de dados. É um processo contínuo fundamentalmente dependente do banco de dados específico. É o processo chamado de sintonia de banco de dados.

3.4 ESQUEMA FÍSICO

A partir da visão lógica, passa-se ao esquema físico, definindo qual gerenciador de banco de dados será utilizado para a implementação do modelo. Diversas atividades do esquema físico são desempenhadas pelo próprio gerenciador de banco de dados, a partir da execução dos comandos da linguagem SQL para criação, atualização e exclusão de objetos do banco de dados, que não serão abordadas neste estudo, pois dizem respeito ao funcionamento interno do SGBD.

Para o modelo proposto, é apresentado o esquema de criação de algumas tabelas, utilizando a sintaxe SQL, no banco de dados MySQL®, que foi escolhido por questões de afinidade. Observa-se que, para a criação de uma tabela, sempre é utilizado o comando CREATE TABLE. Para criação dos campos, deve-se informar o nome dos campos, seguidos do tipo de dados que ali será incluído, e se é permitido o campo conter valores nulos. Valores nulos indicam que o campo não possui nenhum valor, diferentemente de quando o campo possui valores com o numeral zero. Os Quadros 1 a 8 apresentam os esquemas das principais tabelas do modelo proposto.

Quadro 1: Esquema de criação da tabela Instrutor.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Instrutor` (
  `CPF` INT NOT NULL,
  `Matricula` SMALLINT(7) NULL,
  `RG` SMALLINT(10) NULL,
  `Nome` VARCHAR(45) NULL,
  `Dt_Nascimento` DATE NULL,
  `Regional` VARCHAR(45) NULL,
  `Ano_CFT` SMALLINT(4) NULL,
  `Nr_Portaria` SMALLINT(5) NULL,
  `Dt_Portaria` DATE NULL,
  PRIMARY KEY (`CPF`))
ENGINE = InnoDB
```

Fonte: Autor.

Quadro 2: Esquema de criação da tabela Disciplina.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Disciplina` (
  `idDisciplina` INT NOT NULL,
  `Disciplina` VARCHAR(45) NULL,
  PRIMARY KEY (`idDisciplina`))
ENGINE = InnoDB
```

Fonte: Autor.

Quadro 3: Esquema de criação da tabela Evento.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Evento` (
  `idEvento` INT NOT NULL,
  `Tipo` VARCHAR(45) NULL,
  `Descricao` VARCHAR(45) NULL,
  `Qtde_Horas_Aula` INT NULL,
  `Dt_inicio` DATE NULL,
  `Dt_Termino` DATE NULL,
  `Nr_Edital` INT NULL,
  `Dt_Edital` DATE NULL,
  `Qtde_Vagas` INT NULL,
  `Link_SEI` LONGTEXT NULL,
  `Local` VARCHAR(45) NULL,
  `Fonte_Orcamentaria` VARCHAR(45) NULL,
  `Plano_Interno` VARCHAR(45) NULL,
  PRIMARY KEY (`idEvento`))
ENGINE = InnoDB

```

Fonte: Autor.

Quadro 4: Esquema de criação da tabela Convocacao.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Convocacao` (
  `idConvocacao` INT NOT NULL,
  `Instrutor_CPF` INT NOT NULL,
  `Evento_idEvento` INT NOT NULL,
  `Disciplina_idDisciplina` INT NOT NULL,
  `Dt_Inicial` DATE NULL,
  `Dt_Final` DATE NULL,
  `Tipo_Transporte` VARCHAR(45) NULL,
  `Tipo_Diaria` VARCHAR(10) NULL,
  `Cidade_Residencia` VARCHAR(45) NULL,
  `Cidade_Lotacao` VARCHAR(45) NULL,
  `Aeroporto_Origem` VARCHAR(45) NULL,
  `Aeroporto_Destino` VARCHAR(45) NULL,
  `Funcao` VARCHAR(45) NULL,
  `Demandante` VARCHAR(45) NULL,
  `Restricao_Dsl_Ida` VARCHAR(145) NULL,
  `Restricao_Dsl_Retorno` VARCHAR(145) NULL,
  `Motivo` VARCHAR(45) NULL,

  PRIMARY KEY (`idConvocacao`, `Instrutor_CPF`, `Evento_idEvento`,
`Disciplina_idDisciplina`),
  INDEX `fk_Convocacao_Instrutor1_idx` (`Instrutor_CPF` ASC),
  INDEX `fk_Convocacao_Evento1_idx` (`Evento_idEvento` ASC),
  INDEX `fk_Convocacao_Disciplina1_idx` (`Disciplina_idDisciplina` ASC),

  CONSTRAINT `fk_Convocacao_Instrutor1`
  FOREIGN KEY (`Instrutor_CPF`)
  REFERENCES `mydb`.`Instrutor` (`CPF`)
  ON DELETE NO ACTION

```

```

ON UPDATE NO ACTION,
CONSTRAINT `fk_Convocacao_Evento1`
FOREIGN KEY (`Evento_idEvento`)
REFERENCES `mydb`.`Evento` (`idEvento`)
ON DELETE NO ACTION
ON UPDATE NO ACTION,
CONSTRAINT `fk_Convocacao_Disciplina1`
FOREIGN KEY (`Disciplina_idDisciplina`)
REFERENCES `mydb`.`Disciplina` (`idDisciplina`)
ON DELETE NO ACTION
ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

```

Fonte: Autor.

Quadro 5: Esquema de criação da tabela Aluno.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Aluno` (
  `Matricula` VARCHAR(11) NOT NULL,
  `Turma_idTurma` INT NOT NULL,
  `Evento_idEvento` INT NOT NULL,
  `CPF` VARCHAR(11) NULL,
  `RG` SMALLINT(10) NULL,
  `Nome` VARCHAR(45) NULL,
  `Endereco` VARCHAR(45) NULL,
  `Complemento` VARCHAR(45) NULL,
  `Bairro` VARCHAR(45) NULL,
  `Cidade` VARCHAR(45) NULL,
  `UF` VARCHAR(2) NULL,
  `Pai` VARCHAR(45) NULL,
  `Mae` VARCHAR(45) NULL,
  `Telefone` VARCHAR(15) NULL,
  `Celular` VARCHAR(15) NULL,
  `Alunocol` VARCHAR(45) NULL,
  PRIMARY KEY (`Matricula`, `Turma_idTurma`, `Evento_idEvento`),
  INDEX `fk_Aluno_Turma1_idx` (`Turma_idTurma` ASC),
  INDEX `fk_Aluno_Evento1_idx` (`Evento_idEvento` ASC),
  CONSTRAINT `fk_Aluno_Turma1`
    FOREIGN KEY (`Turma_idTurma`)
    REFERENCES `mydb`.`Turma` (`idTurma`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Aluno_Evento1`
    FOREIGN KEY (`Evento_idEvento`)
    REFERENCES `mydb`.`Evento` (`idEvento`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

```

Fonte: Autor.

Quadro 6: Esquema de criação da tabela Aula.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Aula` (
  `idAula` INT NOT NULL,
  `Evento_idEvento` INT NOT NULL,
  `Disciplina_idDisciplina` INT NOT NULL,
  `Instrutor_CPF` INT NOT NULL,
  `Turma_idTurma` INT NOT NULL,
  `Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina` INT NOT NULL,
  `Plano_Aula_idPlano_Aula` INT NULL,
  `Data` DATE NULL,
  `Hora_Inicio` TIME NULL,
  `Hora_Final` TIME NULL,
  PRIMARY KEY (`idAula`, `Evento_idEvento`, `Disciplina_idDisciplina`,
`Instrutor_CPF`, `Turma_idTurma`, `Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina`,
`Plano_Aula_idPlano_Aula`),
  INDEX `fk_Aula_Turma1_idx` (`Turma_idTurma` ASC),
  INDEX `fk_Aula_Plano_Aula1_idx` (`Plano_Aula_idPlano_Aula` ASC),
  INDEX
                                `fk_Aula_Plano_de_Disciplina1_idx`
(`Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina` ASC),
  INDEX `fk_Aula_Evento1_idx` (`Evento_idEvento` ASC),
  INDEX `fk_Aula_Instrutor1_idx` (`Instrutor_CPF` ASC),
  INDEX `fk_Aula_Disciplinal_idx` (`Disciplina_idDisciplina` ASC),
  CONSTRAINT `fk_Aula_Turma1`
    FOREIGN KEY (`Turma_idTurma`)
  REFERENCES `mydb`.`Turma` (`idTurma`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Aula_Plano_Aula1`
    FOREIGN KEY (`Plano_Aula_idPlano_Aula`)
  REFERENCES `mydb`.`Plano_Aula` (`idPlano_Aula`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Aula_Plano_de_Disciplinal`
    FOREIGN KEY (`Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina`)
  REFERENCES `mydb`.`Plano_de_Disciplina` (`idPlano_de_Disciplina`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Aula_Evento1`
    FOREIGN KEY (`Evento_idEvento`)
  REFERENCES `mydb`.`Evento` (`idEvento`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Aula_Instrutor1`
    FOREIGN KEY (`Instrutor_CPF`)
  REFERENCES `mydb`.`Instrutor` (`CPF`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Aula_Disciplinal`
    FOREIGN KEY (`Disciplina_idDisciplina`)
  REFERENCES `mydb`.`Disciplina` (`idDisciplina`)

```



```

ON DELETE NO ACTION
ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

```

Fonte: Autor.

Quadro 7: Esquema de criação da tabela Plano_de_Disciplina.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Plano_de_Disciplina` (
  `idPlano_de_Disciplina` INT NOT NULL,
  `Evento_idEvento` INT NOT NULL,
  `Disciplina_idDisciplina` INT NOT NULL,
  `Justificativa` VARCHAR(45) NULL,
  `Objetivo_Geral` VARCHAR(45) NULL,
  `Metodologia` VARCHAR(45) NULL,
  `Conteúdo` VARCHAR(45) NULL,
  `Desenv_Metodologico` VARCHAR(45) NULL,
  `Avaliacao` VARCHAR(45) NULL,
  `Recursos` VARCHAR(45) NULL,
  `Cronograma` VARCHAR(45) NULL,
  PRIMARY KEY (`idPlano_de_Disciplina`, `Evento_idEvento`,
  `Disciplina_idDisciplina`),
  INDEX `fk_Plano_de_Disciplina_Evento1_idx` (`Evento_idEvento` ASC),
  INDEX `fk_Plano_de_Disciplina_Disciplina1_idx` (`Disciplina_idDisciplina`
  ASC),
  CONSTRAINT `fk_Plano_de_Disciplina_Evento1`
  FOREIGN KEY (`Evento_idEvento`)
  REFERENCES `mydb`.`Evento` (`idEvento`)
  ON DELETE NO ACTION
  ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_Plano_de_Disciplina_Disciplina1`
  FOREIGN KEY (`Disciplina_idDisciplina`)
  REFERENCES `mydb`.`Disciplina` (`idDisciplina`)
  ON DELETE NO ACTION
  ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

```

Fonte: Autor.

Quadro 8: Esquema de criação da tabela Plano_Aula.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Plano_Aula` (
  `idPlano_Aula` INT NOT NULL,
  `Evento_idEvento` INT NOT NULL,
  `Disciplina_idDisciplina` INT NOT NULL,
  `Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina` INT NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`idPlano_Aula`, `Evento_idEvento`, `Disciplina_idDisciplina`,
  `Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina`),
  INDEX `fk_Plano_Aula_Plano_de_Disciplina1_idx`
  (`Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina` ASC),
  INDEX `fk_Plano_Aula_Disciplina1_idx` (`Disciplina_idDisciplina` ASC),
  INDEX `fk_Plano_Aula_Evento1_idx` (`Evento_idEvento` ASC),

```

```

CONSTRAINT `fk_Plano_Aula_Plano_de_Disciplinal`
  FOREIGN KEY (`Plano_de_Disciplina_idPlano_de_Disciplina`)
  REFERENCES `mydb`.`Plano_de_Disciplina` (`idPlano_de_Disciplina`)
ON DELETE NO ACTION
  ON UPDATE NO ACTION,
CONSTRAINT `fk_Plano_Aula_Disciplinal`
  FOREIGN KEY (`Disciplina_idDisciplina`)
  REFERENCES `mydb`.`Disciplina` (`idDisciplina`)
ON DELETE NO ACTION
  ON UPDATE NO ACTION,
CONSTRAINT `fk_Plano_Aula_Evento1`
  FOREIGN KEY (`Evento_idEvento`)
  REFERENCES `mydb`.`Evento` (`idEvento`)
  ON DELETE NO ACTION
  ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

```

Fonte: Autor.

Nota-se que quando se transforma o esquema conceitual no esquema lógico, as tabelas que contém relacionamentos N:M dão origem à outras tabelas que contém as chaves primárias das tabelas originais. São as chamadas tabelas associativas. Estas chaves primárias, quando transportadas para as tabelas de destino, passam a ser chamadas de chaves estrangeiras. Nos Quadros acima, percebe-se a criação deste tipo de chave pela linha FOREIGN KEY.

Pode-se verificar algumas similaridades entre cada uma das tabelas. Primeiro, os campos que fazem parte do índice primário não podem ser nulos. A nulidade provocaria inconsistência na tabela. Faz parte de cada índice primário um campo auto incremental, com exceção da tabela de Instrutor, Aluno e algumas tabelas resultantes de relacionamentos múltiplos. Este campo foi criado para que o índice, ao fazer parte de uma chave estrangeira em outra tabela, não fique com diversos campos, reduzindo a complexidade do modelo.

A operação de atualização e eliminação de dados em cascata não foi definida para nenhuma tabela, mas seria possível estabelecer que, caso um registro seja eliminado em uma tabela, também o seja em todas as tabelas com as quais possua um relacionamento (relacionamento pai-filho), prevenindo inconsistências no banco. Outro aspecto refere-se aos índices de tabelas advindas de múltiplos relacionamentos, que possuem todos os índices das tabelas a que se referem. Assim, para se encontrar uma determinada informação, por exemplo, na tabela Plano_Aula, é necessário informar qual é o evento em questão, qual é a disciplina do evento e qual plano de disciplina.

4 DISCUSSÃO E EXEMPLOS DE CONSULTAS

Utilizando o modelo proposto em função das perguntas de competência, o banco de dados foi povoado visando permitir a extração de algumas consultas que objetivam apresentar as informações julgadas pertinentes. Para essa tarefa, vários caminhos podem ser seguidos, desde a utilização de ferramentas existentes, como o desenvolvimento de novas aplicações para apresentação dos relatórios. Aqui, optou-se por utilizar o aplicativo Microsoft Access® para geração das consultas e confecção de relatórios. O aplicativo é de fácil manuseio e apresenta diversos “wizards” para essa tarefa, simplificando a criação das consultas e a confecção dos relatórios.

Para se realizar a conexão do Microsoft Access® com o banco de dados MySQL®, foi necessário a utilização de um driver de conectividade ao banco de dados com o padrão ODBC (acrônimo para *Open Database Connectivity*), que é disponibilizado pelo próprio MySQL®. O ODBC é uma padronização da indústria para acesso aos sistemas gerenciadores de banco de dados e utilizam um conjunto de interfaces para o uso de diversas linguagens de programação.

Várias consultas podem ser efetuadas após a vinculação das tabelas do MySQL® com o Microsoft Access®. Também pode-se utilizar as ferramentas do aplicativo para a criação de formulários para a entrada de dados e a geração de relatórios. Esses podem ter como origem tabelas ou consultas armazenadas no banco de dados.

Dessas abordagens, optou-se neste trabalho pela criação de consultas que retornem todos os dados que devem estar presentes no relatório. Para o relatório que fornece os dados requisitados pela P1, a consulta do Quadro 9 foi desenvolvida, e apresenta como resultado o relatório da Figura 27.

Quadro 9: Consulta para geração do relatório referente à P1.

```
SELECT aluno_evento.Evento_idEvento, evento.Descricao,
aluno_evento.Aluno_Matricula, aluno.CPF, aluno.Nome
FROM evento INNER JOIN (aluno_evento INNER JOIN aluno ON
aluno_evento.Aluno_Matricula = aluno.Matricula) ON evento.idEvento =
aluno_evento.Evento_idEvento;
```

Fonte: Autor.

Figura 27 – Relatório de alunos matriculados em um evento – P1.

Relatório de Alunos		
Descrição do Evento: CURSO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL		
Nome:	Matricula:	CPF
Aidan Sheppard	91	28725399-0
Nome:	Matricula:	CPF
Amos Hicks	85	26181248-7
Nome:	Matricula:	CPF
Barry Reyes	10	31157444-2
Nome:	Matricula:	CPF
Beck Estes	65	22088531-3
Nome:	Matricula:	CPF
Berk Ortiz	3	30688702-5
Nome:	Matricula:	CPF
Chandler Kramer	37	25564383-5
Nome:	Matricula:	CPF
Christian Molina	98	24589572-0
Nome:	Matricula:	CPF
Deacon Baldwin	74	27794036-1
Nome:	Matricula:	CPF
Devin Carroll	17	29677440-5
Nome:	Matricula:	CPF
Dexter Bailey	31	10730620-K
Nome:	Matricula:	CPF
Dieter Hall	30	31087410-8
Nome:	Matricula:	CPF
Fitzgerald Davenport	93	26497064-4
Nome:	Matricula:	CPF
Flynn Santana	19	11228820-1
Nome:	Matricula:	CPF
Gareth House	92	28608960-7
Nome:	Matricula:	CPF
Garth Hayes	39	23439768-0
Nome:	Matricula:	CPF
Geoffrey Christensen	13	15394176-9
Nome:	Matricula:	CPF
Griffith Fleming	15	10132232-7
Nome:	Matricula:	CPF
Harrison Brewer	48	10127584-1
domingo, 9 de abril de 2017	Total de alunos matriculados no evento:	50
		Página 1 de 3

Fonte: Autor.

A P1 que resulta na entidade Aluno é plenamente satisfeita com a emissão deste relatório. A consulta não apresentou complexidade, em virtude de envolver apenas três tabelas. A

cláusula INNER JOIN do SQL é utilizada para realizar uma comparação de valores entre tabelas que apresentam um relacionamento entre si. É possível a utilização da cláusula de forma aninhada. Neste caso, utilizamos o resultando de uma comparação como entrada para outra comparação.

Para obter as informações referentes à P2, a consulta constante no Quadro 10 foi confeccionada, e apresenta as informações para o relatório da Figura 28. Não foi incluída a totalização das ocorrências mais relevantes por disciplina. Entretanto, no relatório é possível facilmente obter essa informação através de um campo de totalização, caso haja necessidade.

Quadro 10: Consulta para geração do relatório referente à P2.

```
SELECT [evento].[Descricao], [disciplina].[Disciplina],
[ficha_ocorrencia].[Tipo_Ocorrencia], [evento].[idEvento] FROM evento INNER JOIN
(disciplina INNER JOIN ficha_ocorrencia ON [disciplina].[idDisciplina]
=[ficha_ocorrencia].[Disciplina_idDisciplina]) ON [evento].[idEvento]
=[ficha_ocorrencia].[Evento_idEvento];
```

Fonte: Autor.

Essa consulta apresenta como resultado o relatório da Figura 16:

Figura 28 – Ocorrências frequentes - P2.

Ocorrências mais comuns	
Descricao	
CURSO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL	
Disciplina	Tipo_Ocorrencia
ASPECTOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	Atraso
	Atraso
	Atraso
	Atraso
	Disciplinar
	Incidente
TIRO POLICIAL	
	Disciplinar
	Falta
USO PROGRESSIVO DA FORÇA	
	Atraso

Fonte: Autor.

Para obter as informações que satisfaçam à P3, a consulta constante no Quadro 11 foi formulada.

Quadro 11: Consulta para geração do relatório referente à P3.

```
SELECT evento.idEvento, evento.Descricao, aula.Disciplina_idDisciplina,
disciplina.Disciplina, aula.Instrutor_CPF, instrutor.Nome, aula.Turma_idTurma,
turma.Descricao, aluno.Nome, aula.Data, aluno_aula.Presenca
FROM (((((aluno_aula INNER JOIN aula ON aluno_aula.[Aula_idAula] = aula.[idAula])
INNER JOIN evento ON aula.Evento_idEvento = evento.idEvento) INNER JOIN
disciplina ON aula.Disciplina_idDisciplina = disciplina.idDisciplina) INNER JOIN
instrutor ON aula.Instrutor_CPF = instrutor.CPF) INNER JOIN turma ON
(turma.Evento_idEvento = evento.idEvento) AND (aula.Turma_idTurma =
turma.idTurma)) INNER JOIN aluno ON aluno_aula.Aluno_Matricula = aluno.Matricula
WHERE (((aluno_aula.Presenca)=0));
```

Fonte: Autor.

Através desta consulta, obtêm-se os dados para o relatório que permite a verificação dos alunos que faltaram às aulas, classificados por cada disciplina do evento.

Figura 29 – Faltas nas aulas – P3.

Relatório de Faltas de Alunos

Evento:

CURSO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Instrutor: JULVENIR TEODORO DA FONSECA

Disciplina: TIRO POLICIAL

Turma: BETA

Data Nome do Aluno:

28/03/2017 Zane Boone

Instrutor: THIERRY LUZ NUNES

Disciplina: ASPECTOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

Turma: ALFA

Data Nome do Aluno:

27/03/2017 Austin Bruce

27/03/2017 Colt Mills

27/03/2017 Devin Carroll

sexta-feira, 5 de maio de 2017

Página 1 de 1

Fonte: Autor.

A consulta para obtenção do relatório que fornece os dados para satisfazer aP4 é apresentada abaixo, assim como o relatório (Quadro 12 e Figura 30).

Quadro 12: Consulta para geração do relatório referente à P4.

```

SELECT evento.Descricao, disciplina.Disciplina, instrutor.Nome, AULA.Data,
AULA.Hora_Inicio, AULA.Hora_Final
FROM (((AULA INNER JOIN evento ON AULA.Evento_idEvento = evento.idEvento)
INNER JOIN disciplina ON AULA.Disciplina_idDisciplina = disciplina.idDisciplina)
INNER JOIN instrutor ON AULA.Instrutor_CPF = instrutor.CPF) INNER JOIN turma ON
(turma.Evento_idEvento = evento.idEvento) AND (AULA.Turma_idTurma =
turma.idTurma);

```

Fonte: Autor.

Figura 30 – Relatório de horário das aulas do evento.

Horário das Aulas por Turma					
Evento: CURSO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL					
Turma: ALFA					
Disciplina	Instrutor	Data	Início	Término	
INFORMÁTICA	SAMANTHA DA MATA	29/03/2017	14:00	15:30	
USO PROGRESSIVO DA FORÇA	RONNIE CARLOS TAVARES NUNES	28/03/2017	10:30	12:00	
ASPECTOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	THIERRY LUZ NUNES	27/03/2017	13:00	18:00	
Turma: BETA					
Disciplina	Instrutor	Data	Início	Término	
INFORMÁTICA	PATRICIA DA SILVA E LUZ NUNES	29/03/2017	08:00	10:30	
TIRO POLICIAL	JULVENIR TEODORO DA FONSECA	28/03/2017	08:00	10:30	

domingo, 9 de abril de 2017 Página 1

Fonte: Autor.

Na consulta para obtenção do relatório, ocorreu uma quantidade maior de cláusulas INNER JOIN, proporcional à quantidade de tabelas relacionadas utilizadas para a geração do relatório. Da forma como foi concebido, o relatório não permite a utilização de parâmetros. Um exemplo de parâmetro que poderia ser utilizado é o que diz respeito ao período das aulas. Realizando a adequação na consulta, durante o início de sua execução, pode ser solicitado o período, restringindo o relatório a um período específico. A cláusula WHERE, quando utilizada em uma consulta, com as adequações necessárias serve a esta finalidade.

Em virtude da utilização de uma chave única, incremental, na maioria das tabelas, pode-se perceber que inserindo manualmente os dados no banco de dados é possível que uma determinada informação seja duplicada nos outros campos da tabela. O caso da tabela Instrutor_Disciplina retrata bem a questão. O objetivo da tabela é guardar a informação de qual instrutor é habilitado para qual disciplina. Pode ocorrer o fato de um instrutor estar autorizado a ministrar aulas de uma ou mais instruções, geralmente não mais do que três

disciplinas. Entretanto, essa informação pode se repetir na tabela Instrutor_Disciplina, sem prejudicar a estrutura dos índices da tabela. Para a solução do caso, deve-se excluir o campo idDisciplina. Desta forma, não seria possível a repetição de um registro com o mesmo instrutor e disciplina.

Apesar de não ter sido incluídas demais consultas e relatórios relativos às demais perguntas de competência, verifica-se a potencialidade do modelo, como repositório de dados e informações para subsídio à tomada de decisão pela área de gestão.

Um aspecto observado no Microsoft Access® diz respeito à escolha da origem de dados. Pode ser utilizada uma consulta de forma isolada, para depois utilizá-la como origem de dados para o relatório, ou ainda utilizar a consulta na própria estrutura do relatório, no campo fonte de registro. Assim, de acordo com a ferramenta utilizada, dever ser verificada a melhor abordagem visando manter o desempenho do banco de dados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da presente dissertação foi propor e desenvolver um modelo de dados que fosse aplicável à área de treinamento e formação policial da Polícia Rodoviária Federal (PRF). Verificou-se o mapeamento de processos resultante da análise dos macroprocessos e microprocessos necessários para a concepção, formulação e execução de um evento educacional, obtendo-se quais informações são relevantes para o evento. Essas informações evoluíram para a formulação das principais perguntas de competência, utilizadas para nortear o modelo. Optou-se por restringir o modelo às perguntas de competência elencadas, apesar da possibilidade de inclusão de outras que ficaram latentes.

Através da análise da literatura a respeito do tema banco de dados relacional, percorremos desde os primórdios de seu surgimento até os últimos enfoques tecnológicos realizados com o intuito de agregar novas funcionalidades, como a possibilidade de lidar com grandes volumes de dados (*bigdata*). A análise documental, focada no último curso de formação profissional realizado e a elicitación dos requisitos, avançando para as perguntas de competência, serviu para definiçãodas principais entidades, seus relacionamentos e atributos necessários para suportar o armazenamento de informações relevantes para a gestão de um evento educacional.

Alguns processos de um evento não foram abordados. Dentre eles, a investigação social dos candidatos que irão participar do Curso de Formação Profissional. Estas informações consideradas sigilosas são analisadas por uma Comissão Nacional de Investigação Social, e resulta na recomendação ou não do aluno para assumir o cargo. Apesar de ser possível a autorização para obter-se quais informações são analisadas e como essa informação é estruturada, optamos por não registrar no modelo. No desenvolvimento de uma aplicação real baseada neste modelo, este tema deverá ser abordado. De modo geral, outras possíveis entidades que não foram inseridas neste modelo, também merecem registro:

- “Ouvidoria”: destinada a captar as observações do aluno referentes ao evento que está sendo realizado; O registro dessas informações e o seu devido trâmite também merecem a inclusão de novas entidades no modelo.
- “Investigação Social”: destinada a armazenar as informações sigilosas apuradas através da análise de vida progressa de candidatos (evento Curso de Formação);

- “Conselho de Ensino”, destinado a apurar ilícitos administrativos cometidos pelos alunos, através de em um processo disciplinar, proporcionando ampla defesa. Seu resultado pode ser ou não favorável ao aluno. Sendo desfavorável, é assinado um Termo de Ajustamento de Conduta, no qual o aluno se compromete em adequar a sua conduta, nos casos possíveis. Nos demais, a punição é estabelecida de acordo com a portaria que estabelece o grau, de acordo com o evento, podendo resultar em expulsão do candidato, no caso do Curso de Formação Profissional. Aqui mais algumas entidades seriam necessárias para registrar esse fato. O processo de desligamento que se segue também necessitaria de novas entidades cuja função seria armazenar dados oriundos do processo de apuração de responsabilidade de infrações administrativas referentes ao evento;
- “Avaliação do Instrutor”: destina-se a registrar o resultado da avaliação dos instrutores, pelos alunos. Essa informação é obtida através de um questionário confeccionado pela área pedagógica e aplicado logo após o término da instrução. Suas informações são analisadas posteriormente a fim de propiciar sugestões ou correções na metodologia utilizada pelo instrutor. O conhecimento registrado neste questionário se torna ainda mais relevante quando a instrução foi conduzida por um monitor. Um monitor é um candidato a instrutor que, apesar de ter sido aprovado no curso de formação de instrutores, ainda não ministrou a quantidade requisitada de horas-aula. Após o término do período definido, o candidato a instrutor é avaliado em aspectos comportamentais e metodológicos, resultando no conceito apto ou inapto.

Para se demonstrar a viabilidade do modelo transacional, o banco de dados foi populado com informações sobre um cenário fictício e várias consultas foram produzidas a fim de se extrair relatórios que proporcionem as informações requeridas pelas perguntas de competência. A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que o modelo satisfaz ao objetivo proposto.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento do presente modelo permitiu vislumbrar, além de outras entidades e relacionamentos possíveis, outros aspectos que poderiam ser desenvolvidos. Entre eles, o próprio controle de acesso à uma possível aplicação/sistema. Devido aos vários papéis que os instrutores envolvidos no evento podem desempenhar, se faz necessário criar no banco de dados as tabelas necessárias para armazenar estas permissões. A gerência da segurança ficaria

a cargo da coordenação geral do evento, que então realizaria o cadastro de acordo com as funções atribuídas.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito à qualidade das perguntas de competência e se são suficientes para produzir todas as informações relevantes necessárias à área de gestão. As entidades resultantes da análise documental devem ser referendadas pelos gestores, de modo que o modelo possa incluir outras entidades advindas do conhecimento tácito que estes atores possuem em virtude da experiência e trato diário com a atividade. O nível de conhecimento demonstrado a respeito dos processos organizacionais e da legislação correlata que regula a atividade exerce um papel fundamental na etapa de levantamento de requisitos que orienta todo o processo.

Portanto, a equipe responsável pelo desenvolvimento deve conduzir a elicitação dos requisitos de forma transparente e confiável. A participação de outras áreas que serão impactadas diretamente pelo artefato também deve ser avaliada. Sugere-se observar técnicas de elicitação de conhecimento mais adequadas a esta tarefa, entre elas, os métodos de observação e entrevistas, o rastreamento de processos e as técnicas conceituais, descritas por COOKE (1994).

O modelo de dados não considerou o mapeamento das atividades desenvolvidas antes da execução do evento. Parte do princípio que o evento já foi autorizado, iniciando-se na fase de execução. Entretanto, poderia ser ampliado para considerar a fase anterior, ou seja, o fluxo de tratamento de uma solicitação de capacitação e suas demandas administrativas. Por exemplo, todos os materiais que irão ser empregados no evento necessitam ser adquiridos com prévia antecedência. Os registros dessas necessidades poderiam ser contemplados no modelo, de modo a comparar os itens existentes no almoxarifado com os necessários para a capacitação. Como o controle de estoque do almoxarifado na instituição analisada é realizado por outra ferramenta, deve-se avaliar a possibilidade de interoperabilidade entre os sistemas ou a importação dos dados. Essa comparação, na fase de planejamento, resultaria na sugestão dos itens a serem adquiridos em função das demandas de determinado evento.

6 REFERÊNCIAS

BARALDI, Tereza Cristina Albieri. **A formação técnico-profissional do delegado de polícia de São Paulo**. 2012. 193 f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Est.Paulista Júlio de Mesquita Filho. Marília, 2012.

BENGOCHEA, Jorge Luiz Paz et al. **A transição de uma polícia de controle para uma polícia cidadã**. São Paulo Perspec., São Paulo, v.18, n.1, p.119-131, Mar 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392004000100015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 11 de Junho de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392004000100015>.

CAMPBELL-KELLY, Martin. **The RDBMS industry: A Northern California perspective**. IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 18-29, 2012.

CERQUEIRA, Homero de Giorge et al. **A disciplina militar em sala de aula: a relação pedagógica em uma instituição formadora de oficiais da Polícia Militar do Estado de São Paulo**. 2006. Dissertação de Mestrado (Educação), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

CERQUEIRA, Homero de Giorge. **Os paradoxos do currículo da Academia de Polícia Militar do Barro Branco: a cidadania como fundamento das forças de segurança pública**. 2011. 246 f. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2011.

CHAMBERLIN, Donald D. **Early history of SQL**. IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 78-82, 2012.

CODD, Edgar F. **A relational model of data for large shared data banks**. Communications of the ACM, v. 13, n. 6, p. 377-387, 1970.

COOKE, Nancy J. **Varieties of knowledge elicitation techniques**. International Journal of Human-Computer Studies, v. 41, n. 6, p. 801-849, 1994.

COUGO, Paulo Sérgio. **Modelagem conceitual e projeto de bancos de dados**. Rio de Janeiro. Editora Campus, 1997.

DARWEN, Hugh. **The relational model: Beginning of an era**. IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 30-37, 2012.

DATE, C. **Introdução a sistemas de banco de dados**. São Paulo. Campus/Elsevier, 2004.

ELMASRI, Ramez E.; NAVATHE, Shamkant. **Sistemas de banco de dados**. Addison-Wesley, ISBN 8588639173, 2005.

FARAJ, Azhi; RASHID, Bilal; SHAREEF, Twana. **Comparative study of relational and non-relations database performances using Oracle and MongoDB systems**. Int J Comput Eng Technol, v. 5, p. 11-22, 2014.

FOX, Mark S.; GRUNINGER, Michael. **Enterprise modeling**. AI magazine, v. 19, n. 3, p. 109, 1998.

GAVIRIA, Alejandro; PAGÉS, Carmen. **Patterns of crime victimization in Latin American cities**. Journal of Development Economics, v. 67, n. 1, p. 181-203, 2002.

GRAD, Burton. **Relational Database Management Systems: The Formative Years** [Guest editor's introduction]. IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 7-8, 2012.

GRIER, David Alan. **The Relational Database and the Concept of the Information System**. IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 9-17, 2012.

HECHT, R., JABLONSKI, S; **NoSQL evaluation: A use case oriented survey**. International Conference on Cloud and Service Computing (CSC), p. 336-341, IEEE, 2011.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de Banco de Dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JACONDINO, Eduardo Nunes. **Poder/saber e corpo: os regimes e a construção microfísica da profissionalização da segurança pública**. 2011.

JECH, Thomas. **Set Theory: The Third Millennium Edition, Revised and Expanded**. Springer. ISBN 3-540-44085-2, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Mariana de Andrade. **Fundamentos de pesquisa metodológica científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LEVIEN, Roger; MARON, M. E. **Relational data file: a tool for mechanized inference execution and data retrieval**. RAND CORP SANTA MONICA CA, 1965.

LUIZ, Ronilson de Souza. **Ensino Policial Militar**. n. 139 f. 2008. Tese: (Doutorado em Educação: Currículo) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

MONTEIRO, José Maria; BRAYNER, Angelo; TAVARES, Júlio Alcântara. **What Comes After NoSql? NewSql: A New Era of Challenges in DBMS Scalable Data Processing**, 2016.

NAYAK, Ameya; PORIYA, Anil; POOJARY, Dikshay. **Type of NOSQL databases and its comparison with relational databases**. International Journal of Applied Information Systems, (IJ AIS) Foundation of Computer Science FCS, New Yourk, USA Volume 5 – N°4, March 2013.

PATEL, J. M., "Operational NoSQL Systems: What's New and What's Next?", in *Computer*, vol. 49, no. 4, pp. 23-30, Apr. 2016. doi: 10.1109/MC.2016.118

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **História da PRF**. Disponível em: <<https://www.prf.gov.br/portal/aceso-a-informacao/institucional/historia>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

PONCIONI, Paula. **Tendências e desafios na formação profissional do policial no Brasil.**SEGURANÇA PÚBLICA, 2007.

PREGER, Robert. **The Oracle Story, Part 1: 1977-1986.** IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 51-57, 2012.

ROLIM, Marcos. **A síndrome da rainha vermelha: policiamento e segurança pública no Século XXI.** 2ª Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. Oxford, Inglaterra: University of Oxford, Centre For Brazilian Studies, 2009.

RODRIGUES, João Gaspar. **Segurança pública e comunidade: Alternativas à crise.**Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Editor, 2009.

RIVERA, M. and ZARATE-TENORIO, B., **Beyond sticks and stones: Human capital enhancement efforts in response to violent crime in Latin America.**European Journal of Political Research, 55: 531–548. doi:10.1111/1475-6765.12139, 2016.

RAMOS, José Yoshiriro Asisaka; NASCIMENTO, Ana de Farias. **NoSQL: Conceitos e Evolução.**MUNDOJ - NoSQL: um novo paradigma ara persistência distribuída e escalável.Rio de Janeiro, n. 51, p. 6-9, jan/fev. 2012.

SANTOS, Izequias Estevam dos. **Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica.** 9ª ed. rev., atual. e ampl. Niterói: Impetus, 2012.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H.F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados – Tradução da 5ª edição.** Rio de Janeiro: Campus, 2006.

SONG, Il-Yeol; EVANS, Mary; PARK, Eun K. **A comparative analysis of entity-relationship diagrams.** Journal of Computer and Software Engineering, v. 3, n. 4, p. 427-459, 1995.

SUMATHI, S.; ESAKKIRAJAN, S. **Fundamental of Relational Database Management Systems.** Studies in Computational Intelligence, v. 47, Springer, 2007.

TEOREY, Toby; LIGHTSTONE, Sam; NADEAU, Tom. **Projeto e modelagem de banco de dados.** Campus, 2ª edição, 2014.

USCHOLD, Michael. **Building ontologies: Towards a unified methodology.**Technical report-university of Edinburgh artificial intelligence applications institute AIAI TR, 1996.

WADE, Bradford W. **Compiling SQL into System/370 Machine Language.** IEEE Annals of the History of Computing, v. 34, n. 4, p. 49-50, 2012.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação,** Editora Campos, 2014.

WORLD BANK (2011). **Crime and violence in Central America: A developmental challenge.** Technical report. Washington, DC: World Bank.

WIKIPÉDIA. **Teoria dos Conjuntos**. Disponível em
https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_dos_conjuntos, acessado em 21/07/2016 às 10:54hs.