

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

ANA LETÍCIA HERCULANO DA SILVA

**Técnicas e Critérios de Testes em uma
Aplicação de Banco de Dados
Relacional**

Estudo de Caso

Goiânia
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

**AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO EM FORMATO ELETRÔNICO**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, **AUTORIZO** o Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás – UFG a reproduzir, inclusive em outro formato ou mídia e através de armazenamento permanente ou temporário, bem como a publicar na rede mundial de computadores (*Internet*) e na biblioteca virtual da UFG, entendendo-se os termos “reproduzir” e “publicar” conforme definições dos incisos VI e I, respectivamente, do artigo 5º da Lei nº 9610/98 de 10/02/1998, a obra abaixo especificada, sem que me seja devido pagamento a título de direitos autorais, desde que a reprodução e/ou publicação tenham a finalidade exclusiva de uso por quem a consulta, e a título de divulgação da produção acadêmica gerada pela Universidade, a partir desta data.

Título: Técnicas e Critérios de Testes em uma Aplicação de Banco de Dados Relacional – Estudo de Caso

Autor(a): Ana Letícia Herculano da Silva

Goiânia, 03 de Julho de 2017.

Ana Letícia Herculano da Silva – Autor

Dr. Cássio Leonardo Rodrigues – Orientador

Dr. Edmundo Sérgio Spoto – Co-Orientador

ANA LETÍCIA HERCULANO DA SILVA

Técnicas e Critérios de Testes em uma Aplicação de Banco de Dados Relacional

Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão apresentado à Coordenação do Curso de Sistemas de Informação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Teste de Software.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Leonardo Rodrigues

Co-Orientador: Prof. Dr. Edmundo Sérgio Spoto

Goiânia
2017

ANA LETÍCIA HERCULANO DA SILVA

Técnicas e Critérios de Testes em uma Aplicação de Banco de Dados Relacional

Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão apresentado à Coordenação do Curso de Sistemas de Informação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, aprovada em 03 de Julho de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Cássio Leonardo Rodrigues
Instituto de Informática – UFG
Presidente da Banca

Prof. Dr. Edmundo Sérgio Spoto
Instituto de Informática – UFG

Profa. Dra. Luciana de Oliveira Berretta
Instituto de Informática – UFG

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador(a).

Ana Letícia Herculano da Silva

Graduanda em Sistemas de Informação na UFG - Universidade Federal de Goiás. Durante sua graduação, participou do projeto de homologação de PAF-ECF (Programa Aplicativo Fiscal - Emissor de Cupom Fiscal), prestando consultoria em homologação e teste de software para empresas de todo o Brasil. Possui certificação CTFL (Certified Tester, Foundation Level) e atuou em empresas goianas de software, especificamente na área de teste de software. Possui experiência com sistemas de escrituração fiscal, documentos fiscais eletrônicos (NF-e, CT-e e afins), GRP (Government Resource Planning) e ITSM (IT Service Management). Atualmente trabalha como Analista de Testes em um sistema voltado para glosa de convênios hospitalares.

Dedico este trabalho ao meu querido Prof. Dr. Edmundo Sérgio Spoto, por ter me apresentado a área de testes, pela qual hoje sou apaixonada, e ao Danilo Guimarães, que é minha inspiração diária dentro da área de Tecnologia da Informação.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, Umbelina Luzia Herculano e José Pereira da Silva, que incontestavelmente sempre me nutriram de amor, carinho e atenção para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Também aos meus irmãos, Gustavo e Júlia Pereira Herculano, por me esperarem acordados, a chegar em casa a noite após a aula para um abraço e beijo de boa noite, os quais eu amo incondicionalmente.

Agradeço imensamente ao meu marido Danilo Guimarães Justino Lemes pela força, paciência, companheirismo e amor depositados para que eu tenha superado todos os desafios. Sem seu apoio eu não conseguaria.

Deixo minha gratidão aos amigos que conquistei durante essa jornada: a Daniel Melo, que nunca mediou esforços para me ajudar, com sua sabedoria, paciência e sensatez admirável. Ao Bruno Nogueira, sempre disposto a colaborar com seu conhecimento e sua incrível agilidade. A Jéssica Milene, que amenizou o sofrimento dessa jornada com seu carisma contagiante. Vocês são história, que carrego comigo com bastante carinho.

Agradeço ao meu co-orientador Prof. Dr. Edmundo Sérgio Spoto, que com sua dedicação, experiência e conhecimento, soube me guiar com confiança de bons resultados, e aprendizados para uma vida inteira. Sem sua instrução não poderia ter alcançado este objetivo.

Agradeço a Deus pela sabedoria a mim concedida e a saudável vida de minha avó, Erci Dias Herculano, que sempre zelou pelo meu bem.

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.

Marthin Luther King Jr.,
Pastor, ativista político, notório líder do movimento dos direitos civis dos negros e Nobel da Paz de 1964.

Resumo

Silva, Ana Letícia Herculano da. **Técnicas e Critérios de Testes em uma Aplicação de Banco de Dados Relacional.** Goiânia, 2017. 109p. Relatório de Graduação. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

A garantia de qualidade de um software é importante para agregação de valor aos usuários que o utilizam. Uma das fases para a obtenção dessa qualidade é a de Testes de Software. O teste de software pode ser aplicado em diferentes níveis e utilizando-se de diferentes técnicas. A proposta para aumentar a confiabilidade do software é a aplicação de técnicas de testes, sejam elas funcional, estrutural ou baseado em erros. Muitas vezes as técnicas podem ser aplicadas de uma forma complementar, já que não há nenhuma técnica que é capaz de cobrir todos os aspectos do sistema. Neste Trabalho contém um estudo de caso de um software real, onde são aplicadas técnicas e critérios de testes funcional e teste de mutantes em uma Aplicação de Banco de Dados Relacional. São apresentados a contextualização teórica necessária para entender o estudo de caso, técnicas aplicadas e uma análise geral dos resultados obtidos. Este trabalho contribui com o entendimento e prática das técnicas de testes em ABDR.

Palavras-chave

Teste de Software, Banco de Dados, Teste Funcional e Teste de Mutantes

Abstract

Silva, Ana Letícia Herculano da. **Testing Techniques and Criteria in a Relational Database Application - A Case Study.** Goiânia, 2017. 109p. Relatório de Graduação. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

Software quality assurance is important for adding value to users who use it. One of the phases to obtain this quality is Software Testing. The software testing can be applied at different levels and using different techniques. The proposal to increase the reliability of the software is the application of testing techniques, can be functional or structural or based on errors (Mutation). Often the techniques can be applied in a complementary way, since there is no technique that is able to cover all aspects of the system. This paper contains a case study of real software, where the techniques functional testing criteria and mutant testing are applied in a Relational Database Application. (RDA) We present the theoretical contextualisation necessary to understand the case study, applied techniques and a general analysis of the results obtained. This work contributes to the understanding and practice of testing techniques in the RDA.

Keywords

Software Testing, Databases, Fuctional Testing, Mutants Testing

Lista de abreviaturas e siglas

ABDR Aplicação de Banco de Dados Relacional

BD Banco de Dados

BDR Banco de Dados Relacional

CNPJ Cadastro Nacioanal de Pessoa Jurídica

CPU Central Processing Unit

DB Database

DBMS Database Management System

DDL Data Definition Language

DER Diagrama Entidade Relacionamento

DML Data Manipulation Language

FK Foreign Key

GPU Graphical Processing Unit

MER Modelo Entidade Relacionamento

PK Primary Key

RDBMS Relational Database Management System

SGBD Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SQL Structured Query Language

UML Unified Modeling Language

Sumário

Listas de Figuras	13
Listas de Tabelas	15
1 Introdução	16
1.1 Objetivos	17
1.2 Motivação	17
1.3 Organização do trabalho	17
2 Teste de Software	19
2.1 Conceitos de Teste de Software	19
2.2 Técnicas e Critérios de Teste de Software	20
2.3 Teste Funcional	21
2.4 Teste de Mutação	23
3 Banco de Dados	25
3.1 Restrições de Banco de Dados	26
3.1.1 Restrições de Domínio	27
3.1.2 Restrições de Integridade Semântica	27
3.1.3 Restrições de Integridade Referencial e de Chave Primária	28
3.2 Aplicações de Banco de Dados	29
3.3 Linguagem de Banco de Dados	29
4 Técnicas de Testes aplicadas em Banco de Dados Relacional	31
4.1 Critérios de Teste Funcional em Aplicações de Banco de Dados	31
4.1.1 Critérios Para Testes Intra - Tabelas	32
4.1.2 Critérios Para Testes Inter-Tabelas	32
4.2 Técnica de Teste Mutante em Banco de Dados	33
5 Estudo de Caso	35
6 Plano de Teste	38
6.1 Plano de Testes Baseado no Teste Funcional em BDR	38
6.1.1 Testes Funcionais Intra - Tabelas	38
6.1.2 Testes Funcionais Inter - Tabelas	47

7	Resultados obtidos	50
7.1	Casos de Testes Intra-Tabelas	50
7.2	Casos de Testes Inter-Tabelas	67
7.3	Análise dos Resultados Obtidos na Técnica Funcional	70
7.4	Aplicação de Teste de Mutantes em Scripts de Banco de Dados (SQL)	72
7.4.1	Caso 1	73
7.4.2	Caso 2	75
7.4.3	Caso 3	77
7.5	Análise dos Resultados obtidos em Testes de Mutante	78
8	Conclusão e trabalhos futuros	80
Referências Bibliográficas		82
A	Script de criação da base de dados	84
B	Script de Inserção inicial no Banco	88
C	Scripts dos casos de testes	92
D	Scripts dos Testes de Mutantes	102

Lista de Figuras

3.1	Principais elementos de uma relação	26
3.2	Tabela de critérios de Testes Funcionais para Banco de Dados propostos por Souza [22]	29
4.1	Tabela das perspectivas dos critérios de Souza (2008)[22] em comparação sobre os critérios propostos	33
5.1	Diagrama Entidade-Relacionamento do software objeto do estudo de caso	36
6.1	Restrição de Chave Primária : Restrição de Unicidade - Parte 1	39
6.2	Restrição de Chave Primária : Restrição de Unicidade - Parte 2	40
6.3	Restrição de Chave Primária : Restrição de Entidade	41
6.4	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>empresa</i>	42
6.5	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>filial</i>	43
6.6	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>conta</i>	43
6.7	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>plano</i>	44
6.8	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>conta-plano</i>	44
6.9	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>preco-modulo</i>	45
6.10	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>matriz-empresa-modulo</i>	45
6.11	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>usuario</i>	46
6.12	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>grupo</i>	46
6.13	Restrição de Domínio de Atributo da tabela <i>grupo-permissao</i>	47
6.14	Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas <i>empresa</i> , <i>filial</i> e <i>matriz_empresa_modulo</i>	47
6.15	Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas <i>empresa</i> , <i>conta_plano</i> e <i>conta</i> .	48
6.16	Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas <i>conta_plano</i> , <i>plano</i> e <i>preco_modulo</i>	48
6.17	Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas <i>usuario</i> , <i>grupo</i> , <i>usuario_grupo</i> e <i>grupo_permissao</i> .	49
7.1	Resultados da execução dos testes Intra-tabelas 1	51
7.2	Resultados da execução dos testes Intra-tabelas 2	52
7.3	Resultados da execução dos testes Intra-tabelas 3	53
7.4	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>empresa</i>	54
7.5	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>empresa</i> (continuação)	55
7.6	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>filial</i>	56
7.7	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>filial</i> (continuação)	57

7.8	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>conta</i>	58
7.9	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>conta</i> (continuação)	59
7.10	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>plano</i>	60
7.11	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>conta_plano</i>	61
7.12	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>preco_modulo</i>	62
7.13	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>matriz_empresa_modulo</i>	63
7.14	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>usuario</i>	64
7.15	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>usuario</i> (continuação)	65
7.16	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>grupo</i>	66
7.17	Resultados da execução dos testes de domínio da tabela <i>grupo_permissao</i>	67
7.18	Restrição de Integridade Referencial Chave Primária	68
7.19	Restrição de Integridade Referencial -Aceitação	69
7.20	Restrição de Unicidade (a), Integridade de Domínio (b), Integridade Referencial(c) e Total (d).	71
	(b) Integridade de domínio.	71
	(d) Total.	71
7.21	Definição de Operadores Utilizados	72
7.22	Porcentagem de Mutantes gerados por grupo	79

Lista de Tabelas

7.1	Comparação entre os 3 critérios utilizados	70
7.2	Execução dos Mutantes Caso 1	74
7.3	Execução dos Mutantes Caso 2	76
7.4	Execução dos Mutantes Caso 3	78
7.5	Relação de Mutantes gerados nos exemplos	78

CAPÍTULO 1

Introdução

A onipresença de software ao redor do planeta é indiscutível. Produzimos e, principalmente, consumimos em uma escala inimaginável até mesmo pelos mais otimistas de tempos passados. Vivemos em constante contato, mesmo que às vezes seja um contato discreto e inconsciente. Lidamos com software ao acordarmos, ao usarmos um elevador, ao entrarmos em nossos veículos, durante o trabalho, ao comprar uma passagem aérea, ao agendar um quarto de hotel. Ele está no celular, na TV, no carro, em relógios e até em roupas. Em nossas residências, no banco, no hospital, na loteria e no *happy hour* da sexta-feira à noite. É até complexo imaginar uma atividade cotidiana em que não envolva nenhum tipo de interação com algum tipo de sistema.

Um software basicamente, a grosso modo, faz duas coisas: cálculos e manipulação de dados. Os cálculos são realizados em uma unidade processadora ([CPU](#), [GPU](#) etc) em conjunto com memórias de rápido acesso, e geralmente o estado do processamento precisa ser armazenado em um meio persistente para posterior recuperação. A manipulação dos dados envolve basicamente a leitura e escrita da informação, onde os dados são inseridos em um meio persistente e posteriormente podem ser lidos, atualizados ou excluídos. Desde a década de 70, com a introdução do conceito de base de dados relacional e com os trabalhos posteriores, esta tem sido a opção mais comumente adotada em projetos de software: persistir informações em um banco de dados relacional.[\[4\]](#).

A qualidade do software aos poucos vem ocupando espaço no seu processo de desenvolvimento. O teste de software em si é a principal etapa para que a qualidade seja garantida. Testes unitários e funcionais (geralmente manuais), são frequentemente os mais exercitados nos projetos. Porém, o teste de banco de dados raramente é realizado, quando muito, conhecido.

Foram realizados alguns trabalhos e pesquisa com base nas diversas técnicas de testes, importantes para a realização deste trabalho em si.

Souza [\[22\]](#) realizou uma pesquisa a qual foi a base para alguns critérios de testes aplicados neste trabalho. Ela propôs alguns critérios de testes em Banco de Dados Relacionais baseados na especificação de requisitos através da [UML](#). Para apoiar

a aplicação dos conjuntos de critérios propostos, foi desenvolvido uma abordagem denominada mapeamento Conceitual de Informação. Esse mapeamento foi o resultado de estudo e pesquisa para chegar a conclusão da importância dos critérios para se testar um [ABDR](#).

Cabeça, et. al [3] definiram que o teste de mutação em [SQL](#) é uma das formas de contribuição para a detecção de defeitos não detectados no banco de dados e que podem resultar em corrupção irrecuperável dos dados e [SQL](#) é a interface mais ampla usada em aplicações de banco de dados. Eles realizaram experimento em [SQL](#) com teste de mutantes que pode constatar uma boa contribuição na detecção de defeitos.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é mostrar diferentes técnicas de testes (Teste Funcional e Teste de Mutação) que podem ser aplicadas em um banco de dados relacional e apontar quais benefícios cada técnica pode trazer na detecção de defeitos. Mostrar que as duas técnicas utilizadas neste trabalho são complementares para que uma aplicação de banco de dados relacional possa alcançar níveis mais satisfatórios de qualidade. Os objetivos específicos são:

- Mostrar como cada técnica funciona;
- Mostrar como são gerados os planos de Testes de cada Técnica;
- Mostrar a execução de cada técnica em um BDR;
- Realizar uma análise de cada técnica, comparando os resultados obtidos;

1.2 Motivação

Grande parte dos testes aplicados atualmente levam em consideração apenas o código fonte do software ou o executável. Poucos se preocupam em realizar testes no Banco de Dados e nas partes do código que se relacionam com o Banco de Dados. O exemplo de [ABDR](#) utilizado neste trabalho, foi extraído de uma empresa que não realiza as técnicas de testes no [BDR](#). Sendo assim foi com esse intuito gerar essa demonstração aplicando as técnicas de testes funcional e de mutantes aplicados em Banco de Dados, para assim manter a integridade de seus dados.

1.3 Organização do trabalho

Esse trabalho foi organizado da seguinte forma:

- No Capítulo 1 foi apresentado uma introdução sobre testes em Banco de Dados que são referenciados por vários trabalhos anteriores,
- No Capítulo 2 foram colocados as principais teorias que serão utilizadas sobre Teste de Software,
- No Capítulo 3 foram elencadas as características essenciais de um Banco de Dados, com foco em Banco de Dados Relacional,
- No Capítulo 4 foram apresentadas as técnicas de testes de Banco de Dados Relacional,
- No Capítulo 5 foram apresentados um estudo de caso,
- No Capítulo 6 são mostrados os planos de testes das duas técnicas utilizadas (Funcional e Mutantes),
- No Capítulo 7 são apresentados os resultados obtidos e, por fim,
- no Capítulo 8 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

Teste de Software

2.1 Conceitos de Teste de Software

Com o passar do tempo, o desenvolvimento de software requer **níveis** de qualidade cada vez maiores, a estabilidade do produto em um momento crítico - por exemplo- ganha a confiança do cliente e do produto. Uma das garantias da qualidade esperada é o teste do software.

Embora durante o processo de desenvolvimento de software possam ser utilizadas técnicas, critérios e ferramentas a fim de evitar que erros sejam introduzidos no produto de software, a atividade de teste continua sendo de fundamental importância para eliminação de erros que persistem [13]. Por isso, o teste de software é um elemento crítico para a garantia da qualidade do produto e representa a última revisão de especificação, projeto e codificação. [17]

O teste de software consiste em uma verificação dinâmica de que o programa provê comportamentos esperados, dado um conjunto finito de casos de testes. [24]

O processo de teste focaliza os aspectos lógicos internos do software, garantindo que todos os comandos sejam testados (teste estrutural), e os aspectos externos funcionais; isto é, conduz testes para descobrir erros e garantir que entradas definidas produzirão resultados reais, que concordam com os resultados exigidos. [17]

Os testes podem ser aplicados em diferentes níveis através dos processos de construção e de manutenção. Os níveis podem ser distinguidos com base no propósito, ou no alvo do que se quer testar. O alvo do teste pode ser uma simples função (ou método), um módulo, um conjunto de módulos ou até mesmo o sistema inteiro.

O nível mais elementar de alvo de teste é o chamado teste unitário, ou teste de unidade. Consiste basicamente em checar o comportamento de uma função isoladamente. Tipicamente, testes unitários ocorrem com acesso ao código-fonte e com o suporte de ferramentas de *debugging*. Frequentemente, mas nem sempre é verdadeiro, os próprios desenvolvedores são responsáveis pela condução do teste unitário.

O próximo alvo são os testes de integração, onde um sistema é colocado em uma situação onde depende de um outro sistema, ou um conjunto de sistemas. Um

exemplo básico de integração é checar se a camada de persistência de um software está se comunicando adequadamente com o software gerenciador do banco de dados.

E por último, o teste de sistema é o mais abrangente de todos e foca no comportamento do sistema como um todo, de forma que as integrações estejam coesas e que os resultados esperados sejam alcançados. Testes de sistema também são comumente utilizados para avaliar aspectos não-funcionais do sistema, tais como segurança, performance e tolerância à falhas. Interfaces externas, equipamentos de hardware e ambientes operacionais são geralmente exercitados durante esse tipo de teste.

Para a realização de testes é preciso criar casos de testes especificando as entradas de dados que devem ser implantadas no sistema, cada entrada gera uma determinada saída com declarações do que está sendo testado no sistema e os dados de testes são as entradas geradas automaticamente. A saída é analisada e comparada com o resultado esperado ou previsto por quem entende o que o sistema executa. Se apontar a presença de defeitos é depurado e feito correção do mesmo. [21]

2.2 Técnicas e Critérios de Teste de Software

É importante ressaltar que as técnicas de teste devem ser vistas como complementares e a questão está em como utilizá-las de forma que as vantagens de cada uma sejam melhor exploradas, possibilitando uma estratégia que leve a uma atividade de teste de boa qualidade, ou seja, eficaz e de baixo custo. [10] As técnicas e critérios de teste fornecem ao desenvolvedor uma abordagem sistemática e teoricamente fundamentada para se conduzir e avaliar a qualidade do teste de software. Dentre as várias técnicas existentes, pode-se destacar as técnicas de teste estrutural, funcional e baseada em erro. [14]

Apresenta-se, a seguir, uma definição para cada uma das técnicas citadas acima [17]:

- Teste Funcional: Também chamado de caixa-preta ou comportamental, focaliza os requisitos funcionais do software. O teste caixa-preta permite ao engenheiro de software derivar conjuntos de condições de entrada que vão exercitar plenamente todos os requisitos funcionais de um programa.
- Teste Estrutural: Também chamado de caixa-branca, é um método de projeto de casos de teste que usa a estrutura de controle do projeto procedural para derivar casos de teste. Usando métodos de teste caixa-branca, o engenheiro de software pode derivar casos de teste que: (1) garantam que todos os caminhos independentes de um módulo tenham sido exercitados pelo menos uma vez; (2) exercitam todas as decisões lógicas em seus lados verdadeiros e falsos; (3) executam todos os

ciclos nos seus limites e dentro de seus intervalos operacionais; e (4) exercitam as estruturas de dados internas para garantir a sua validade.

- Baseada em erros: O objetivo do teste baseado em erros em um sistema é projetar testes que tenham uma grande probabilidade de descobrir erros sutis. Como o produto ou sistema deve satisfazer a requisitos do cliente, o planejamento preliminar necessário para realizar este tipo de teste começa com o modelo de análise. O testador procura erros sutis (aspectos da implementação do sistema que podem resultar em defeitos), para determinar se esses erros existem, casos de teste são projetados para exercitar o projeto ou código.

Neste trabalho será abordada apenas a técnica de Teste Funcional, sendo que a mesma servirá como base para a proposta: Teste Funcional em Banco de Dados.

Formalmente, critérios de teste definem qual é o conjunto de elementos requeridos do software que devem ser exercitados. [19]

De um modo bem específico, serve para direcionar a atividade de teste e tomar decisões relativas ao teste. Os critérios de teste podem ser usados de duas maneiras:

- Critério de seleção (também chamado de critério de geração): quando o critério é utilizado para selecionar um conjunto de dados de teste;
- Critério de adequação (também chamado de critério de cobertura): quando o critério é utilizado para avaliar a qualidade de um conjunto de dados de teste. [14]

2.3 Teste Funcional

O teste funcional avalia o sistema do ponto de vista do usuário, isto é, não considera a estrutura interna ou a forma de implementação do sistema, olhando-se o Software apenas através de suas interfaces. Sendo este o único tipo de teste possível quando não se dispõem do código-fonte do sistema. Os erros encontrados através do teste funcional são: erros de interfaces, funções incorretas, erros na estrutura de dados ou no acesso a dados externos, erros de desempenho e erros de iniciação ou finalização. [5]

Dadas às entradas, as saídas são examinadas, se as saídas não são aquelas previstas, pode-se dizer que o teste detectou com sucesso um problema no Software. O problema enfrentado pelos responsáveis dos testes é selecionar as entradas que tenham grande possibilidade de provocarem comportamento anômalo. Além de demonstrar a operacionalidade das funcionalidades do sistema, e adequação da saída em relação à entrada o teste caixa preta serve também para demonstrar que a integridade da informação externa, por ex.: uma base de dados é mantida. [18]

Na Técnica de teste funcional os critérios mais conhecidos são Particionamento de Equivalência, análise do Valor Limite e Grafo Causa-Efeito. Esses critérios de testes

podem ser aplicados em todas as fases de testes , e não levam em consideração a implementação.

O critério Particionamento em Classes de Equivalência é um método de teste caixa-preta, que divide o domínio de entrada por meio das condições de especificações de um determinado programa em classes de dados (classes de equivalência), das quais casos de testes são derivados. Este critério divide-se, portanto, em duas funções: identificar classes de equivalência; definir os casos de teste a partir das classes de equivalência. [18]

A identificação das classes de equivalência é feita derivando-se cada condição de entrada, obtida na especificação, para a criação de dois tipos de classes: válidas (entradas válidas esperadas do programa); e inválidas (outros possíveis valores associados à condição, ou seja, entradas não esperadas). [19] [15]

Seguem algumas definições para as classes de equivalência. Se uma variável de entrada exigir o: [18]

- Uso de intervalos: uma classe válida e duas inválidas são definidas, ou seja, um valor inválido seria bem abaixo do limite inferior e bem acima do limite superior;
- Uso de valor específico: uma classe válida e duas inválidas são definidas; ou seja, o próprio valor (válido) e um valor inferior e outro superior (inválido);
- Uso de um elemento de um conjunto: uma classe válida (dentro do conjunto) e uma inválida (fora do conjunto) são definidas; Uso de booleano: uma classe válida (V ou F) e uma inválida (diferente de V ou F) são definidas.

Após a identificação das classes válidas e inválidas, cada uma delas é enumerada para serem elaborados os casos de testes.O Particionamento em Classes de Equivalência busca produzir casos de teste que descubram diversas classes de erros, podendo-se desta forma, reduzir o número total de casos. [18] [19]

Já a Análise do Valor Limite é um outro critério de teste caixa-preta que utiliza as abordagens do Particionamento em Classes de Equivalência como complemento, assim, tornando-o mais sistemático. [18]

A experiência mostra que casos de teste que exploram condições limites têm uma maior probabilidade de encontrar defeitos. Tais condições correspondem a valores que estão exatamente sobre ou imediatamente acima ou abaixo dos limitantes das classes de equivalência. [16]

O critério Análise do Valor Limite também exercita as condições de entrada, deriva-se também, casos de teste para o domínio de saída. [15]

As diretrizes para a Análise do Valor Limite são semelhantes ao critério de Particionamento em Classes de Equivalência, a seguir: [18]

- Se uma condição de entrada especificar um intervalo limitado pelos valores a e b, casos de teste devem ser projetados com valores a e b, logo acima e logo abaixo de a e b;
- Se uma condição de entrada especificar diversos valores, são criados casos de teste para exercitar valores mínimos e máximos. Os valores logo abaixo e logo acima do mínimo e do máximo são testados;
- Aplicação para as condições de saída, da primeira e segunda diretriz; Se as estruturas internas de dados do programa têm limites identificados, deve ser projetado um caso de teste para exercitar essa estrutura de dados no seu limite.

Com essas condições, o testador que aplica essas diretrizes, o teste será mais sistemático e completo, tendo uma maior probabilidade de encontrar defeitos.

2.4 Teste de Mutação

O Teste de Mutação ou análise de Mutantes, como também é conhecido, é um critério de testes da técnica baseada em defeitos. Nessa técnica são utilizados defeitos típicos do processo de implementação de software para que sejam derivados os requisitos de testes. No caso de testes de mutação, o programa ou o *script* que está sendo testado é alterado diversas vezes incluindo um pequeno defeito, gerando um mutante. Desta forma cria-se um conjunto de programas alternativos ou mutantes, como se defeitos fossem inseridos no programa original. O trabalho do testador é escolher casos de testes que mostrem a diferença de comportamento entre o programa original e o programa mutante, quando existir uma entrada de dados. Assim como nas demais técnicas, cada mutante determina um subdomínio do domínio de entrada, formado por aqueles dados capazes de distinguir o comportamento do programa original e do mutante. A diferença, nesse caso, é que cada subdomínio está claramente relacionado com a capacidade de revelar um defeito específico. [7]

A análise de mutação consiste em gerar um grande número de programas alternativos chamados mutantes, cada um com um defeito simples que consiste em uma única mudança sintática no programa original.[25]

Foram gerados operadores de mutação com base em 5 itens importantes que sempre estão presentes nas aplicações de Banco de Dados sendo: Operador Matemáticos (+, -, *, /, \%), Operadores de Comparação (<, >, =, <>), Operador Conjuntivos, Operadores Lógicos (and, or) e Operador de Negação (not).[3]

Os mutantes são criados transformando o código fonte usando um conjunto de regras definidas (operadores de mutação) que são desenvolvidos para induzir alterações de sintaxe simples com base em erros que os programadores geralmente fazem ou para

forçar metas de teste comuns. Cada mutante é executado com os dados de teste e quando produz uma saída incorreta (a saída é diferente da do programa original), o mutante é dito ser morto. Um caso de teste é dito ser eficaz se ele mata alguns mutantes que ainda não foram mortos por qualquer um dos casos de teste executados anteriormente. Alguns mutantes sempre produzem a mesma saída que o programa original, portanto nenhum caso de teste pode matá-los. Diz-se que estas mutações são mutantes equivalentes

CAPÍTULO 3

Banco de Dados

Atualmente todas as empresas que utilizam algum software para administração de seus negócios precisam manter seus dados armazenados e protegidos de alguma maneira. O acesso a esses dados muitas vezes necessitam de agilidade e confiabilidade, para quem o utiliza.

Elmasri e Navathe [8] explicam que Banco de Dados é uma coleção de dados relacionados, ele é projetado, construído e são inseridos dados nele. Os dados são fatos que podem ser gravados e possui um significado implícito. O Banco de Dados pode ser de qualquer tamanho e sua complexidade pode ser variável. Um **SGBD** é uma coleção de programas que permite ao usuário criar, acessar e modificar esses programas. Ele facilita a definição, construção, manipulação e compartilhamento do BD entre aplicações e usuários diversos. Algumas funções importantes de um SGBD é a proteção do sistema com relação à falhas, funcionamento e tipos de acessos não autorizados e também a manutenção do BD. [8]

Em 1970 Edgar Frank Codd[4], da IBM, publicou um artigo sobre o modelo relacional baseado em álgebra relacional e cálculos matemáticos, mas somente na década de 80 esse modelo foi disponibilizado, era o Oracle e o SQL/DS (*Structured Query Language/Data System*) da IBM (*International Business Machines*). Hoje em dia existem outros tipos de modelo relacional da Oracle, IBM e Microsoft. O SQL/DS atualmente é o DB2 da IBM, o Oracle, o Access da Microsoft, entre outros. [8]

Segundo Spoto [23] o modelo relacional representa uma base de dados como uma coleção de relações. Informalmente, cada relação pode ser considerada como uma tabela. Existem importantes diferenças entre relações e arquivos; a principal delas é a formação estruturada de seus componentes. Quando uma relação é tratada como uma tabela de valores, cada linha na tabela representa uma coleção de valores de dados relacionados. Esses valores podem ser interpretados como fatos que representam uma entidade do mundo real ou um relacionamento. O nome da tabela e os nomes das colunas são usados para ajudar a interpretar os valores em cada linha da tabela. Por exemplo, uma tabela com nome **EMPLOYEE** armazena valores relacionados aos empregados de uma empresa, onde cada linha contém os dados sobre um determinado empregado. Os

nomes das colunas `emp_id`, `emp_fname`, e `emp_lname` interpretam os valores de dados específicos para cada linha, baseados nos valores de cada coluna. Todos os valores de uma coluna devem ser do mesmo tipo de dados.

No modelo relacional existem quatro termos que são utilizados: domínio, tupla, atributo e relação. Alguns autores definem um domínio D , como um conjunto de valores atômicos, sendo a menor unidade de dado e individual no Modelo Relacional [8]. Portanto, um domínio é um conjunto de tais valores, todos do mesmo tipo, pois para cada atributo existe um conjunto de valores permitidos, que é o domínio desse atributo. [22]

Outra definição a se destacar é de uma relação. Uma relação $R (A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$, o elemento A_1 refere-se aos atributos de uma relação, que é o nome do papel desempenhado por um domínio D . Uma relação $R (A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$, indicada por $r(R)$ é um conjunto de várias tuplas $r\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$. Cada n -tupla é uma lista ordenada de n valores, cada valor é um elemento do domínio (A) ou um valor `null`. [8]

A Figura 3.1 ilustra os principais conceitos de uma relação.

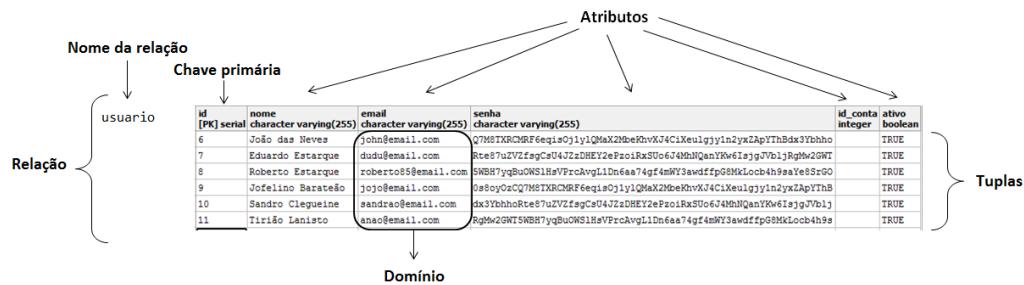


Figura 3.1: Principais elementos de uma relação

As chaves em um modelo de BD relacionais são importantes, pois são elas que distinguem unicamente uma tupla na relação, ou seja, nenhum par de tupla pode ter o mesmo valor para todos os atributos. São atributos que podem ser nomeados como super-chave, candidata, primária e estrangeira, e, caracterizam-se como uma propriedade da relação inteira, e não das tuplas individuais. [20]

3.1 Restrições de Banco de Dados

Segundo Souza [22] as restrições de BD são importantes para garantir a integridade e consistência dos dados em um BD Relacional. Elas são classificadas em três tipos de categorias:

- **Restrições inerentes baseadas em modelo:** São restrições inerentes ao modelo de dados;

- **Restrições baseadas em esquemas:** São restrições que podem ser expressas diretamente nos esquemas do modelo de dados, como por exemplo, nas especificações em [DDL](#). A DDL é uma linguagem especial que serve para especificar um esquema de BD, definições e propriedades adicionais de dados; [20]
- **Restrições Baseadas em Aplicação:** São restrições que não podem ser expressas em esquemas de modelo de dados, portanto, utilizam os programas de aplicação .

Serão utilizados neste trabalho restrições referente à **Restrições Baseadas em Esquemas**, e seus objetivos são assegurar algumas condições contidas em algumas características de um esquema de BD. Ex.

3.1.1 Restrições de Domínio

Segundo Korth e Silberschatz [12], restrições de domínio são regras que devem ser testadas pelo sistema, para verificar se os tipos de domínios são compatíveis (ou válidos), como também, possibilitam testar consultas para assegurar que as comparações façam sentidos. Elmasri e Navathe [8] exemplificam restrições de domínio, no qual, dentro de cada tupla, o valor de cada atributo A deve ser um valor atômico do domínio Dom (A) .

Por exemplo, se o tipo de dado de um atributo for inteiro, então o domínio daquela coluna tem que ser inteiro.

A [SQL](#) contém um conjunto restrito de tipos de domínios, que são: cadeia com comprimento de caracteres fixos e especificados pelo usuário; número decimal, especificado pelo usuário o tamanho e o número de casas depois da vírgula; número ou conjunto finito de inteiro dependente da máquina; subconjunto de inteiro pequeno, dependente da máquina; número de ponto flutuante, dependente da máquina; ponto flutuante e número de ponto flutuante com dupla precisão, também, dependente da máquina; formato de datas, representação e processamento de datas. [12]

3.1.2 Restrições de Integridade Semântica

Conforme Souza [22], as restrições de integridade semântica, têm como objetivo abranger não apenas as restrições de tipos de dados de um atributo, mas também, seus valores permitidos e transições de valores válidos, de modo a garantir sua integridade especificada e imposta em um BD relacional. De acordo com Elmasri e Navathe [8] alguns exemplos básicos de consultas são mostrados para a compreensão desta restrição: o ano de nascimento do funcionário não pode ser menor que 1942; o salário do empregado não pode ser maior que o salário do gerente; o número máximo que o empregado pode trabalhar por semana é de 48 horas/semanais. Essas restrições devem ser impostas pelos programas de aplicação.

3.1.3 Restrições de Integridade Referencial e de Chave Primária

Os domínios da chave estrangeira de uma relação devem corresponder-se com uma chave primária, independente que seja da mesma relação ou não. A chave estrangeira faz referência à chave primária da tabela relacionada. Para se manter consistência nessa relação é preciso que uma tupla de uma tabela faça referência a uma tupla de outra tabela [8]. As restrições de integridade referencial baseiam-se nas condições das Chaves Estrangeiras. Essas declaram dois esquemas de relação (tabela) R1 e R2 , sendo que, um conjunto de atributos **FK** da tabela R1 é uma chave estrangeira de R1 , que faz referência à tabela R2 . Assim sendo, estas definições são satisfeitas se garantirem duas regras:

- i) Os atributos FK de R1 têm o mesmo domínio que os atributos da chave primária PK (*Primary Key*) de R2 ;
- ii) O valor de FK em uma tupla t1 do estado corrente r1 (R1) pode ser um valor de PK de alguma tupla t2 no estado r2 (R2) ou pode ser um valor *null*. [8]

Segundo Souza [22], neste contexto, R1 é chamada relação referência, e R2 é a relação referida. Portanto, se essas condições citadas anteriormente forem satisfeitas, uma restrição de integridade referencial de R1 para R2 é garantida.

Souza [22] em seu trabalho, descreveu um quadro comparando as principais restrições de BD baseadas em esquemas, conforme mostrado na tabela presente na Figura 3.2:

Restrições	Objetivos	Módulos a serem assegurados
Estruturais de Relacionamentos	A restrição de razão de cardinalidade assegura o número máximo que a instância de relacionamentos das entidades pode participar. A restrição de cardinalidade mínima ou de participação assegura o número mínimo de instâncias de relacionamento em que cada entidade pode participar, ou seja, determina se a existência de uma entidade depende de outra entidade.	Relacionamento binário entre conjuntos de entidades (relações/tabelas) A e B.
Domínio	Assegurar se: os tipos de domínios de atributos são compatíveis (ou válidos); as consultas são relevantes; e se domínios podem conter valores nulos (<i>null</i>).	Domínios (tipos e semântica) de atributos de uma mesma relação/tabela. Ou de uma consulta de mais relações.
Chave Primária	Assegurar que: em duas tuplas distintas não podem ter o mesmo valor para todos os seus atributos chaves; e as chaves não podem conter valores nulos (<i>null</i>).	Atributos chaves de uma única relação/tabela.
Integridade Referencial e Chaves Estrangeiras	Assegurar que um conjunto de atributos em uma determinada relação apareça (referencia) outro conjunto de atributos em outra relação. Assim, pode-se ser mantida a consistência deste relacionamento.	Chave estrangeira em conjuntos de atributos em tuplas de relações/tabelas distintas (relacionamento entre duas relações) ou da mesma relação.
Integridade Semântica	Assegurar a semântica, tipos de dado, valores permitidos e transições de valores válidos para atributos.	Semântica dos atributos, em uma tabela ou relações entre tabelas.
Dependência Funcional	Assegurar o relacionamento de dependência funcional entre dois conjuntos de atributos X e Y a todo tempo.	Conjuntos de atributos dependentes em uma tupla de uma relação/tabela ou relacionamento entre elas..

Figura 3.2: Tabela de critérios de Testes Funcionais para Banco de Dados propostos por Souza [22]

3.2 Aplicações de Banco de Dados

Uma **ABDR** é formada por módulos de programas desenvolvidos em uma determinada linguagem de programação, essa linguagem é associada a um **SGBD** que utiliza o modelo relacional e esse SGBD usa o **SQL** para manipulação de seus dados.

Spoto [23] descreve que as **ABDR** são formadas por um ou vários programas que utilizam diferentes linguagens de programação procedimentais, dependendo do SGBD adotado, e permite a utilização de comandos da linguagem **SQL** em seu código.

3.3 Linguagem de Banco de Dados

Na Linguagem **SQL** a estrutura do BDR é definida através da linguagem de definição de dados (**DDL**), alguns dos comandos utilizados é a criação, exclusão e alteração na tabela, sendo permitido então que os dados sejam manipulados e para manipular esses dados existe uma linguagem de manipulação de dados (**DML**). [1]

Segundo Abreu e Machado [1], o conceito de DML "permite ao usuário ou a um programa de aplicação, a inclusão, remoção, seleção ou atualização de dados previamente armazenados no banco". E suas operações são *Select*, *Insert*, *Update* e *Delete*.

Para a geração de testes no banco é utilizada a DML, as operações de *Insert*, *Delete* e *Update* podem alterar o estado do banco. Esses comandos de DML podem ser aplicados em um banco de dados, como testes para verificação de restrições de integridades e para qualquer outro tipo de teste que se deseja inserir em um BDR. [1]

O *Insert* é um comando que quando executado inclui novas tuplas à tabela, dependendo do valor inserido ele pode quebrar algumas restrições impostas pelo modelo relacional. Por exemplo, se for inserido um valor de atributo nulo, sendo o atributo chave primária, isso violará a restrição de integridade de entidade, pois em uma chave primária não são permitidos valores nulos. [1]

O *Update* atualiza alguns atributos de uma tupla, em que são selecionados por condições impostas no comando, a utilização do update também possui restrições quanto a não modificar atributos que são chaves primárias e estrangeiras [1]. Segundo Elmasri e Navathe [8], "modificar um atributo de chave primária é similar a remover uma tupla e inserir outra em seu lugar, porque usamos a chave primária para identificar as tuplas".

O *Delete* remove apenas a tupla, mas pode violar apenas a restrição de integridade referencial. Uma tabela que é referenciada por outra não pode ter remoção de tuplas, pois a tabela que referenciou contém tuplas onde terá atributos que dependem da tabela referenciada. [1]

Em alguns tipos de SGBD, por exemplo, em Banco de Dados transacionais para validar o que foi modificado no banco até o momento, pode ser utilizado o comando *COMMIT*. Este comando valida a transação em execução e a torna visível é um comando utilizado para controle de transações, tornando o dado armazenado persistente. Diferente do comando *ROLLBACK* que anula as transações feitas, desfaz o trabalho. [8]

CAPÍTULO 4

Técnicas de Testes aplicadas em Banco de Dados Relacional

4.1 Critérios de Teste Funcional em Aplicações de Banco de Dados

Alguns critérios propostos acima nas seções 4.1 aborda a prática do testes funcionais. Esses testes faz a abordagem especificamente de sistema, e não com características de Banco de Dados, que também podem ser especificadas.

Neste contexto os critérios propostos complementam os critérios tradicionais, pois, além de exercitar o domínio de uma Aplicação de Banco de Dados Relacional eles também exercitam outras características do BD, possibilitando tratar das dependências funcionais de uma ou mais classes, ou seja, possibilita avaliar interações numa mesma classe (intra-classe) ou entre classes distintas (inter-classe). [22]

Segundo Harrold e Rothermel [9], no Teste Funcional intra-classe são testadas as interações entre os métodos públicos fazendo chamada a esses métodos em diferentes sequências. É a integração entre os métodos da mesma classe.

No Teste Funcional inter-classe utiliza-se o mesmo conceito de métodos públicos, porém os métodos não necessitam estar na mesma classe. É a integração entre métodos de classes distintas.

Souza [22] realizou um estudo com bases nesses critérios, foram apresentados critérios que fazem parte do fluxo funcional intra-classe e fluxo funcional inter-classe . São eles:

- Critérios baseados nas estruturas de Relacionamento:
- Critérios baseados no Domínio de Atributos
- Critérios baseados nas Chaves Primárias
- Critérios baseados na Integridade Referencial
- Critérios baseados na Integridade Semântica
- Critérios baseados na Dependência Funcional

Alguns critérios foram agrupados e tem como objetivo testar as dependências funcionais e restrições de integridades de uma mesma tabela ou de tabelas relacionadas, utilizando as técnicas de intra-tabelas e inter-tabelas (abordaremos classes como Tabelas). Utilizaremos somente os três citados a seguir:

4.1.1 Critérios Para Testes Intra - Tabelas

Baseados no Domínio de Atributos - Para satisfazer a restrição de domínio de atributo, todos os valores do domínio dos atributos têm que respeitar o seu tipo de dado, ou seja, cada coluna de uma tupla tem que possuir o mesmo tipo de dado. O valor de cada atributo deve ser atômico, indivisível. [8]

4.1.2 Critérios Para Testes Inter-Tabelas

Critérios Baseados na Integridade Referencial - Para satisfazer a Restrição de Integridade Referencial, uma chave primária (PK) de uma tupla na tabela B é chave estrangeira (FK) na tabela A, então essas chaves devem ter o mesmo valor e domínio. [8] [1]

Segundo Souza [22] a comparação entre os critérios é importante para o entendimento de quais características de BD os critérios devem exercitar, além de uma melhor compreensão entre eles. Entretanto, cada critério proposto exercita diferentes perspectivas do BD.

Souza [22] ainda ilustrou um quadro (Figura 4.1) com algumas comparação, dividindo-se em quatro colunas. A primeira apresenta os dois grupos classificados em fluxos funcionais intra-classe e inter-classe. A segunda coluna destina-se aos critérios em cada perspectiva das características de BD. A terceira coluna destina-se aos sub-critérios. E por fim, a quarta coluna destina-se aos elementos que serão exercitados pelos ERs identificados de acordo com o critério adotado.

A leitura desta tabela pode ser feita da seguinte maneira: Na linha 1, a perspectiva referente ao Critério Funcional Baseado nas Estruturas de Relacionamento é dita exercitada quando T satisfaz os critérios c1 e c3 no fluxo intra-classe, e c2 e c4 no fluxo inter-classe. E os Elementos Requeridos identificados a partir destes critérios exercitam as cardinalidades máximas e mínimas de relacionamentos das tabelas.

Fluxo Funcional	Perspectivas dos critérios – Critério(s) de Teste Funcional	Sub-critérios	Exercícios dos ERs	
<i>Intra-Classe Inter-Classe</i>	1. Baseados nas Estruturas de Relacionamento	(c1) cardinalidades-máxima-intra-classe (c2) cardinalidades-máxima-inter-classe	- cardinalidades máximas de relacionamentos.	
		(c3) cardinalidades-mínimas-intra-classe (c4) cardinalidades-mínimas-inter-classe	- cardinalidades mínimas de relacionamentos	
	2. Baseados no Domínio de Atributos	(c5) todos-os-valores-padrão	- valores padrão do atributo (valores que iniciam um atributo).	
		(c6) todos-os-domínios-atributos-intra-classe (c7) todos-os-domínios-atributos-inter-classe	- tipos de dados do atributo; - condições do atributo; - valores nulos e não nulos do atributo;	
	3. Baseado nas Chaves Primárias	(c8) todas-as-chaves-primárias	- chaves primárias.	
	4. Baseados na Integridade Referencial	(c9) todas-as-chaves-estrangeiras-intra-classe (c10) todas-as-chaves-estrangeiras-inter-classe	- cardinalidades de relacionamento; - chaves estrangeiras.	
<i>Intra-Classe Inter-Classe</i>		(c11) todas-as-semânticas-atributos-intra-classe (c12)-todas-as-semânticas-atributos-inter-classe	- condições da semântica do atributo.	
		(c13) todos-os-atributos-dependentes-funcionalmente-intra-classe (c14) todos-os-atributos-dependentes-funcionalmente-inter-classe	- condições de atributos dependentes.	
5. Baseados na Integridade Semântica				
6. Baseados na Dependência Funcional				

Figura 4.1: Tabela das perspectivas dos critérios de Souza (2008)[22] em comparação sobre os critérios propostos

4.2 Técnica de Teste Mutante em Banco de Dados

Técnicas de teste de mutação ajudam o testador a criar dados de teste e avaliar a sua adequação através da inserção sistemática de falhas artificiais em um determinado programa e, em seguida, avaliar a porcentagem de falhas que são detectadas por um determinado conjunto de testes. [25]

Teste de Mutação é uma técnica de teste baseada em defeito, a análise de mutação consiste em gerar um grande número de programas alternativos chamados mutantes, cada um com um defeito simples que consiste em uma única mudança sintática no programa original. Os mutantes são criados transformando o código fonte usando um conjunto de operadores de mutação, que são desenvolvidos para induzir alterações de sintaxe simples com base em erros que os programadores geralmente fazem para forçar metas de teste.

Os operadores de mutação são organizados nas seguintes categorias ou grupos :

- Mutações para as Principais Cláusulas SQL (**SC**)
- Mutações para os operadores que estão presentes em condições e expressões (**OR**)
- Mutações relacionadas ao tratamento de valores NULL (**NL**)
- Substituição de identificadores : referências de coluna, constantes e parâmetros (**IR**)

Cada categoria define vários operadores de mutação ou tipos de mutantes identificados por Letras maiúsculas. Como a maioria dos operadores podem ser aplicadas em diferentes cláusulas SQL, cada tipo ainda é decomposto em subtipos , cada subtipo refere-se a um diferente operador de mutante quando é aplicado a uma dada Cláusula .

O Grupo (**SC**) como exemplo, tem o subtipo (**SUB** - Subdividir predicados). As subconsultas são normalmente usadas em predicados na forma geral de Expressão Relacionamento Predicativo, onde e é o construtor do valor da linha (geralmente um atributo ou expressão), R é um operador relacional =, <>, <, <,> p é uma palavra-chave que representa o predicado e Q é a subconsulta. Três tipos de predicados podem ser

formados dependendo do tipo da palavra-chave p. Como exemplo: Tipo II (substituição de *IN, NOT IN*).

Outro exemplo é o subtipo pertencente ao grupo (**OR**). Os operadores **OR** adaptam e estendem os operadores de modificação de expressão. O objectivo destes mutantes é detectar erros lógicos nas cláusulas *WHERE* e *HAVING*. Como subtipos temos:

- **ROR** - Substituição do operador relacional. Cada ocorrência de um dos operadores relacionais é substituída por cada um dos outros operadores;
- **LCR** - Operador de conector lógico. Cada ocorrência de um dos operadores lógicos (AND, OR) é substituída por cada um dos outros operadores;
- **LKE** - As possíveis combinações de condições de string na forma de *LIKES* são infinitas, uma vez que s é um padrão de busca. Portanto, as mutações serão restringidas ao exercício do comportamento dos operadores curingas %, _ (o símbolo de porcentagem significa para qualquer string de caracteres e os meios de sublinhado para um caractere individual).

Existem outros subtipos listados por Tuya, et al [25] que não serão apresentados neste trabalho como exemplo. Para execução dos testes usaremos estes que foram listados acima.

CAPÍTULO 5

Estudo de Caso

O estudo de caso utilizado é de um sistema de gestão comercial real em desenvolvimento pela empresa Oobj Tecnologia de Informação[6].

O sistema foi construído com a finalidade de controlar as licenças dos clientes e parceiros que utilizam outros produtos de software comercializados pela empresa. Será necessário realizar integrações com demais sistemas da empresa, tais como ERP, CRM, Financeiro, Operação, etc afim de garantir o cruzamento dos dados para tomada de decisão. Novos módulos comercializados serão ativados nesse sistema para que o cliente possa usufruir, bem como o bloqueio previsto em contrato em casos de inadimplência. O BD possui 14 (quatorze) tabelas que são:

- empresa,
- filial,
- conta,
- plano,
- conta_plano,
- preco_modulo,
- matriz_empresa_modulo,
- usuario,
- grupo,
- usuario_grupo,
- grupo_permissao,
- schema_version,
- email_log e
- licencas_parametros

O DER do software de Licenças é apresentado na Figura 5.1:

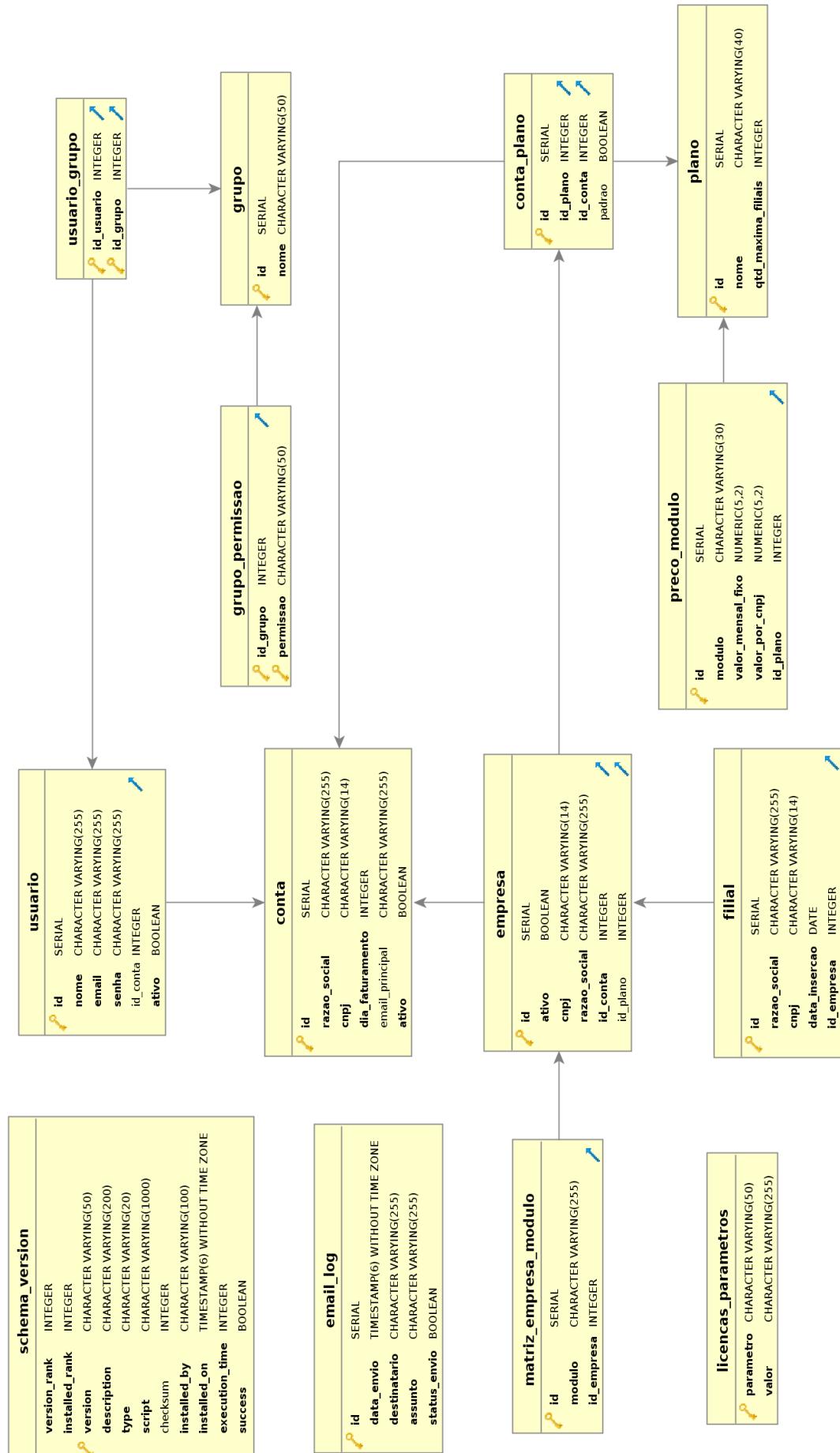


Figura 5.1: Diagrama Entidade-Relacionamento do software objeto do estudo de caso

De acordo com o [DER](#) apresentado na Figura 5.1, a tabela `empresa` está relacionada às empresas que irão receber a licença de uso. Geralmente são clientes ou outras empresas parceiras (software-houses), a tabela `filial` indica as filiais que uma empresa pode ter. Cada registro de filial está relacionada com um e apenas um registro de empresa.

Da mesma forma a tabela `conta` indica a conta na qual a empresa está inserida. Uma conta pode conter várias empresas, como por exemplo, quando um cliente possui um grupo de empresas distintas ([CNPJ](#)'s bases distintos), mas todas elas pertencem a mesma conta. Em contrapartida, uma empresa só pode pertencer a uma única conta.

A tabela `plano` determina a quantidade máxima de [CNPJ](#)'s que cada plano possuirá. Cada plano se adequa a realidade da empresa: micro, pequena, média, grande, multi-nacional etc.

Na tabela `conta_plano` fica a relação da conta com o plano na qual ela foi "vinculada", que tem o relacionamento direto com a tabela `conta` e com a tabela `plano`.

A tabela `preco_modulo` mostra qual valor que cada módulo tem para um determinado plano, para assim o pagamento ser efetuado de acordo com cada plano do cliente.

A tabela `matriz_empresa_modulo` relaciona os módulos que uma determinada empresa possui. Cada módulo pode ser um produto ou serviço diferente que a empresa contratou.

A tabela `usuario` é o onde são armazenados os dados dos usuários do sistema.

A tabela `grupo` descreve um grupo de usuários. Geralmente, utilizado para agrupar usuários de um mesmo departamento ou função.

A tabela `usuario_grupo` indica em qual grupo o usuário está incluído.

A tabela `grupo_permissao` indica quais permissões de módulos que um grupo de usuários possui no sistema.

A tabela `schema_version` é a tabela para versionamento e controle de versão da base de dados. Ela é mantida automaticamente pelo framework Flyway[2].

A tabela `email_log` registra o histórico de alertas de emails enviados pelo sistema. Persiste informações tais como status do envio de email (sucesso ou falha), destinatário etc.

A tabela `licencias_parametros` armazena os parâmetros de configuração do sistema. É basicamente um mapa chave-valor (nome do parâmetro e seu respectivo valor)

A partir deste [DER](#) iremos realizar vários Casos de Testes Funcionais para exercitar alguns critérios de Teste Funcional de Banco de Dados de Souza[22]. Esses critérios serão apresentados no próximo capítulo. Bem como serão realizados alguns scripts de Banco de dados para mostrar os efeitos do teste de mutantes em [SQL](#), de forma a mostrar como o teste de Mutantes é realizado.

CAPÍTULO 6

Plano de Teste

6.1 Plano de Testes Baseado no Teste Funcional em BDR

Segundo Souza [22], os Elementos Requeridos (ERs), são requisitos que satisfazem o teste, e eles são identificados através dos critérios de testes.

Os elementos requeridos mostrados nas seções a seguir são baseados nos critérios propostos na seção 4.1, sobre restrições e capítulo 4, utilizando as técnicas de teste funcional, por partição, por classes de equivalência e análise do valor limite.

6.1.1 Testes Funcionais Intra - Tabelas

Nas Figuras 6.1 e 6.13 são apresentados os elementos requeridos pelo critério Restrição de Unicidade.

Tabela	Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Saída Esperada
empresa	id	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da Tabela <i>empresa</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
empresa	cnpj	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo cnpj	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo cnpj	O atributo cnpj da tabela <i>empresa</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade
empresa	razao_social	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo razao_social	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo razao_social	O atributo razao_social da tabela <i>empresa</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade
filial	id	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da Tabela <i>filial</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
filial	cnpj	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo cnpj	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo cnpj	O atributo cnpj da tabela <i>filial</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade
conta	id	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da tabela <i>conta</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
conta	cnpj	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo cnpj	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo cnpj	O atributo cnpj da tabela <i>conta</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade
conta	razao_social	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo razao_social	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo razao_social	O atributo razao_social da tabela <i>conta</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade
plano	id	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da tabela <i>conta</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
plano	nome	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo nome	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo nome	O atributo nome da tabela <i>plano</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade

Figura 6.1: Restrição de Chave Primária : Restrição de Unicidade
- Parte 1

conta_plano	<i>id</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da tabela <i>conta_plano</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
conta_plano	<i>id_conta, id_plano</i>	Duas tuplas não podem ter os mesmos valores para os atributos <i>id_conta</i> e <i>id_plano</i> .	Duas tuplas possuem os mesmos valores para os atributos <i>id_conta</i> e <i>id_plano</i> .	Os atributos <i>id_conta</i> e <i>id_plano</i> da tabela <i>conta_plano</i> são únicos, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
matriz_empresa_modulo	<i>id</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da tabela <i>matriz_empresa_modulo</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
matriz_empresa_modulo	<i>modulo, id_empresa</i>	Duas tuplas não podem ter os mesmos valores para os atributos <i>modulo</i> e <i>id_empresa</i> .	Duas tuplas possuem os mesmos valores para os atributos <i>modulo</i> e <i>id_empresa</i> .	Os atributos <i>modulo</i> e <i>id_empresa</i> da tabela <i>matriz_empresa_modulo</i> são únicos, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
usuario	<i>id</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da Tabela <i>empresa</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
usuario	<i>email</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo <i>email</i>	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo <i>email</i>	O atributo <i>email</i> da tabela <i>usuario</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
grupo	<i>id</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da Tabela <i>empresa</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
grupo	<i>nome</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor para o atributo <i>nome</i>	Duas tuplas possuem o mesmo valor para o atributo <i>nome</i>	O atributo <i>nome</i> da tabela <i>grupo</i> é único, então o BD respeitou a restrição de unicidade.
grupo_permissao	<i>id_grupo</i>	Duas tuplas não podem ter o mesmo valor de chave primária do atributo <i>id_grupo</i> .	Duas Tuplas possuem o mesmo valor de chave primária.	A chave primária da Tabela <i>grupo_permissao</i> é única, então o BD respeitou a restrição de unicidade.

Figura 6.2: Restrição de Chave Primária : Restrição de Unicidade
- Parte 2

Na Figura 6.3 são apresentados os elementos requeridos pelo critério Restrição de Entidade. Nesta tabela são mostradas as chaves primárias de cada Entidade usada no exemplo da Figura 5.1.

Tabela	Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Saída Esperada
empresa	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>empresa</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade.
filial	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>filial</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
conta	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>conta</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
plano	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>plano</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
conta_plano	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>conta_plano</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
preco_modulo	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>preco_modulo</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
matriz_empresa_modulo	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>matriz_empresa_modulo</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
usuario	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>usuario</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
grupo	id	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id</i> .	A chave primária <i>id</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>grupo</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade
grupo_permissao	id_grupo	Não pode conter valores nulos na chave primária do atributo <i>id_grupo</i> .	A chave primária <i>id_GRUPO</i> contém valor nulo.	A chave primária da tabela <i>grupo_permissao</i> não possui valor nulo, então o BD respeitou a restrição de entidade

Figura 6.3: Restrição de Chave Primária : Restrição de Entidade

Nas Figuras 6.4 a 6.13 são apresentados os elementos requeridos pelo Domínio de Atributos das tabelas definidas no estudo de caso da Figura 5.1

Tabela	empresa				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int <= 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da empresa com domínio correto.
ativo	Verdadeiro (true) ou Falso (false) não nulo	Nulo	-	-	Indicador de empresa ativa com domínio correto
cnpj	Char = 14, numérico não nulo	Char < 14 Char > 14 Não-numérico Nulo	Char = 15	Char = 13	CNPJ da empresa com domínio correto.
razao_social	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Razão social da empresa com domínio correto.
id_conta	-214748364 8 <= int <= 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da conta com domínio correto.
id_plano	-214748364 8 <= int <= 2147483647	int < -2147483648 int > 2147483647	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.

Figura 6.4: Restrição de Domínio de Atributo da tabela empresa

Tabela	filial				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da filial com domínio correto.
razao_social	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Razão social da filial com domínio correto.
cnpj	Char = 14, numérico não nulo	Char < 14 Char > 14 Não-numérico Nulo	Char = 15	Char = 13	CNPJ da filial com domínio correto.
data_insercao	date no formato 'aaaa-mm-dd' não nulo	date fora do formato 'aaaa-mm-dd' Nulo	-	-	Data de inserção da filial com domínio correto.
id_empresa	-214748364 8 <= int < 2147483647	int < -2147483648 int > 2147483647	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da empresa com domínio correto.

Figura 6.5: Restrição de Domínio de Atributo da tabela filial

Tabela	conta				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da conta com domínio correto.
razao_social	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Razão social da conta com domínio correto.
cnpj	Char = 14, numérico não nulo	Char < 14 Char > 14 Não-numérico Nulo	Char = 15	Char = 13	CNPJ da conta com domínio correto.
dia_faturamento	1 <= int <= 31 não nulo	int < 1 int > 31 Nulo	int = 32	int = 0	Dia de faturamento da conta com domínio correto.
ativo	Verdadeiro (true) ou Falso (false) não nulo	Nulo	-	-	Indicador de conta ativa com domínio correto.

Figura 6.6: Restrição de Domínio de Atributo da tabela conta

Tabela	<i>plano</i>				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.
nome	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Nome do plano com domínio correto.
qtd_maxima_filiais	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Quantidade máxima de filiais do plano com domínio correto.

Figura 6.7: Restrição de Domínio de Atributo da tabela *plano*

Tabela	<i>conta_plano</i>				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.
id_plano	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.
id_conta	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da conta com domínio correto.

Figura 6.8: Restrição de Domínio de Atributo da tabela *conta-plano*

Tabela	preco_modulo				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.
modulo	1 <= Varchar <= 30 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 30 Nulo	Varchar = 31	Varchar = 0	Nome do módulo com domínio correto.
valor_men sal_fixo	Decimal formato 000.00 não nulo	int < 1 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = 0	O valor mensal fixo com domínio correto.
valor_por_ cnpj	Decimal formato 000.00 não nulo	Nulo	-	-	O valor por CNPJ domínio correto.
id_plano	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.

Figura 6.9: Restrição de Domínio de Atributo da tabela preco-modulo

Tabela	matriz_empresa_modulo				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do plano com domínio correto.
modulo	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Nome do módulo com domínio correto.
id_empres a	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da empresa com domínio correto.

Figura 6.10: Restrição de Domínio de Atributo da tabela matriz-empresa-modulo

Tabela	usuario				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do usuário com domínio correto.
nome	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Nome do usuário com domínio correto.
email	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Email do usuário com domínio correto.
senha	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Senha do usuário com domínio correto.
id_conta	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código da conta com domínio correto.
ativo	Verdadeiro (true) ou Falso (false) não nulo	Nulo	-	-	Indicador de usuário ativo com domínio correto.

Figura 6.11: Restrição de Domínio de Atributo da tabela usuario

Tabela	grupo				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id	-214748364 8 <= int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do grupo com domínio correto.
nome	1 <= Varchar <= 255 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 255 Nulo	Varchar = 256	Varchar = 0	Nome do grupo com domínio correto.

Figura 6.12: Restrição de Domínio de Atributo da tabela grupo

Tabela	grupo_permissao				
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Classe Inválidas Limite Superior	Classe Inválidas Limite Inferior	Saída Esperada
id_grupo	-214748364 8 < int < 2147483647 não nulo	int < -2147483648 int > 2147483647 Nulo	int = 2147483648	int = -2147483649	Código do grupo com domínio correto.
permissao	1 < Varchar <= 50 não nulo	Varchar < 1 Varchar > 50 Nulo	Varchar = 51	Varchar = 0	Nome do grupo com domínio correto.

Figura 6.13: Restrição de Domínio de Atributo da tabela grupo-permissao

6.1.2 Testes Funcionais Inter - Tabelas

Nas Figuras 6.14 a 6.17 são apresentados os elementos requeridos pelo critério Integridade Referencial de Relacionamentos, como especificado na Figura 5.1;

Tabelas	empresa , filial e matriz_empresa_modulo		
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Saída Esperada
id_empresa (FK) e id (PK)	A chave id da tabela empresa, deve ter o mesmo valor da chave id_empresa da tabela filial e da tabela matriz_empresa_modulo.	A chave id da tabela empresa, não tem o mesmo valor da chave id_empresa da tabela filial e da tabela matriz_empresa_modulo.	A chave id da tabela empresa, e a chave id_empresa da tabela filial e da tabela matriz_empresa_modulo tem o mesmo valor de domínio.
id da tabela empresa	Excluir o id da tabela empresa, e dar erro.	Excluir o id da tabela empresa, e o BD aceitar.	Excluindo o id da tabela empresa o BD não aceita, pois existe uma chave id_empresa (FK) dependente na tabela filial e matriz_empresa_modulo

Figura 6.14: Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas empresa, filial e matriz_empresa_modulo

Tabelas	relacionamentos : <i>empresa</i> , <i>conta_plano</i> , <i>conta</i>		
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Saída Esperada
<i>id</i> (PK) <i>Id_plano</i> (FK)	A chave <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> , deve ter o mesmo valor da chave <i>id_plano</i> da tabela <i>empresa</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> , não tem o mesmo valor da chave <i>id_plano</i> da tabela <i>empresa</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> , e a chave <i>id_plano</i> da tabela <i>empresa</i> tem o mesmo valor de domínio.
<i>id</i> (PK) e <i>Id_conta</i> (FK)	A chave <i>id</i> da tabela <i>conta</i> , deve ter o mesmo valor da chave <i>id_conta</i> da tabela <i>empresa</i> e da tabela <i>conta_plano</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>conta</i> , não tem o mesmo valor da chave <i>id_conta</i> da tabela <i>empresa</i> e da tabela <i>conta_plano</i>	A chave <i>id</i> da tabela <i>conta</i> , e a chave <i>id_conta</i> da tabela <i>empresa</i> e da tabela <i>conta_plano</i> , tem o mesmo valor de domínio.
<i>id</i> da tabela <i>conta</i>	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>conta</i> e dar erro.	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>conta</i> e o BD aceitar.	Excluindo o <i>id</i> da tabela <i>conta</i> , o BD não aceita, pois existe uma chave <i>id_conta</i> (FK) dependente na tabela <i>empresa</i> e <i>conta_plano</i> .
<i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i>	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> e dar erro.	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> e o BD aceitar.	Excluindo o <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> , o BD não aceita pois existe uma chave <i>id_conta</i> dependente na tabela <i>empresa</i> .

Figura 6.15: Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas *empresa*, *conta_plano* e *conta*.

Tabelas	<i>conta_plano</i> , <i>plano</i> , <i>preco_modulo</i>		
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Saída Esperada
<i>id</i> (PK) <i>Id_plano</i> (FK)	A chave <i>id</i> da tabela <i>plano</i> , deve ter o mesmo valor da chave <i>id_plano</i> da tabela <i>conta_plano</i> e <i>preco_modulo</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>plano</i> , não tem o mesmo valor da chave <i>id_plano</i> da tabela <i>conta_plano</i> e <i>preco_modulo</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>plano</i> , e a chave <i>id_plano</i> da tabela <i>conta_plano</i> e <i>preco_modulo</i> . tem o mesmo valor de domínio.
<i>id</i> da tabela <i>plano</i>	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>plano</i> e dar erro.	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>plano</i> e o BD aceitar.	Excluindo o <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> , o BD não aceita pois existe uma chave <i>id_plano</i> (FK) dependente na tabela <i>conta_plano</i> e <i>preco_modulo</i> .

Figura 6.16: Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas *conta_plano*, *plano* e *preco_modulo*

Tabelas	<i>usuario_grupo, usuario, grupo e grupo_permissao</i>		
Atributo	Classes Válidas	Classes Inválidas	Saída Esperada
<i>id (PK)</i> <i>id_usuario (FK)</i>	A chave <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> , deve ter o mesmo valor da chave <i>id_usuario</i> da tabela <i>usuario_grupo</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> , não deve ter o mesmo valor da chave <i>id_usuario</i> da tabela <i>usuario_grupo</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> , e a chave <i>id_usuario</i> da tabela <i>usuario_grupo</i> , tem o mesmo valor de domínio.
<i>id</i> da tabela <i>usuario</i>	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> e dar erro.	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> e o BD aceitar	Excluindo o <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> , o BD não aceita pois existe uma chave <i>id_usuario</i> (FK) dependente na tabela <i>usuario_grupo</i> .
<i>id (PK)</i> <i>id_grupo (FK)</i>	A chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> deve ter o mesmo valor da chave <i>id_grupo</i> da tabela <i>usuario_grupo</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> não deve ter o mesmo valor da chave <i>id_grupo</i> da tabela <i>usuario_grupo</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> , e a chave <i>id_grupo</i> da tabela <i>usuario_grupo</i> tem o mesmo valor de domínio.
<i>id (PK)</i> <i>id_grupo (PK)</i>	A chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> deve ter o mesmo valor da chave <i>id_grupo</i> da tabela <i>grupo_permissao</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> não deve ter o mesmo valor da chave <i>id_grupo</i> da tabela <i>grupo_permissao</i> .	A chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> , e a chave <i>id_grupo</i> da tabela <i>grupo_permissao</i> tem o mesmo valor de domínio.
<i>id</i> da tabela <i>grupo</i>	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> e dar erro.	Excluir o <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> e o BD aceitar.	Excluindo a chave <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> , o BD não aceita pois existe uma chave <i>id_grupo</i> dependente na tabela <i>usuario_grupo</i> e <i>grupo_permissao</i> .

Figura 6.17: Restrição de Integridade Referencial entre as tabelas *usuario, grupo, usuario_grupo e grupo_permissao*.

CAPÍTULO 7

Resultados obtidos

Os casos de testes foram realizados no banco de dados Postgres através de comandos [DML](#). São apresentados as entradas de dados, o teste aplicado, a saída esperada, a mensagem exibida pelo BD e o Resultado obtido pelo BD.

7.1 Casos de Testes Intra-Tabelas

Serão apresentados os casos de testes Intra -Tabelas, distinguidos pelo tipo de critério, e informando o :

- Número de caso de Teste,
- A tabela referenciada,
- A entrada de dados,
- A saída esperada,
- A mensagem exibida pelo Banco de Dados após a execução do testes e
- E o Resultado obtido pelo Banco de Dados

As Figuras [7.1](#) a [7.17](#) são apresentados os resultados obtidos, conforme descritos na seção [6.1.1](#).

Os Scripts dos testes executados são apresentados no Apêndice [B](#), ao final desse Trabalho.

Caso de Teste - CT	Tabela	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
01	empresa	Inserir Chave Primária existente na tabela <i>empresa</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "empresa_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
02		Inserir <i>cnpj</i> existente na tabela <i>empresa</i> .	Entrada duplicada para <i>cnpj</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "empresa_cnpj_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
03		Inserir <i>razao_social</i> existente na tabela <i>empresa</i> .	Entrada duplicada para <i>razao_social</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "empresa_razao_social_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
04	filial	Inserir Chave Primária existente na tabela <i>filial</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "filial_cnpj_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
05		Inserir <i>cnpj</i> existente na tabela <i>filial</i> .	Entrada duplicada para <i>filial</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "filial_cnpj_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
06	conta	Inserir Chave Primária existente na tabela <i>conta</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "conta_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
07		Inserir <i>cnpj</i> existente na tabela <i>empresa</i> .	Entrada duplicada para <i>cnpj</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "conta_cnpj_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
08		Inserir <i>razao_social</i> existente na tabela <i>empresa</i> .	Entrada duplicada para <i>razao_social</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "conta_razao_social_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
09	plano	Inserir Chave Primária existente na tabela <i>plano</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "plano_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
10		Inserir <i>nome</i> existente na tabela <i>plano</i>	Entrada duplicada para <i>nome</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "plano_nome_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)

Figura 7.1: Resultados da execução dos testes Intra-tabelas 1

11		Inserir Chave Primária existente na tabela <i>conta_plano</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "conta_plano_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
12	<i>conta_plano</i>	Inserir par de <i>id_plano</i> e <i>id_conta</i> existente na tabela <i>conta_plano</i> .	Entrada duplicada para <i>id_plano</i> e <i>id_conta</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "unique_id_conta_id_plano"	Restrição de unicidade não violada (OK)
13	<i>preco_modulo</i>	Inserir Chave Primária existente na tabela <i>preco_modulo</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "preco_modulo_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
14		Inserir Chave Primária existente na tabela <i>matriz_empresa_modulo</i>	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "matriz_empresa_modulo_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
15	<i>matriz_empresa_modulo</i>	Inserir par de <i>modulo</i> e <i>id_empresa</i> existente na tabela <i>matriz_empresa_modulo</i> .	Entrada duplicada para <i>modulo</i> e <i>id_empresa</i>	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "unique_modulo_id_empresa"	Restrição de unicidade não violada (OK)
16		Inserir Chave Primária existente na tabela <i>usuario</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "usuario_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
17	<i>usuario</i>	Inserir <i>email</i> existente na tabela <i>usuario</i> .	Entrada duplicada para <i>email</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "usuario_email_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)
18		Inserir Chave Primária existente na tabela <i>grupo</i> .	Entrada Duplicada para Chave Primária	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "grupo_pkey"	Restrição de unicidade não violada (OK)
19	<i>grupo</i>	Inserir <i>nome</i> existente na tabela <i>grupo</i> .	Entrada duplicada para <i>nome</i> .	ERROR: duplicate key value violates unique constraint "grupo_nome_key"	Restrição de unicidade não violada (OK)

Figura 7.2: Resultados da execução dos testes Intra-tabelas 2

Caso de Teste - CT	Tabela	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
20	empresa	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>empresa</i> .	Não aceitar valores nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
21	filial	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>filial</i> .	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
22	conta	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>conta</i> .	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
23	plano	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>plano</i> ..	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
24	conta_plano	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>conta_plano</i> .	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
25	preco_modulo	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>preco_modulo</i> .	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
26	matriz_empresa_modulo	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>matriz_empresa_modulo</i>	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
27	usuario	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>usuario</i> .	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)
28	grupo	Verificar Chave Primária existente na tabela <i>grupo</i> .	Não Aceita Valores Nulos	ERROR: null value in column "id" violates not-null constraint	Não foi inserido uma PK com valor null , e nenhum codigo na sequência (OK)

Figura 7.3: Resultados da execução dos testes Intra-tabelas 3

Tabela	empresa			
Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
29	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
30	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
31	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result.	Valor de Domínio válido (OK)
32	inserir valor = true no atributo <i>ativo</i> .	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result.	Valor de Domínio válido (OK)
33	inserir valor = null no atributo <i>ativo</i> .	Não é possível inserir o valor <i>null</i> no atributo <i>ativo</i> , pois é classe inválida.	ERRO: valor nulo na coluna "ativo" viola a restrição não-nula	Valor de Domínio válido (OK)
34	inserir valor char numérico < 14 no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char numérico < 14 no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
35	Inserir valor '04070205000102' (char numérico = 14) no atributo <i>cnpj</i>	BD aceita pois está dentro do limite de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
36	inserir valor char numérico > 14 no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char numérico > 14 no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(14)	Valor de Domínio válido (OK)
37	inserir valor char não numérico de qualquer tamanho no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char não numérico de qualquer tamanho no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)

Figura 7.4: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela empresa

38	inserir text < 1 no atributo <i>razao_social</i>	Não é possível inserir valor text < 1 no atributo <i>razao_social</i> , pois está aquém do mínimo de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
39	inserir valor = "Empresa teste" no atributo atributo <i>razao_social</i>	BD aceita, pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
40	inserir text > 256 no atributo <i>razao_social</i>	Não é possível inserir valor text > 256 no atributo <i>razao_social</i> , pois ultrapassa limite de caracteres.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
41	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_conta</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
42	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_plano</i>	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
43	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_plano</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
44	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_plano</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.5: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela empresa (continuação)

Tabela	filial			
Caso de Teste- CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
45	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
46	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
47	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
48	inserir text < 1 no atributo <i>razao_social</i>	Não é possível inserir valor text < 1 no atributo <i>razao_social</i> , pois está aquém do mínimo de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
49	inserir valor = "Empresa teste" no atributo atributo <i>razao_social</i>	BD aceita, pois é classe válida, está dentro do limite de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
50	inserir text > 256 no atributo <i>razao_social</i>	Não é possível inserir valor text > 256 no atributo <i>razao_social</i> , pois ultrapassa limite de caracteres.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
51	inserir valor char numérico < 14 no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char numérico < 14 no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
52	inserir valor '04070205000102' (char numérico = 14) no atributo <i>cnpj</i>	BD aceita pois está dentro do limite de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
53	inserir valor char numérico > 14 no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char numérico > 14 no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(14)	Valor de Domínio válido (OK)
54	inserir valor char não numérico de qualquer tamanho no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char não numérico de qualquer tamanho no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
55	Inserir valor = null no atributo <i>data_insercao</i>	Não é possível inserir o valor Null no atributo <i>data_insercao</i> , pois é classe inválida	ERRO: valor nulo na coluna "data_insercao" viola a restrição não-nula	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.6: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela filial

56	inserir data no atributo <i>data_insercao</i> em formato <i>aaaa-mm-dd</i> no	BD aceita pois está dentro do limite de classe.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
57	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_empresa</i>	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, no atributo <i>id_empresa</i> , pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
58	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_empresa</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648,no atributo <i>id_empresa</i> pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
59	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_empresa</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.7: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela filial (continuação)

Tabela	conta			
Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
60	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
61	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
62	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
63	inserir text < 1 no atributo <i>razao_social</i>	Não é possível inserir valor text < 1 no atributo <i>razao_social</i> , pois está aquém do mínimo de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
64	inserir valor = "Empresa teste" no atributo atributo <i>razao_social</i>	BD aceita, pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
65	inserir text > 256 no atributo <i>razao_social</i>	Não é possível inserir valor text > 256 no atributo <i>razao_social</i> , pois ultrapassa limite de caracteres.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
66	inserir valor char numérico < 14 no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char numérico < 14 no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
67	inserir valor '04070205000102' (char numérico = 14) no atributo <i>cnpj</i>	BD aceita pois está dentro do limite de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
68	inserir valor char numérico > 14 no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char numérico > 14 no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(14)	Valor de Domínio válido (OK)
69	inserir valor char não numérico de qualquer tamanho no atributo <i>cnpj</i>	Não é possível inserir o valor char não numérico de qualquer tamanho no atributo <i>cnpj</i> , pois é classe inválida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)

Figura 7.8: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela conta

70	inserir valor = null no atributo <i>dia_faturamento</i>	Não é possível inserir valor int = null, pois é classe inválida	ERRO: valor nulo na coluna "dia_faturamento" viola a restrição não-nula	Valor de Domínio válido (OK)
71	insesir valor = 25 no atributo <i>dia_faturamento</i>	BD aceita, pois é classe válida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
72	inserir valor = true no atributo <i>ativo</i> .	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
73	Inserir valor = null no atributo <i>ativo</i> .	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>ativo</i> , pois é classe inválida.	ERRO: valor nulo na coluna "ativo" viola a restrição não-nula	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.9: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela conta (continuação)

Tabela	<i>plano</i>			
Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
74	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
75	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
76	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
77	inserir valor varchar > 255 no atributo <i>nome</i>	Não é possível inserir valor varchar > 255 no atributo <i>razao_social</i> , pois é classe inválida.	ERRO: valor é muito longo para tipo character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
78	inserir valor = "Plano Gold" no atributo atributo <i>nome</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
79	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>quantidade_maxima_filiais</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
80	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>quantidade_maxima_filiais</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
81	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ não nulo no atributo <i>quantidade_maxima_filiais</i> .	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.10: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela *plano*

Tabela	conta_plano			
Caso de Teste -CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
82	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
83	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
84	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
85	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_plano</i>	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
86	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_plano</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
87	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_plano</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
88	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_conta</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
89	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>d_conta</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
90	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_conta</i> .	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.11: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela conta_plano

Tabela	<i>preco_modulo</i>			
Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
91	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
92	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
93	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
94	inserir valor text >31 no atributo <i>modulo</i>	Não é possível inserir o valor text > 31, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	ERROR: value too long for type character varying(30)	Valor de Domínio válido (OK)
95	inserir valor "Modulo Teste" no atributo <i>modulo</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
96	inserir valor = NULL no atributo <i>modulo</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>modulo</i> .	ERROR: null value in column "modulo" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
97	inserir valor decimal no atributo <i>valor_mensal_fixo</i>	BD aceita pois está dentro da classe válida.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
98	inserir valor = null no atributo <i>valor_mensal_fixo</i>	Não é possível inserir o valor =NULL no atributo <i>valor_mensal_fixo</i> , pois é classe inválida	ERROR: null value in column "valor_mensal_fixo" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
99	inserir valor decimal no atributo <i>valor_por_cnpj</i>	Não é possível inserir o valor =NULL no atributo <i>valor_por_cnpj</i> , pois é classe inválida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
100	inserir valor = null no atributo <i>valor_por_cnpj</i>	Não é possivel inserir o valor =NULL no atrinuto <i>valor_por_cnpj</i> , pois é classe invalida	ERROR: null value in column "valor_por_cnpj" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
101	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_plano</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
102	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_plano</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.12: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela *preco_modulo*

Tabela	<i>matriz_empresa_modulo</i>			
Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
103	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
104	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
105	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
106	inserir valor text > 31 no atributo <i>modulo</i>	Não é possível inserir o valor text > 31, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio inválido (FALHA)
107	inserir valor = "Modulo Teste" no atributo <i>modulo</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
108	inserir valor = NULL no atributo <i>modulo</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>modulo</i> .	ERROR: null value in column "modulo" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
109	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_empresa</i>	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, no atributo <i>id_empresa</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
110	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_plano</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
111	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_plano</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.13: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela *matriz_empresa_modulo*

Tabela	usuario			
Caso de Testes - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
112	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
113	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
114	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
115	inserir valor text > 256 no atributo <i>nome</i>	Não é possível inserir o valor text > 256, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	ERROR: value too long for type character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
116	inserir valor "ana.leticia" no atributo <i>nome</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
117	inserir valor =NULL no atributo <i>nome</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>nome</i>	ERROR: null value in column "nome" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
118	inserir valor text > 256 no atributo <i>email</i>	Não é possível inserir o valor text > 256, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	ERROR: value too long for type character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
119	inserir valor = "ana@email.com.br" no atributo <i>email</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
120	inserir valor = NULL no atributo <i>email</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>nome</i>	ERROR: null value in column "email" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.14: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela *usuario*

121	inserir valor text > 256 no atributo <i>senha</i>	Não é possível inserir o valor text > 256, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	ERROR: value too long for type character varying(255)	Valor de Domínio válido (OK)
122	inserir valor "senha" no atributo <i>senha</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
123	inserir valor = NULL no atributo <i>senha</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>nome</i>	ERROR: null value in column "senha" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
124	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_conta</i>	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id_empresa</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
125	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_conta</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
126	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_conta</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
127	inserir valor = NULL no atributo <i>ativo</i>	Não é possível inserir valor = null no atributo, pois é classe inválida	ERROR: null value in column "ativo" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)
128	inserir valor = true or false no atributo <i>ativo</i>	BD aceita, pois é classe valida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.15: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela usuário (continuação)

Tabela	grupo			
Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
129	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int > 2147483647,no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
130	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id</i> .	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
131	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
132	inserir valor text >256 no atributo <i>nome</i>	Não é possível inserir o valor text > 256, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	ERROR: value too long for type character varying(50)	Valor de Domínio válido (OK)
133	inserir valor = "Administradores" no atributo <i>nome</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
134	inserir valor = NULL no atributo <i>nome</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>nome</i>	ERROR: null value in column "nome" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.16: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela grupo

Tabela	<i>grupo_permissao</i>			
Caso de Teste- CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
135	Inserir valor int > 2147483647 no atributo <i>id_grupo</i>	Não é possível inserir o valor int > 2147483647, no atributo <i>id</i> pois é classe inválida	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
136	inserir valor int < -2147483648 no atributo <i>id_grupo</i>	Não é possível inserir o valor int < -2147483648, pois é classe inválida.	ERRO: inteiro fora do intervalo	Valor de Domínio válido (OK)
137	inserir valor i, tal que $i \geq -2147483648$ e $i \leq 2147483647$ no atributo <i>id_grupo</i>	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
138	inserir valor text > 51 no atributo <i>permissao</i>	Não é possível inserir o valor text > 256, pois é classe inválida, ultrapassa o limite de caracteres.	ERROR: value too long for type character varying(50)	Valor de Domínio válido (OK)
139	inserir valor = "Administrador" no atributo <i>permissao</i>	BD aceita pois é classe válida, está dentro do limite de caractere.	Query returned successfully with no result	Valor de Domínio válido (OK)
140	inserir valor = NULL no atributo <i>permissao</i>	Não é possível inserir o valor = null no atributo <i>nome</i>	ERROR: null value in column "permissao" violates not-null constraint	Valor de Domínio válido (OK)

Figura 7.17: Resultados da execução dos testes de domínio da tabela *grupo_permissao*

7.2 Casos de Testes Inter-Tabelas

As Figuras 7.18 e 7.19 apresentam os resultados obtidos.

Caso de Teste - CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
141	Excluir Chave primária existente na tabela <i>empresa</i>	Não é permitido excluir, pois a PK(<i>id</i>) da tabela <i>empresa</i> está referenciada no atributo <i>id_empresa</i> (FK) da tabela <i>filial</i> , e da tabela <i>matriz_empresa_modulo</i>	ERROR: update or delete on table "empresa" violates foreign key constraint "id_empresa_filial_fk" on table "filial"	Integridade Referencial não violada (OK)
142	Excluir chave primária existente na tabela <i>conta_plano</i>	Não é permitido excluir, pois a (PK) <i>id</i> da tabela <i>conta_plano</i> , <i>pois</i> está referenciada no atributo <i>id_plano</i> (FK) da tabela <i>empresa</i> e da tabela <i>conta_plano</i>	ERROR: update or delete on table "conta_plano" violates foreign key constraint "id_plano_empresa_fk" on table "empresa"	Integridade Referencial não violada (OK)
143	Excluir chave primária existente na tabela <i>plano</i>	Não é possível excluir, pois a (PK) <i>id</i> da tabela <i>plano</i> está referenciada no atributo <i>id_plano</i> (FK) da tabela <i>conta_plano</i> e da tabela <i>preco_modulo</i> .	ERROR: update or delete on table "plano" violates foreign key constraint "id_plano_preco_modulo_fk" on table "preco_modulo"	Integridade Referencial não violada (OK)
144	Excluir chave primária existente na tabela <i>usuario</i>	Não é possível excluir, pois a (PK) <i>id</i> da tabela <i>usuario</i> , <i>pois</i> está referenciada no atributo <i>id_usuario</i> (FK) da tabela <i>usuario_grupo</i> .	ERROR: update or delete on table "usuario" violates foreign key constraint "id_usuario_grupo_fk" on table "usuario_grupo"	Integridade Referencial não violada (OK)
145	Excluir chave primária existente na tabela <i>grupo</i>	Não é possível excluir, pois a (PK) <i>id</i> da tabela <i>grupo</i> , <i>pois</i> está referenciada no atributo <i>id_grupo</i> (FK) da tabela <i>grupo_permissao</i> .	ERROR: update or delete on table "grupo" violates foreign key constraint "id_grupo_usuario_fk" on table "usuario_grupo"	Integridade Referencial não violada (OK)

Figura 7.18: Restrição de Integridade Referencial Chave Primária

Caso de Teste- CT	Entrada de Dados	Saída esperada	Mensagem do BD	Resultado Obtido do BD
146	Inserir uma empresa em uma conta existente	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Dados inseridos com sucesso(OK)
147	Inserir uma empresa em uma conta inexistente	Não é possível inserir, pois não existe uma conta válida	ERROR: insert or update on table "empresa" violates foreign key constraint "id_conta_empresa_fk"	Dados não foram inseridos pois não existe uma conta com o id informado (OK)
148	Alterar uma empresa para uma conta inexistente	Não é possível inserir, pois não existe uma conta válida	ERROR: insert or update on table "empresa" violates foreign key constraint "id_conta_empresa_fk"	Dados não foram inseridos pois não existe uma conta com o id informado (OK)
149	Inserir uma empresa em um plano existente	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Dados inseridos com sucesso(OK)
150	Inserir uma empresa em um plano inexistente	Não é possível inserir, pois não existe um plano válido	ERROR: insert or update on table "empresa" violates foreign key constraint "id_plano_empresa_fk"	Dados não foram inseridos pois não existe uma conta com o id informado (OK)
151	Alterar uma empresa para um plano inexistente	Não é possível inserir, pois não existe um plano válido	ERROR: insert or update on table "empresa" violates foreign key constraint "id_plano_empresa_fk"	Dados não foram inseridos pois não existe uma conta com o id informado (OK)
152	Inserir uma Filial em uma empresa existente	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Dados inseridos com sucesso(OK)
153	Inserir uma filial em uma empresa inexistente	Não é possível inserir, pois não existe a empresa	ERROR: insert or update on table "filial" violates foreign key constraint "id_empresa_filial_fk"	Dados não foram inseridos pois não existe uma conta com o id informado (OK)
154	Inserir uma conta-plano em uma conta existente	BD aceita, pois é classe válida	Query returned successfully with no result	Dados inseridos com sucesso(OK)
155	Inserir uma conta-plano em uma conta inexistente	Não é possível inserir, pois não existe uma conta.	ERROR: insert or update on table "conta_plano" violates foreign key constraint "id_plano_conta_plano_fk"	Dados não foram inseridos pois não existe uma conta com o id informado (OK)

Figura 7.19: Restrição de Integridade Referencial -Aceitação

7.3 Análise dos Resultados Obtidos na Técnica Funcional

De acordo com os testes realizados podemos observar que na técnica de Restrição de unicidade, o banco se manteve íntegro, todos os casos de testes foram executados com sucesso. A integridade referencial foi mantida para todos os casos de testes executados e , definidos no Plano de testes.

Já na Integridade de domínio tivemos algumas falhas, onde o banco não teve o comportamento esperado, como não existir um check em cada variável que tenha limites inferior e superior válidos dentro do escopo de cada tipo de dados por exemplos datas inválidas que não deveriam ser aceitas ou valores negativos quando a variável deve ser somente positiva tipo idade, essas regras foram definidas no Plano de testes . Essas falhas são comuns, e pelo percentual de erros, pode-se afirmar que o banco de dados, está 90% de qualidade atingida, apenas 10% foram defeitos ocorridos por esses motivos.

Na Tabela 7.1 pode-se observar a relação entre os casos de testes executados e os erros encontrados, conforme descritos nas seções 7.1 e 7.2:

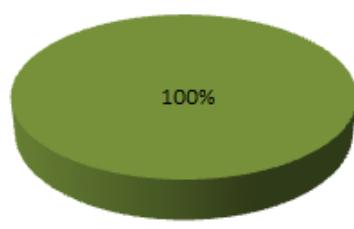
Tabela 7.1: Comparação entre os 3 critérios utilizados

Critério de Teste	Casos de Testes	Erros Encontrados	Porcentagem Eficaz
1 - Restrição de Unicidade	28	0	100%
2 - Integridade de Domínio	112	9	91,96%
3 - Integridade Referencial	15	0	100%
Total	155	9	94,19%

Nas Figuras 7.20(a), 7.20(b), 7.20(c) e 7.20(d), pode-se visualizar de uma melhor forma a porcentagem de casos de testes executados X os erros encontrados:

Restrição de Unicidade

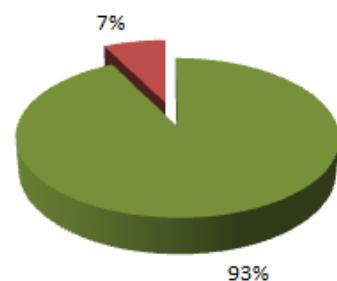
■ Casos de Testes ■ Erros Encontrados



(a) Restrição de Unicidade.

Integridade de Domínio

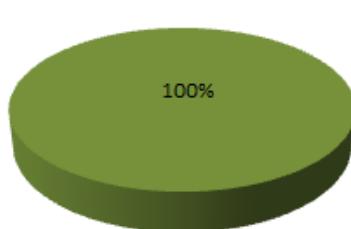
■ Casos de Testes ■ Erros Encontrados



(b) Integridade de domínio.

Integridade Referencial

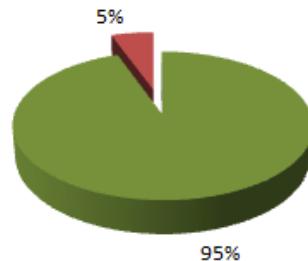
■ Casos de Testes ■ Erros Encontrados



(c) Integridade Referencial.

Total

■ Casos de Testes ■ Erros Encontrados



(d) Total.

Figura 7.20: Restrição de Unicidade (a), Integridade de Domínio (b), Integridade Referencial(c) e Total (d).

7.4 Aplicação de Teste de Mutantes em Scripts de Banco de Dados (SQL)

Nesta seção será apresentado alguns scripts que serão aplicados os operadores de mutação descritos na seção Técnicas de Teste Mutante em Banco de Dados 4.2. Serão realizados 3 exemplos de scripts em [SQL](#) para criarmos os mutantes conforme os operadores de mutação dados em Tuya et al [25]. Na Figura 7.21 mostra como os grupos de operadores de mutação são selecionados e quais tipos são aplicados neste trabalho.



Figura 7.21: Definição de Operadores Utilizados

7.4.1 Caso 1

No Caso 1, serão aplicados os subtipos **ROR** e **LCR** do grupo **OR**, pré definidos na seção Técnicas de Teste de Mutante em Banco de Dados [4.2](#).

Query SQL: busca o plano e o usuário para cada filial de cada empresa.

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano,
U.nome, C.id FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U,
conta C WHERE F.id_empresa = E.id and
E.id_plano = CP.id and
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

Exemplos dos Mutantes gerados no Caso 1:

M1.1

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano,
U.nome, C.id FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U,
conta C WHERE F.id_empresa > E.id and
E.id_plano = CP.id and
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

M1.5

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano,
U.nome, C.id FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U,
conta C WHERE F.id_empresa = E.id and
E.id_plano < CP.id and
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

M1.9

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano,
U.nome, C.id FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U,
conta C WHERE
F.id_empresa = E.id and
E.id_plano = CP.id and
P.id <> CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

M1.13

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano,
U.nome, C.id FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U,
conta C WHERE F.id_empresa = E.id or
E.id_plano = CP.id and
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

Na Tabela 7.2 mostra os resultados da execução de cada mutante gerado no Caso 1 mostrando que não houve nenhum mutante vivo. Ou seja todos mutantes deram resultados diferenciados em relação ao Script Original. Desta forma os erros plantados na geração de cada mutante mostrado nos exemplos acima e colocados no Apêndice, mostraram que no script original não existem esses respectivos defeitos, o que é muito importante e dá segurança para a aplicação.

Tabela 7.2: Execução dos Mutantes *Caso 1*

Script Referenciado	Resultado
Original	56 Linhas
M1.1	63 Linhas
M1.2	217 Linhas
M1.3	280 Linhas
M1.4	63 Linhas
M1.5	217 Linhas
M1.6	280 Linhas
M1.7	49 Linhas
M1.8	175 Linhas
M1.9	224 Linhas
M1.10	32 Linhas
M1.11	136 Linhas
M1.12	168 Linhas
M1.13	19840 Linhas
M1.14	5160 Linhas
M1.15	10664 Linhas

7.4.2 Caso 2

No segundo exemplo, serão aplicados os subtipos **SUB** e **ROR**, do grupo **SC** e do grupo **OR**, respectivamente.

Query SQL: consulta o valor de mensal pago por cada usuário ativo em cada plano

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

Exemplos dos Mutantes gerados no Caso 2:

M2.1

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id > UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.9

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano <> P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.10

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id not in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

Na Tabela 7.3 mostra o resultado dos mutantes gerados nos mutantes gerados no Caso 2 mostrados anteriormente. Nesse caso também ilustra que os defeitos colocados em cada mutante não está presente no Script original. No Caso 2 foram gerados 13 mutantes baseados nos operadores já comentados anteriormente. Os Mutantes são apresentados no Apêndice D.

Tabela 7.3: Execução dos Mutantes Caso 2

Script Referenciado	Resultado
Original	288 Linhas
M2.1	3078 Linhas
M2.2	1254 Linhas
M2.3	4332 Linhas
M2.4	0 Linha
M2.5	152 Linhas
M2.6	1140 Linhas
M2.7	240 Linhas
M2.8	672 Linhas
M2.9	912 Linhas
M2.10	0 Linha
M2.11	0 Linha
M2.12	0 Linha
M2.13	0 Linha

7.4.3 Caso 3

No Terceiro exemplo é utilizado o subtipo **LKE** também pertencente ao grupo **OR**; A quantidade desses mutantes é reduzida devido combinação efetuada com 2 operadores, e a quantidade de dados no Banco.

Query SQL: busca todos usuários cujo nome comece com a letra *A* (maiúsculo)

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'A%';  
-- onde a letra A pode ser uma entrada de dado de um ou mais caracteres.
```

Exemplos dos Mutantes gerados no Caso 3:

M3.1

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'A_';
```

M3.2

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'a%';
```

M3.3

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'a_';
```

M3.4

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'C%';
```

M3.5

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'C_';
```

Na Tabela 7.4 mostra o resultado dos mutantes gerados nos mutantes gerados no Caso 3 mostrados anteriormente. Nesse caso também ilustra que os defeitos colocados em cada mutante não está presente no Script original. No Caso 3 foram gerados 5 mutantes baseados nos operadores já comentados anteriormente. Os Mutantes são apresentados no Apêndice D.

Tabela 7.4: Execução dos Mutantes Caso 3

Script Referenciado	Resultado
Original	1 Linha
M3.1	0 Linha
M3.2	2 Linhas
M3.3	0 Linha
M3.4	6 Linhas
M3.5	0 Linha

7.5 Análise dos Resultados obtidos em Testes de Mutante

Pode-se observar que o teste de mutantes não tem efeito direto como a técnica de testes funcional possui no Banco de Dados (no projeto do Banco), já o teste de mutante contribui em verificar que os scripts de SQL usados nas aplicações, estão corretos, não possuindo nenhum defeito gerado pelos operadores de mutação. Nos Mutantes gerados em nosso exemplo não ocorreram defeitos nos scripts, ou seja, não houve nenhum mutante equivalente (quando o mutante gera a mesma saída do que o script original).

Na Tabela 7.5 é apresentada a relação de quantidade de mutantes gerados por cada grupo de cada caso (scripts) utilizado como exemplo para ilustrar essa prática.

Tabela 7.5: Relação de Mutantes gerados nos exemplos

Operador	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Total
OR	15	9	5	29
SC	0	1	0	1
				30

Na Figura 7.22 é mostrado o total de mutantes em porcentagem de grupo.

Mutantes Gerados

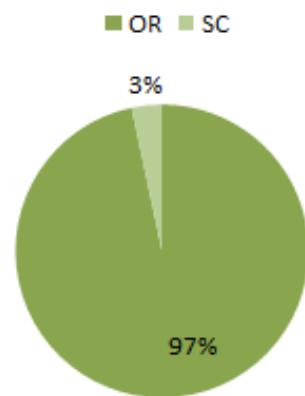


Figura 7.22: Porcentagem de Mutantes gerados por grupo

CAPÍTULO 8

Conclusão e trabalhos futuros

Neste trabalho foi apresentado uma contextualização sobre Testes de Software e suas técnicas aplicadas em Aplicações de Banco de Dados Relacional. Foram apresentadas as técnicas funcionais e técnica de Mutantes, técnicas importantes para medir a qualidade de um Banco de Dados Relacional.

A partir dos Critérios de Testes e do Banco de Dados, foram executados um plano de teste para um Banco de dados relacional. Com base nos critérios propostos, foram executados no total 155 casos de testes funcionais e escolhidos apenas 3 scripts de [SQL](#) para uso e demonstração do Teste de Mutantes.

De acordo com a análise dos resultados obtidos, pode-se observar que o nosso objetivo foi alcançado. Foram executados dois tipos de testes no Banco de Dados Relacional, ambos com resultados positivos e diferentes.

As técnicas utilizadas de uma certa forma se complementam. Ambas contribuem para a melhoria de certas partes do software, para a obtenção de um melhor resultado no geral. Foi mostrado suas execuções e seus resultados positivos de cada técnica para a detecção de defeitos.

A técnica Funcional foca diretamente no Projeto do Banco de Dados, contribuindo com a sua qualidade. Já a técnica de Teste de Mutantes em Scripts SQL foca em mostrar que os códigos criados em uma dada Aplicação de Banco de Dados possui uma boa qualidade e estão isentas dos defeitos aplicados pelos Operadores de Mutação utilizados. As duas técnicas executadas garantem uma melhor cobertura de defeitos, e a qualidade do BDR.

Uma das maneiras de aperfeiçoamento deste trabalho é dar continuidade aos testes funcionais utilizando outras técnicas que não foram abordados no trabalho, como descrito na Seção 3.1 - Critérios de testes.

Há também para trabalhos futuros, a possibilidade de automatizar os testes propostos neste trabalho. A criação de um software, que execute todos os casos de testes especificados na Técnica Funcional no Banco de Dados relacional, de acordo com o plano de testes, poderá poupar tempo. e ser executada a cada mudança do Banco de Dados. Alguns artigos utilizam ferramentas como DBUnit[11] para automatizar os

testes de mutantes em Banco de Dados Esta ferramenta por ser open source poderia ser amplamente utilizada para testar e aplicar todos os operadores de mutação em Banco de Dados nos códigos de SQL de uma aplicação de Banco de Dados em uma empresa, o que poderia contribuir muito com a qualidade e praticidade do acompanhamento dos testes de mutantes.

Referências Bibliográficas

- [1] ABREU, MAURÍCIO PEREIRA DE; MACHADO, F. N. R. **Projeto de banco de dados.** São Paulo), 6 edition, 2000.
- [2] BOXFUSE GMBH. **Flyway.** <https://flywaydb.org/>. Acessado em: 2017-06-03.
- [3] CABEÇA, A. G.; LEITÃO-JR, P. J. M. **Análise de Mutantes em Aplicações SQL de Banco de Dados**, 2008.
- [4] CODD, E. F. [A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks](#), 1970.
- [5] CRESPO, A. N.; MARTINEZ, M. R. M. J. M. J. M. T. A. **Documentação de teste - referência: Norma ieee std 829**, 2000.
- [6] DA INFORMAÇÃO, O. T. **Oobj Tecnologia da Informação.** <http://www.oobj.com.br/>. Accessado em: 2017-12-03.
- [7] DELAMARO, M. E; MALDONADO, J. C. J. M. **Teste de mutação.** In: *Introducao ao Teste de Software*, p. 77–118, Rio de Janeiro, 2007. Elsevier.
- [8] ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, S. **Sistemas de banco de dados.** São Paulo, sixth edition, 2005.
- [9] HARROLD, M. J.; ROTHERMEL, G. **Performing data flow testing on classes.** Second ACM SIGSOFT Symposium on Foundations os Software Engineering, New York, 1994.
- [10] HOWDEN, W. **Functional Program Testing and Analysis.** McGraw-Hill, USA, 1987.
- [11] JENSEN, JEFF. ET AL. **DbUnit.** <http://dbunit.sourceforge.net/>. Acessado em: 2017-06-03.
- [12] KORTH, HENRY F.; SILBERSCHATZ, A. S. S. **Sistema de banco de dados.** Makron Books, São Paulo, 1999.

- [13] MALDONADO, J. C. **Critérios potenciais usos: Uma contribuição ao teste estrutural de software.** Tese de doutorado em engenharia elétrica, DCA/FEE/UNICAMP, Campinas, SP, 1991.
- [14] MODESTO, L. R. **Teste funcional baseado em diagramas da uml.** Dissertação de mestrado em ciência da computação, Centro Universitário Eurípides de Marília (UNIVEM), Marília, São Paulo, Brasil, 2006.
- [15] MYERS, G. J. **Software Reliability Principles and Practices.** John Wiley & Sons, INC, 1976.
- [16] MYERS, G. J. **The art of software testing.** John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2004.
- [17] PRESSMAN, R. **Engenharia de Software.** McGraw-Hill, Rio de Janeiro, 5 edition, 2002.
- [18] PRESSMAN, R. **Engenharia de Software.** McGraw-Hill, São Paulo, 6 edition, 2006.
- [19] ROCHA, A. R. C.; MALDONADO, J. C. W. K. C. **Qualidade de Software - Teoria e Prática.** Prentice Hall, 2001.
- [20] SILBERSCHATZ, A; KORTH, H. F. S. S. **Sistema de banco de dados,** 2006.
- [21] SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software.** Pearson, São Paulo, 2008.
- [22] SOUZA, J. P. D. **Teste funcional em aplicação de banco de dados relacional baseado nos diagramas da uml,** 2008.
- [23] SPOTO, E. S. **Teste estrutural de programas de aplicação de banco de dados relacional.** Tese de doutorado em engenharia elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas - FEEC/UNICAMP, Campinas, 2000.
- [24] SWEBOK. [**SWEBOK V3 Guide - Software Engineering Body of Knowledge**](#), 2014.
- [25] TUYA, J.; SUÁREZ-CABAL, M. R. C. **Mutating database queries, information and software technology,** 2006.

APÊNDICE A

Script de criação da base de dados

```
SET statement_timeout = 0; SET lock_timeout = 0; SET client_encoding = 'UTF8'; SET standard_conforming_strings = on; SET check_function_bodies = false; SET client_min_messages = warning; CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS plpgsql WITH SCHEMA pg_catalog; COMMENT ON EXTENSION plpgsql IS 'PL/pgSQL procedural language'; SET search_path = public, pg_catalog; SET default_with_oids = false; CREATE TABLE conta ( id integer NOT NULL, razao_social character varying(255) NOT NULL, cnpj character varying(14) NOT NULL, dia_faturamento integer NOT NULL, email_principal character varying(255), ativo boolean DEFAULT true NOT NULL ); CREATE SEQUENCE conta_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE conta_id_seq OWNED BY conta.id; CREATE TABLE conta_plano ( id integer NOT NULL, id_plano integer NOT NULL, id_conta integer NOT NULL, padrao boolean DEFAULT false ); CREATE SEQUENCE conta_plano_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE conta_plano_id_seq OWNED BY conta_plano.id; CREATE TABLE email_log ( id integer NOT NULL, data_envio timestamp without time zone NOT NULL, destinatario character varying(255) NOT NULL, assunto character varying(255) NOT NULL, status_envio boolean NOT NULL ); CREATE SEQUENCE email_log_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE email_log_id_seq OWNED BY email_log.id; CREATE TABLE empresa ( id integer NOT NULL, ativo boolean NOT NULL, cnpj character varying(14) NOT NULL, razao_social character varying(255) NOT NULL, id_conta integer NOT NULL, id_plano integer ); CREATE SEQUENCE empresa_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE empresa_id_seq OWNED BY empresa.id; CREATE TABLE filial ( id integer NOT NULL, razao_social character varying(255) NOT NULL, cnpj character varying(14) NOT NULL, data_insercao date NOT NULL, id_empresa integer NOT NULL ); CREATE SEQUENCE filial_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE filial_id_seq
```

OWNED BY filial.id; CREATE TABLE grupo (id integer NOT NULL, nome character varying(50) NOT NULL); CREATE SEQUENCE grupo_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE grupo_id_seq OWNED BY grupo.id; CREATE TABLE grupo_permissao (id_grupo integer NOT NULL, permissao character varying(50) NOT NULL); CREATE TABLE licencias_parametros (parametro character varying(50) NOT NULL, valor character varying(255) NOT NULL); CREATE TABLE matriz_empresa_modulo (id integer NOT NULL, modulo character varying(255) NOT NULL, id_empresa integer NOT NULL); CREATE SEQUENCE matriz_empresa_modulo_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE matriz_empresa_modulo_id_seq OWNED BY matriz_empresa_modulo.id; CREATE TABLE plano (id integer NOT NULL, nome character varying(40) NOT NULL, qtd_maxima_filiais integer NOT NULL); CREATE SEQUENCE plano_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE plano_id_seq OWNED BY plano.id; CREATE TABLE preco_modulo (id integer NOT NULL, modulo character varying(30) NOT NULL, valor_mensal_fixo numeric(5,2) NOT NULL, valor_por_cnpj numeric(5,2) NOT NULL, id_plano integer NOT NULL); CREATE SEQUENCE preco_modulo_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE preco_modulo_id_seq OWNED BY preco_modulo.id; CREATE TABLE schema_version (version_rank integer NOT NULL, installed_rank integer NOT NULL, version character varying(50) NOT NULL, description character varying(200) NOT NULL, type character varying(20) NOT NULL, script character varying(1000) NOT NULL, checksum integer, installed_by character varying(100) NOT NULL, installed_on timestamp without time zone DEFAULT now() NOT NULL, execution_time integer NOT NULL, success boolean NOT NULL); CREATE TABLE usuario (id integer NOT NULL, nome character varying(255) NOT NULL, email character varying(255) NOT NULL, senha character varying(255) NOT NULL, id_conta integer, ativo boolean DEFAULT false NOT NULL); CREATE TABLE usuario_grupo (id_usuario integer NOT NULL, id_grupo integer NOT NULL); CREATE SEQUENCE usuario_id_seq START WITH 1 INCREMENT BY 1 NO MINVALUE NO MAXVALUE CACHE 1; ALTER SEQUENCE usuario_id_seq OWNED BY usuario.id; ALTER TABLE ONLY conta ALTER COLUMN id SET DEFAULT nextval('conta_id_seq'::regclass); ALTER TABLE ONLY conta_plano ALTER COLUMN id SET DEFAULT nextval('conta_plano_id_seq'::regclass); ALTER TABLE ONLY email_log ALTER COLUMN id SET DEFAULT nextval('email_log_id_seq'::regclass); ALTER TABLE ONLY empresa ALTER COLUMN id SET DEFAULT nextval('empresa_id_seq'::regclass); ALTER TABLE ONLY filial ALTER COLUMN

```
id SET DEFAULT nextval('filial_id_seq'::regclass); ALTER TABLE ONLY
grupo ALTER COLUMN id SET DEFAULT nextval('grupo_id_seq'::regclass);
ALTER TABLE ONLY matriz_empresa_modulo ALTER COLUMN id SET
DEFAULT nextval('matriz_empresa_modulo_id_seq'::regclass); ALTER TABLE
ONLY plano ALTER COLUMN id SET DEFAULT nextval('plano_id_seq'::regclass);
ALTER TABLE ONLY preco_modulo ALTER COLUMN id SET DEFAULT
nextval('preco_modulo_id_seq'::regclass); ALTER TABLE ONLY usuario ALTER
COLUMN id SET DEFAULT nextval('usuario_id_seq'::regclass); ALTER TABLE
ONLY conta ADD CONSTRAINT conta_cnpj_key UNIQUE (cnpj); ALTER TABLE
ONLY conta ADD CONSTRAINT conta_pkey PRIMARY KEY (id) ALTER
TABLE ONLY conta_plano ADD CONSTRAINT conta_plano_pkey PRIMARY
KEY (id) ALTER TABLE ONLY conta ADD CONSTRAINT conta_razao_social_key
UNIQUE (razao_social); ALTER TABLE ONLY email_log ADD CONSTRAINT
email_log_pkey PRIMARY KEY (id); ALTER TABLE ONLY empresa ADD
CONSTRAINT empresa_cnpj_key UNIQUE (cnpj); ALTER TABLE ONLY empresa
ADD CONSTRAINT empresa_pkey PRIMARY KEY (id); ALTER TABLE ONLY
empresa ADD CONSTRAINT empresa_razao_social_key UNIQUE (razao_social);
ALTER TABLE ONLY filial ADD CONSTRAINT filial_cnpj_key UNIQUE
(cnpj); ALTER TABLE ONLY filial ADD CONSTRAINT filial_pkey PRIMARY
KEY (id); ALTER TABLE ONLY grupo ADD CONSTRAINT grupo_nome_key
UNIQUE (nome); ALTER TABLE ONLY grupo_permissao ADD CONSTRAINT
grupo_permissao_pkey PRIMARY KEY (id_grupo, permissao); ALTER TABLE ONLY
grupo ADD CONSTRAINT grupo_pkey PRIMARY KEY (id); ALTER TABLE ONLY
licencias_parametros ADD CONSTRAINT licencias_parametros_pkey PRIMARY KEY
(parametro); ALTER TABLE ONLY matriz_empresa_modulo ADD CONSTRAINT
matriz_empresa_modulo_pkey PRIMARY KEY (id) ALTER TABLE ONLY plano
ADD CONSTRAINT plano_nome_key UNIQUE (nome); ALTER TABLE ONLY
plano ADD CONSTRAINT plano_pkey PRIMARY KEY (id); ALTER TABLE ONLY
preco_modulo ADD CONSTRAINT preco_modulo_pkey PRIMARY KEY
(id); ALTER TABLE ONLY schema_version ADD CONSTRAINT schema_version_pk
PRIMARY KEY (version); ALTER TABLE ONLY conta_plano ADD CONSTRAINT
unique_id_conta_id_plano UNIQUE (id_conta, id_plano); ALTER TABLE ONLY
matriz_empresa_modulo ADD CONSTRAINT unique_modulo_id_empresa UNIQUE
(modulo, id_empresa); ALTER TABLE ONLY usuario ADD CONSTRAINT
usuario_email_key UNIQUE (email); ALTER TABLE ONLY usuario_grupo ADD
CONSTRAINT usuario_grupo_pk PRIMARY KEY (id_usuario, id_grupo); ALTER
TABLE ONLY usuario ADD CONSTRAINT usuario_pkey PRIMARY KEY
(id); CREATE INDEX schema_version_ir_idx ON schema_version USING btree
```

(installed_rank); CREATE INDEX schema_version_s_idx ON schema_version USING btree (success); CREATE INDEX schema_version_vr_idx ON schema_version USING btree (version_rank); ALTER TABLE ONLY conta_plano ADD CONSTRAINT id_conta_conta_plano_fk FOREIGN KEY (id_conta) REFERENCES conta(id); ALTER TABLE ONLY empresa ADD CONSTRAINT id_conta_empresa_fk FOREIGN KEY (id_conta) REFERENCES conta(id); ALTER TABLE ONLY usuario ADD CONSTRAINT id_conta_usuario_fk FOREIGN KEY (id_conta) REFERENCES conta(id); ALTER TABLE ONLY filial ADD CONSTRAINT id_empresa_filial_fk FOREIGN KEY (id_empresa) REFERENCES empresa(id); ALTER TABLE ONLY matriz_empresa_modulo ADD CONSTRAINT id_empresa_matriz_empresa_modulo_fk FOREIGN KEY (id_empresa) REFERENCES empresa(id); ALTER TABLE ONLY grupo_permissao ADD CONSTRAINT id_grupo_permissao_fk FOREIGN KEY (id_grupo) REFERENCES grupo(id) ALTER TABLE ONLY usuario_grupo ADD CONSTRAINT id_grupo_usuario_fk FOREIGN KEY (id_grupo) REFERENCES grupo(id);

ALTER TABLE ONLY conta_plano ADD CONSTRAINT id_plano_conta_plano_fk FOREIGN KEY (id_plano) REFERENCES plano(id); ALTER TABLE ONLY empresa ADD CONSTRAINT id_plano_empresa_fk FOREIGN KEY (id_plano) REFERENCES conta_plano(id); ALTER TABLE ONLY preco_modulo ADD CONSTRAINT id_plano_preco_modulo_fk FOREIGN KEY (id_plano) REFERENCES plano(id); ALTER TABLE ONLY usuario_grupo ADD CONSTRAINT id_usuario_grupo_fk FOREIGN KEY (id_usuario) REFERENCES usuario(id);

APÊNDICE B

Script de Inserção inicial no Banco

-- Usuarios

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (1, 'João das Neves', 'john@email.com', 'Q7M8TXRCMRF6eqisOj1ylQMaX2MbeKhv', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (2, 'Eduardo Estarque', 'dudu@email.com', 'Rte87uZVZfsgCsU4JZzDHEY2ePzoiRxS', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (3, 'Roberto Estarque', 'roberto85@email.com', '5WBH7yqBuOWSIHsVPrcAvgL1Dn6aa74g', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (4, 'Sonsa Estarque', 'sonsa@email.com', '5WBH7yqBuOWSIHsVPrcAvgL1Dn6aa74g', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (5, 'Breno Estarque', 'breno@email.com', '5WBH7yqBuOWSIHsVPrcAvgL1Dn6aa74g', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (6, 'Ariá Estarque', 'needle@email.com', '5WBH7yqBuOWSIHsVPrcAvgL1Dn6aa74g', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (7, 'Jofelino Barateão', 'jojo@email.com', '0s8oyOzCQ7M8TXRCMRF6eqisOj1ylQMa', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (8, 'Cersei Lenister', 'cersei@email.com', 'q272gsr6f0mfosatme83d2cnopjr4frl', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (9, 'Djeime Lenister', 'djeimes_bond@email.com', '53m3om710hqwr256b7ocbkswqrb372b3', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (10, 'Tirão Lenister', 'tira1@email.com', 'wtcne467dageamh77n64drhjfnnouwmxi', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (11, 'Deneris Targario', 'loirinha88@email.com', '8nsr6rep79g6pxk371zpr1lyn4hyuyx', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (12, 'Visergio Targario', 'loirinho_@email.com', 'n3fdcpqj0bmoi18o6gasg75tzowbwkla', true);
```

```
insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (13, 'Sandro Clegueine', 'sandrao@email.com', 'dx3YbhhoRte87uZVZfsgCsU4JZzDHEY2', true);
```

-- Grupos

```
insert into grupo (id, nome) values (1, 'Casa Estarque');
insert into grupo (id, nome) values (2, 'Casa Lenister');
insert into grupo (id, nome) values (3, 'Casa Targario');
-- grupo Estarque
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (1, 1);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (2, 1);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (3, 1);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (4, 1);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (5, 1);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (6, 1);
-- grupo Lenister
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (7, 2);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (8, 2);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (9, 2);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (10, 2);
-- grupo Targario
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (11, 3);
insert into usuario_grupo (id_usuario, id_grupo) values (12, 3);
```

-- Conta

```
insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo)
values (1, 'Ferreiro' , '27477435', 10, 'ferreiro@email.com', true);
insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo)
values (2, 'Acougueiro' , '27927656', 10, 'acougueiro@email.com', true);
insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo)
values (3, 'Curtume' , '94390062', 10, 'curtume@email.com', true);
insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo)
values (4, 'Casa das Pedras', '91601690', 10, 'cabare@email.com', true);
```

-- Plano

```
insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (1, 'Plano Diamond', 1000);
insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (2, 'Plano Platinum', 500);
insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (3, 'Plano Gold', 100);
insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (4, 'Plano Silver', 10);
insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (5, 'Plano Bronze', 1);
```

-- Conta-plano

```
insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (1, 4, 1, false);
insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (2, 4, 2, false);
insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (3, 4, 3, false);
insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (4, 5, 4, false);
```

-- Preco-modulo

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (1, 'Emissão', 999.0, 50.00, 1);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (2, 'Recebimento', 999.0, 50.00, 1);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (3, 'Emissão', 999.0, 25.00, 2);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (4, 'Recebimento', 999.0, 25.00, 2);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (5, 'Emissão', 999.0, 10.00, 3);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (6, 'Recebimento', 999.0, 10.00, 3);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (7, 'Emissão', 999.0, 5.00, 4);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (8, 'Recebimento', 999.0, 5.00, 4);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (9, 'Emissão', 999.0, 1.00, 5);
```

```
insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj,
id_plano) values (10, 'Recebimento', 999.0, 1.00, 5);
```

-- Empresa

```
insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (1,
true, '27477435', 'Ferreiro', 1, 1);
```

```
insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (2,
true, '27927656', 'Acougueiro', 2, 2);
```

```
insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (3,
true, '94390062', 'Curtume', 3, 3);
```

```
insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (4,
true, '91601690', 'Casa das Pedras', 4, 4);
```

-- Filial

```
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (1,
'Ferreiro de Quins-Lêndim', '27477435000188', current_date, 1);
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (2,
'Ferreiro de Casterli-róqui', '27477435000200', current_date, 1);
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (3,
'Acougueiro de Uinterféo', '27927656000100', current_date, 2);
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (4,
'Acougueiro de Ninho da Aguiá', '27927656000230', current_date, 2);
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (5,
'Curtume de Riverrum', '94390062000109', current_date, 3);
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (6,
'Curtume da Muralha', '94390062000290', current_date, 3);
insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (7,
'Casa das Pedras de Quins-Lêndim', '91601690000190', current_date, 4);
```

APÊNDICE C

Scripts dos casos de testes

Casos de testes Restrição de Chave Primária : Restrição de Unicidade

CT - 01 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (1, true, '27477433', 'duplicado', 1, 1);

CT - 02 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (9, true, '27477435', 'existente', 1, 1);

CT - 03 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (10, true, '27477438', 'existente', 1, 1);

CT - 04 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (1, 'Ferreiro', '27477435000188', current_date, 1);

CT - 05 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (20, 'existente', '27477435000188', current_date, 1)

CT - 06 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo) values (1, 'Ferreiro', '27477435', 10, 'ferreiro@email.com', true);

CT - 07 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo) values (1, 'Ferreiro', '27477435', 10, 'ferreiro@email.com', true);

CT - 08 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo) values (20, 'Ferreiro', '27477435', 10, 'ferreiro@email.com', true);

CT - 09 : insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (1, 'nome', 1000);

CT - 10 : insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (1, 'Plano Diamond', 1000);

CT - 11 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (1, 4, 1, false);

CT - 12 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (15, 4, 1, false);

CT - 13 : insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values (1, 'Emissão', 999.0, 50.00, 1);

CT - 14 : insert into matriz_empresa_modulo (id, modulo, id_empresa) values (1, 'emissao', 1);

CT - 15 : insert into matriz_empresa_modulo (id, modulo, id_empresa) values (2, 'emissao', 1);

CT - 16 : insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (1, 'João', "", true);

CT - 17 : insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (1, 'João', 'john@email.com', "", true);

CT - 18 : insert into grupo (id, nome) values (1, 'Casa Estarque');

CT - 19 : insert into grupo (id, nome) values (6, 'Casa Estarque');

Restrição de Chave Primária : Restrição de Entidade

CT - 20 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta) values (null, true, '12345678901234', 'CT-20', 1);

CT - 21 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (Null, 'CT-20', '27477435000188', current_date, 1);

CT - 22 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, email_principal, ativo) values (NULL, 'CT-20' , '27477435', 10, 'ferreiro@email.com', true);

CT - 23 : insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (null, 'Plano Diamond', 1000);

CT - 24 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (null, 4, 1, false);

CT - 25 : insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values (null, 'Emissão', 999.0, 50.00, 1);

CT - 26 : insert into matriz_empresa_modulo (id, modulo, id_empresa) values (null, 'emissao', 1);

CT - 27 : insert into usuario (id, nome, email, senha, ativo) values (null, 'João das Neves', 'john@email.com', "", true);

CT - 28 : insert into grupo (id, nome) values (null,'Casa Estarque');

Restrição de Domínio de Atributo

-- empresa

CT - 29 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (2147483648, true, '12345678901234', 'CT-29', 1, 1);

CT - 30 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano) values (-2147483649, true, '12345678901235', 'CT-30', 1, 1);

```
CT - 31 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (10, true, '12345678901235', 'CT-31', 1, 1);
```

```
CT - 32 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901236', 'CT-32', 1, 1);
```

```
CT - 33 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (null, '12345678901237', 'CT-33', 1, 1);
```

```
CT - 34 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)
values (true, '1234567890', 'CT-34', 1, 1);
```

```
CT - 35 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)
values (true, '04070205000102', 'CT-35', 1, 1);
```

```
CT - 36 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '1234567890123456', 'CT-36', 1, 1);
```

```
CT - 37 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, 'abcdefghijklmn', 'CT-37', 1, 1);
```

```
CT - 38 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901238', "", 1, 1);
```

```
CT - 39 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901239', 'Empresa Teste', 1, 1);
```

```
CT - 41 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901241', 'CT-41', 1, 1);
```

```
CT - 42 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901242', 'CT-42', 2147483648, 1);
```

```
CT - 43 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901242', 'CT-43', -2147483649, 1);
```

```
CT - 44 : insert into empresa (ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)  
values (true, '12345678901243', 'CT-44', 1, 1);
```

--filial

```
CT - 45 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa)  
values (2147483648, 'CT-45', '12345679801234', current_date, 1);
```

```
CT - 46 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa)  
values (-2147483649, 'CT-46', '12345679801234', current_date, 1);
```

```
CT - 47 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa)  
values (10, 'CT-47', '12345679801234', current_date, 1);
```

CT - 48 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('', '12345679801235', current_date, 1);

CT - 49 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('Empresa teste', '12345679801236', current_date, 1);

```
CT - 51 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values  
('CT-51', '1234567890', current_date, 1);
```

CT - 52 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-52', '04070205000102', current_date, 1);

CT - 53 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-53', '1234567890123456', current_date, 1);

CT - 54 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-54', 'abcdefghijklmn', current_date, 1);

CT - 55 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-55', '12345679801239', null, 1);

CT - 56 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-56', '12345679801240', '2016-07-12', 1);

CT - 57 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-57', '12345679801240', '2016-07-12', 2147483648);

CT - 58 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-58', '12345679801241', '2016-07-12', -2147483649);

CT - 59 : insert into filial (razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values ('CT-59', '12345679801242', '2016-07-12', 1);

-- conta

CT - 60 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values (2147483648, 'CT-60', '12345679801243', 26, true);

CT - 61 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values (-2147483649, 'CT-61', '12345679801243', 26, true);

CT - 62 : insert into conta (id, razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values (10, 'CT-62', '12345679801243', 26, true);

CT - 63 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('",
'12345679801243', 26, true);

CT - 64 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('Empresa Teste', '12345678901234', 26, true);

```
CT - 66 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-66', '12345679801', 26, true);
```

CT - 67 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-67', '04070205000102', 26, true);

```
CT - 68 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-68', '1234567890123456', 26, true);
```

CT - 69 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-69', 'abcdefghijklmn', 26, true);

CT - 70 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-70', '12345679801243', null, true);

CT - 71 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-71', '12345679801243', 25, true);

CT - 72 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-72', '12345679801243', 26, true);

CT - 73 : insert into conta (razao_social, cnpj, dia_faturamento, ativo) values ('CT-73', '12345679801243', 26, null);

-- plano

CT - 74 : insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (2147483648, 'CT-74', 1);

CT - 75 : insert into plano (id, nome, qtd_maxima_filiais) values (-2147483649, 'CT-75', 1);

CT - 77 : insert into plano (nome, qtd_maxima_filiais) values ('Plano Gold', 1);

CT - 78 : insert into plano (nome, qtd_maxima_filiais) values ('CT-78', 2147483648);

CT - 79 : insert into plano (nome, qtd_maxima_filiais) values ('CT-79', -2147483649);

CT - 80 : insert into plano (nome, qtd_maxima_filiais) values ('CT-80', 1);

CT - 81 : insert into plano (nome, qtd_maxima_filiais) values ('CT-81', 42);

```
-- conta_plano
CT - 82 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (2147483648 , 1, 1);
CT - 83 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (-2147483649, 1, 1);
CT - 84 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (10, 1, 1);
CT - 85 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (11, 2147483648, 1);
CT - 86 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (12, -2147483649, 1);
CT - 87 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (13, 1 , 1);
CT - 88 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (14, 1, 2147483648);
CT - 89 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (15, 1, -2147483649);
CT - 90 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta) values (16, 1, 1);
-- preco_modulo
CT - 91 : insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values (2147483648, 'CT- 91', 999.9, 999.9, 1);
CT - 92 : insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values (-2147483649, 'CT- 92', 999.9, 999.9, 1);
CT - 93 : insert into preco_modulo (id, modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values (20, 'CT- 93', 999.9, 999.9, 1);
CT - 94 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values ('CT- 94', CT- 94, CT- 94, CT- 94, CT- 94', 999.9, 999.9, 1);
CT - 95 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values ('Modulo Teste', 999.9, 999.9, 1);
CT - 96 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values (null, 999.9, 999.9, 1);
CT - 97 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values ('CT- 97', 999.9, 999.9, 1);
CT - 98 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values ('CT- 98', null, 999.9, 1);
CT - 99 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values ('CT- 99', 999.9, 999.9, 1);
CT - 100 : insert into preco_modulo (modulo, valor_mensal_fixo, valor_por_cnpj, id_plano) values ('CT-100', 999.9, null, 1);
```



```
CT - 117 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values (null, 'email@email.com', 'senha', 1, true);
```

```
CT - 119 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-119', 'ana@email.com.br', 'senha', 1, true);
```

```
CT - 120 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-120', null, 'senha', 1, true);
```

```
CT - 122 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-122', 'email@email.com', 'senha', 1, true);
```

```
CT - 123 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-123', 'email@email.com', null, 1, true);
```

CT - 124 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-124', 'email@email.com', 'senha', 2147483648, true);

```
CT - 125 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-125', 'email@email.com', 'senha', -2147483649, true);
```

```
CT - 126 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-126', 'email@email.com', 'senha', 1, true);
```

```
CT - 127 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-127', 'email@email.com', 'senha', 1, null);
```

```
CT - 128 : insert into usuario (nome, email, senha, id_conta, ativo) values ('CT-128', 'emal@email.com', 'senha', 1, true);
```

-- grupo

CT - 129 : insert into grupo (id, nome) values (2147483648, 'CT-129');

CT - 130 : insert into grupo (id, nome) values (-2147483649, 'CT-130');

CT - 131 : insert into grupo (id, nome) values (10, 'CT-131');

CT - 132 : insert into grupo (nome) values ('CT-132, CT-132, CT-132, CT-132,
CT-132, CT-132, CT-132, CT-132, CT-132, CT-132, CT-132, CT-132, CT-132, CT-132,

Casos de Testes Inter - Tabelas

Restrição de Integridade Referencial

CT - 141 : delete from empresa where id='1';
CT - 142 : delete from conta_plano where id='1';
CT - 143 : delete from plano where id='1';
CT - 144 : delete from usuario where id='1';
CT - 145 : delete from grupo where id='1';
CT - 146 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)
values (9, true, '27477433', 'CT-146', 1, 1);
CT - 147 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)
values (10, true, '27477439', 'CT146', 15, 1);
CT - 148 : update empresa set id_conta = '15';
CT - 149 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)
values (10, true, '27477439', 'CT146', 1, 1);
CT - 150 : insert into empresa (id, ativo, cnpj, razao_social, id_conta, id_plano)
values (10, true, '27477439', 'CT146', 1, 15);
CT - 151 : update empresa set id_plano = '15';
CT - 152 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa)
values (9, 'ct151', '27477435000100', current_date, 1);

CT - 153 : insert into filial (id, razao_social, cnpj, data_insercao, id_empresa) values (15, 'ct151', '2747743500000', current_date, 20);

CT - 154 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (10, 1, 1, false);

CT - 155 : insert into conta_plano (id, id_plano, id_conta, padrao) values (11, 20, 1, false);

APÊNDICE D

Scripts dos Testes de Mutantes

Query dos Mutantes Caso 1:

M1.1 :

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa > E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.2 :

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa < E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.3

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa <> E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.4:

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano > CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.5:

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano < CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.6

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano <> CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.7 :

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE  
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id > CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.8:

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C
```

WHERE

```
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id < CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.9

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE
```

```
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id <> CP.id_plano and  
U.id_conta = C.id;
```

M1.0 :

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE
```

```
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta > C.id;
```

M1.11:

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE
```

```
F.id_empresa = E.id and  
E.id_plano = CP.id and  
P.id = CP.id_plano and  
U.id_conta < C.id;
```

M1.12 :

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.  
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C  
WHERE
```

```
F.id_empresa = E.id and
```

```
E.id_plano = CP.id and
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta <> C.id;
```

M1.13

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C
WHERE
F.id_empresa = E.id or
E.id_plano = CP.id and
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

M1.14

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C
WHERE
F.id_empresa = E.id and
E.id_plano = CP.id or
P.id = CP.id_plano and
U.id_conta = C.id;
```

M1.15

```
SELECT E.id, E.razao_social, F.id, F.razao_social, P.nome, CP.id, CP.id_plano, U.
FROM filial F, empresa E, conta_plano CP, plano P, usuario U, conta C
WHERE
F.id_empresa = E.id and
E.id_plano = CP.id and
P.id = CP.id_plano or
U.id_conta = C.id;
```

Query dos Mutantes Caso 2:**M2.1**

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id > UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.2

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id < UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.3

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id <> UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.4

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id > UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id not in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.5

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id < UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.6

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
```

```
G.id <> UP.id_grupo and  
PM.id_plano = P.id and  
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.7

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo  
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM  
WHERE U.id = UP.id_usuario and  
G.id = UP.id_grupo and  
PM.id_plano > P.id and  
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.8

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo  
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM  
WHERE U.id = UP.id_usuario and  
G.id = UP.id_grupo and  
PM.id_plano < P.id and  
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.9

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo  
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM  
WHERE U.id = UP.id_usuario and  
G.id = UP.id_grupo and  
PM.id_plano <> P.id and  
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.10

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo  
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM  
WHERE U.id = UP.id_usuario and  
G.id = UP.id_grupo and  
PM.id_plano = P.id and  
U.id not in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo = true);
```

M2.11

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo > true);
```

M2.12

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo < true);
```

M2.13

```
SELECT u.nome, g.id, p.nome, pm.valor_mensal_fixo
FROM usuario U, grupo G, plano P, usuario_grupo UP, preco_modulo PM
WHERE U.id = UP.id_usuario and
G.id = UP.id_grupo and
PM.id_plano = P.id and
U.id in(SELECT distinct id from usuario WHERE ativo <> true);
```

Query dos Mutantes [Caso 3:](#)

M3.1

```
SELECT * from Usuario
WHERE nome Like 'A_';
```

M3.2

```
SELECT * from Usuario
WHERE nome Like 'a%';
```

M3.3

```
SELECT * from Usuario
WHERE nome Like 'a_';
```

M3.4

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'C%';
```

M3.5

```
SELECT * from Usuario  
WHERE nome Like 'C_';
```