

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**BrModeloNext: FINALIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E
AVALIAÇÃO DE USABILIDADE**

**OSMAR F. GUIMARÃES DE OLIVEIRA
RAFAEL AMORIM DE SOUZA**

**Florianópolis - SC
2013/2**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E
ESTATÍSTICA
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

**BrModeloNext: FINALIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E
AVALIAÇÃO DE USABILIDADE**

OSMAR F. GUIMARÃES DE OLIVEIRA
RAFAEL AMORIM DE SOUZA

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado como parte dos
requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência das Computação

Florianópolis - SC
2013/2

OSMAR F. GUIMARÃES DE OLIVEIRA
RAFAEL AMORIM DE SOUZA

**BrModeloNext: FINALIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E
AVALIAÇÃO DE USABILIDADE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Bacharel em Ciências da Computação

Orientador: Ronaldo dos Santos Mello

Banca examinadora

Christiane Gresse Von Wangenheim

Vânia Bogorny

Agradecimentos

Agradecemos aos pais, pela educação, ensinamentos e apoio incondicional.

Agradecemos ao professor Ronaldo dos Santos Mello, pela orientação e suporte prestado durante todo este trabalho.

Agradecemos a todos os professores, pelos conhecimentos e valores transmitidos.

Agradecemos às namoradas pelo apoio e compreensão das horas ausentes para que este trabalho fosse concluído dentro do prazo.

Agradecemos ao João Júnior de Amorim pelo apoio fornecido durante o curso.

Agradecemos aos amigos do curso pelo companheirismo e amizade durante a graduação.

Sumário

Resumo	10
1 Introdução	11
1.1 Motivação e Justificativa	11
1.2 Objetivos	12
1.3 Métodos de pesquisa	13
1.4 Estrutura do documento	14
2 Fundamentação Teórica.....	16
2.1 Projeto de Banco de Dados	16
2.1.1 Projeto Conceitual.....	16
2.1.2 Projeto Lógico.....	21
2.1.3 Projeto Físico	36
2.2 Usabilidade.....	37
3 Estado da Arte.....	41
4 brModelo	47
4.1 brModeloNext	49
4.2 Finalização do Desenvolvimento da brModeloNext	54
4.2.1 Análise de Requisitos	54
4.2.2 Modelagem do sistema.....	55
4.2.3 Testes	57
5 Design de Interface com o Usuário	60
5.1 Avaliação Heurística	60
5.2 Análise de Contexto	64
5.2.1 Levantamento de Dados	64
5.2.2 Resultados da análise	65
5.3 Síntese	71
6 Avaliação.....	78
6.1 Execução da Avaliação	79
6.2 Resultados da Avaliação.....	80
6.3 Discussão.....	84
7 Conclusão	86

7.1 Trabalhos Futuros.....	88
Referências	90
Anexos	92
Anexo A - Tabela Descrição das tarefas	92
Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	99
Anexo C - Roteiro de Teste de Usabilidade	99
Anexo D - Questionário SUS (System Usability Scale).....	103

Lista de Figuras

Figura 1: Entidade Pessoa.....	18
Figura 2: Atributo identificador CPF.	18
Figura 3 : Relacionamento Lotação entre Empregado e Departamento.....	19
Figura 4: Especialização total a direita e Especialização parcial a esquerda.	20
Figura 5: Especialização exclusiva a esquerda e Especialização não-exclusiva a direita.	21
Figura 6: Mapeamento de entidades.....	22
Figura 7: Mapeamento de uma hierarquia de especialização para tabela única.	23
Figura 8: Mapeamento de uma hierarquia de especialização com tabela para cada entidade. .	24
Figura 9: Mapeamento de uma hierarquia de especialização com tabela apenas para as entidades especializadas.	24
Figura 10: Mapeamento de relacionamento 1-1 obrigatório nos dois sentidos.....	25
Figura 11: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em um dos sentidos.	26
Figura 12: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em um dos sentidos alternativa 2.	27
Figura 13: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em ambos os sentidos.	27
Figura 14: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em ambos os sentidos alternativa 2.	28
Figura 15: Mapeamento de relacionamento 1-N obrigatório/opcional do lado N.	29
Figura 16: Mapeamento de relacionamento 1-N opcional no lado 1.....	29
Figura 17: Mapeamento de relacionamento 1-N opcional no lado 1 alternativa 2.	30
Figura 18: Mapeamento de relacionamento N-M.	31
Figura 19: Mapeamento de auto-relacionamento.....	31
Figura 20: Mapeamento da entidade associativa.....	32
Figura 21: Mapeamento de relacionamento ternário - caso N-N-N.	33
Figura 22: Mapeamento de relacionamento ternário - caso N-N-1.....	34
Figura 23: Mapeamento de relacionamento ternário - caso N-1-1.....	35
Figura 24: Mapeamento de relacionamento ternário - caso 1-1-1.....	36
Figura 25: Relação entre IHC, usabilidade e engenharia de usabilidade.	37
Figura 26: Usabilidade, contexto de uso (NBR9241-11, 2002).....	38
Figura 27: Ferramenta DBDesigner.	42
Figura 28: Ferramenta EERCase.....	43
Figura 29: Ferramenta Toad Data Modeler.	44
Figura 30: Ferramenta ERwin.....	45
Figura 31: Tela de modelagem conceitual da ferramenta brModelo.....	48

Figura 32: Tela de modelagem lógica da ferramenta brModelo.	48
Figura 33: brModeloNext - Tela Principal.	51
Figura 34: brModeloNext - visualização de modelagens em janelas.	52
Figura 35: Exemplo edição <i>in-place</i>	53
Figura 36: Exemplos de tooltips com propriedades do objeto e identificação de ícone.	53
Figura 37: Diagrama de classes de Controle.	57
Figura 38: Problema 1.	61
Figura 39: Problema 2.	61
Figura 40: Problema 3.	62
Figura 41: Problema 4.	62
Figura 42: Problema 5.	63
Figura 43: Problema 6.	63
Figura 44: Sketche tela conceitual.	72
Figura 45: Sketche tela lógica.	73
Figura 46: Sketche tela física.	73
Figura 47: Protótipo de baixa fidelidade referente à tela conceitual.	74
Figura 48: Protótipo de baixa fidelidade referente à tela lógica.	75
Figura 49: Protótipo de baixa fidelidade referente à tela física.	75
Figura 50: Protótipo de alta fidelidade referente à tela conceitual.	76
Figura 51: Protótipo de alta fidelidade referente à tela lógica.	77
Figura 52: Protótipo de alta fidelidade referente à tela física.	77
Figura 53: Alunos realizando a avaliação.	80
Figura 54: Gráfico comparativo Tarefa/Tempo médio versão.	81
Figura 55: Gráfico comparativo Mediana/Questão de cada versão.	82
Figura 56: Gráfico Pontuação SUS/Usuário brModelo.	82
Figura 57: Gráfico Pontuação SUS/Usuário brModeloNext.	83
Figura 58: Interface brModeloNext pré-trabalho.	87
Figura 59: Interface brModeloNext pós-trabalho.	87
Figura 60: Interface da versão anterior.	88

Lista de Tabelas

Tabela 1: Heurísticas de Nielsen	39
Tabela 2: Testes de Sistema	58
Tabela 3: Problema 1.....	61
Tabela 4: Problema 2.....	61
Tabela 5: Problema 3.....	61
Tabela 6: Problema 4.....	62
Tabela 7: Problema 5.....	63
Tabela 8: Problema 6.....	63
Tabela 9: Problema 7.....	63
Tabela 10: Caracterização de usuários.....	65
Tabela 11: Tarefas da ferramenta.....	66
Tabela 13: Descrição de equipamentos.....	68
Tabela 14: Descrição de ambiente técnico	68
Tabela 15: Especificação de requisitos de usabilidade	69
Tabela 12: Descrição das tarefas	92

Resumo

O presente trabalho visa a continuidade do desenvolvimento de uma nova versão da ferramenta brModelo, a brModeloNext, bem como a avaliação de usabilidade da mesma. A brModelo, amplamente utilizada no ensino de modelagem de dados em diversos cursos de Computação no Brasil, é uma ferramenta voltada ao projeto de bancos de dados relacionais, apoiando a produção de esquemas para as três etapas do projeto tradicional de um banco de dados: conceitual, lógico e físico. Este trabalho dá continuidade ao desenvolvimento da brModeloNext, a nova versão da ferramenta brModelo desenvolvida utilizando tecnologia Java de forma a garantir a portabilidade para qualquer plataforma. Este trabalho realiza a implementação da conversão do esquema conceitual para o lógico e da geração do esquema físico na linguagem SQL/DDL. Além disso, realiza uma análise de contexto e um projeto de interface visando avaliar e melhorar a usabilidade da ferramenta. Essas são as duas contribuições do trabalho.

Palavras-Chave: Banco de dados, brModelo, brModeloNext, modelagem de dados, Engenharia de Usabilidade

1 Introdução

1.1 Motivação e Justificativa

Banco de Dados (BD) é um conjunto de dados que se relacionam de forma a atender os requisitos de dados de um certo domínio de aplicação (ELMASRI; NAVATHE, 2003). BDs relacionais continuam sendo os bancos de dados mais populares e comercialmente disponíveis. O modelo relacional se baseia no armazenamento de dados na forma de tabelas, onde os dados são manipulados através de operações fundamentadas em álgebra ou cálculo relacional.

O projeto de um BD tem como principais objetivos garantir a eficiência, tanto no acesso aos dados quanto no seu armazenamento. Uma metodologia de projeto para um BD visa evitar a redundância de dados, garantir a fácil manutenção e alto desempenho do mesmo (ELMASRI; NAVATHE, 2003).

A brModelo¹ é uma ferramenta desenvolvida com a finalidade de dar suporte ao desenvolvimento de projetos de BD relacionais. Ela segue a metodologia de projeto tradicional, a qual é dividida em três etapas (conceitual, lógico e físico) e na notação clássica do modelo Entidade-Relacionamento (HEUSER, 2009). A ferramenta se tornou muito popular no meio acadêmico por permitir a edição gráfica dos esquemas conceituais e lógicos e pela geração do esquema físico através de um script SQL.

A brModelo apresenta alguns problemas de aceitação, principalmente a falta de portabilidade, derivada do seu desenvolvimento em Delphi para Windows, além de

¹brModelo: <http://sis4.com/brModelo/>

alguns erros durante o mapeamento de esquemas de BDs entre diferentes etapas do projeto.

A brModeloNext foi tema de um trabalho de conclusão de curso anterior (MENNA; RAMOS; MELLO, 2011) que não foi totalmente concluído. Ela foi desenvolvida utilizando a tecnologia Java visando sanar a deficiência de portabilidade, da ferramenta anterior, e também melhorar seus aspectos de usabilidade. Sua implementação encerrou-se após o término da modelagem conceitual, deixando a ferramenta incompleta.

Este trabalho tem como motivação finalizar o desenvolvimento da ferramenta, ou seja, realizar a implementação da conversão da modelagem conceitual para a lógica e da lógica para a física, e também realizar a análise, melhoria e avaliação de usabilidade da mesma.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo a finalização do desenvolvimento da ferramenta brModeloNext, especificamente a conversão do modelo conceitual para o lógico e posterior geração do esquema físico, assim como a melhoria da usabilidade através da aplicação de uma metodologia de avaliação e aprimoramento da sua interface gráfica.

Os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- Revisão do Estado da arte;
- Estudo do funcionamento e a implementação da ferramenta brModeloNext;
- Estudo das técnicas de usabilidade;

- Finalização da implementação da conversão do modelo conceitual para o modelo lógico e do modelo lógico para o físico;
- Realização da análise de contexto e avaliação heurística sobre a ferramenta;
- Realização de melhorias na interface gráfica da ferramenta e aplicação de testes de usabilidade comparando a ferramenta antiga e a nova desenvolvida.

1.3 Métodos de pesquisa

O trabalho foi feito com o suporte do Grupo de Banco de Dados (GBD) da UFSC, o qual trabalha em conjunto com os laboratórios LISA (*Laboratory for Integration of Information Systems and Advanced Applications*) e o Laboratório Integrado de Engenharia de software e Banco de Dados (LEB). O desenvolvimento do trabalho segue as seguintes etapas:

Etapa 1: Revisão da literatura de projeto de BDs relacionais e da técnica de usabilidade adotada (heurísticas, análise de contexto) bem como um estudo do estado da arte em relação a ferramentas de modelagem de BDs relacionais. Esta etapa também tem como foco o estudo e análise do que já foi implementado na ferramenta brModeloNext visando conhecer a estratégia de desenvolvimento empregada;

Etapa 2: Desenvolvimento da ferramenta. Essa etapa é responsável pela finalização da implementação da ferramenta;

Etapa 3: Realização da avaliação heurística e análise de contexto. Nesta etapa adotam-se os passos básicos de engenharia de usabilidade, começando pela avaliação heurística, analisando os pontos fortes e fracos da ferramenta, e definindo o contexto

onde a aplicação está inserida, para posteriormente produzir soluções para a ferramenta;

Etapa 4: Modificação da interface e avaliação da ferramenta. Nessa etapa são feitas as alterações na interface propostas na etapa anterior. Posteriormente é realizada a avaliação da ferramenta através de testes de usabilidade comparando as duas ferramentas (brModelo e brModeloNext) através dos resultados obtidos.

1.4 Estrutura do documento

Esta monografia possui mais seis capítulos. No capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica que consiste dos conceitos relativos aos Projetos Conceitual, Lógico e Físico de um BD relacional e os conceitos sobre Usabilidade, detalhando as 10 heurísticas de Nielsen (NIELSEN; MOLICH, 1990).

No capítulo 3 são apresentados os estudos sobre o Estado da Arte, mostrando as principais ferramentas com funcionalidades semelhantes a brModeloNext.

O capítulo 4 apresenta a ferramenta brModelo, voltada para modelagem de BDs relacionais, destacando suas principais funcionalidades e problemas crônicos. Logo em seguida apresenta a nova versão da ferramenta, a brModeloNext, suas características e motivações (considerando os problemas encontrados na ferramenta brModelo), e a finalização do seu desenvolvimento.

O capítulo 5 define o projeto de interface da ferramenta, divididos nas etapas de Avaliação Heurística, Análise de contexto e Síntese da Engenharia de Usabilidade, e, na sequência, o capítulo 6 define o processo de avaliação da usabilidade da ferramenta, com subsequente análise dos resultados.

Por fim, o capítulo 7 é dedicado à conclusão do trabalho.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Projeto de Banco de Dados

Projetar um BD é uma tarefa de suma importância para o desenvolvimento de um sistema informatizado (HEUSER, 2009). O projeto de um BD é uma descrição das categorias de informações que serão armazenadas no banco e se este não passar por um bom processo de modelagem, pode comprometer seriamente o desempenho do sistema (HEUSER, 2009). A abordagem clássica de projeto de BD consiste em dividir o processo em três etapas: projeto conceitual; projeto lógico; e projeto físico. Este capítulo enfatiza o projeto de BDs relacionais, que é a tecnologia dominante atualmente. O projeto de BDs relacionais é o foco das ferramentas brModelo e brModeloNext.

2.1.1 Projeto Conceitual

Nesta etapa do projeto é elaborado o esquema conceitual do BD, com base nos requisitos de dados da aplicação. Para criação deste esquema é imprescindível um bom e claro diálogo do projetista com o usuário (cliente), pois é nesta etapa que será entendido o problema e modelada a sua solução.

As principais características de um modelo conceitual são:

- Fácil Compreensão, podendo assim ser utilizados nos diálogos com usuários não técnicos;
- Abstração de mais alto nível;
- Independente do modelo lógico de BD e de detalhes de implementação de um sistema de gerência de BD.

Para esta modelagem geralmente são utilizadas notações diagramáticas simples, que visam facilitar a comunicação entre as partes envolvidas (Abreu; Machado, 1999), como modelo Entidade-Relacionamento de Chen (1976) ou UML (Guedes, 2008). O modelo ER é o modelo clássico para Projeto de BDs, também utilizado pela ferramenta brModelo.

Modelo Entidade-Relacionamento(ER)

O modelo Entidade-Relacionamento é um modelo abstrato que tem como função descrever, de uma maneira conceitual, os dados que serão utilizados em um sistema de BD (Chen, 1976). Ele foi criado por Peter Chen em 1976 com o objetivo de facilitar o processo de modelagem dos dados e utiliza como base a percepção do mundo real. Este modelo teve uma ampla aceitação devido a sua fácil compreensão por usuários leigos e por ser um modelo simples, formado por poucos conceitos.

Os principais conceitos deste modelo são :

- Entidades;
- Atributos;
- Relacionamentos;
- Generalização/Especialização.

Entidades

Uma entidade é uma abstração de um conjunto de objetos concretos ou abstratos do "mundo real" que se deseja guardar informações no BD, sendo representada no modelo por retângulos nomeados. A Figura 5 mostra um exemplo de uma entidade na notação clássica do modelo ER.



Figura 1: Entidade Pessoa.

Atributos

Atributos são características que descrevem uma entidade ou um relacionamento. Por exemplo, uma pessoa possui um nome e um RG, logo nome e RG, sendo eles atributos de pessoa. Atributos podem ser modelados de várias formas, caracterizando assim diferentes classificações de atributos:

1. Obrigatórios X Opcionais;
2. Monovalorados X Multivalorados;
3. Simples X Compostos;
4. Identificadores.

A Figura 2 mostra um exemplo de atributo (nome do atributo) que é caracterizado por um círculo conectado a uma entidade (Pessoa).

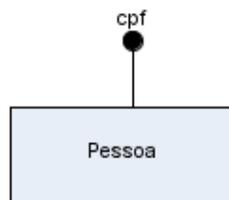


Figura 2: Atributo identificador CPF.

Relacionamentos

Relacionamento é uma associação/relação existente entre duas ou mais entidades. Ela é representada graficamente por um losango ligado por linhas às entidades que fazem parte do relacionamento. Um relacionamento pode ser definido de diferentes formas de acordo com a sua cardinalidade.

A cardinalidade é responsável por definir o número de ocorrências de entidades que participam de um relacionamento, sendo dividida em cardinalidade mínima e máxima. A cardinalidade mínima especifica se a ocorrência da entidade é obrigatória ou opcional no relacionamento. A cardinalidade máxima indica a quantidade máxima de ocorrências que uma entidade pode conter em um relacionamento.

A Figura 3 mostra um exemplo de um relacionamento que indica que um empregado está associado sempre a um departamento e um departamento está associado a 1 ou mais Empregados.



Figura 3 : Relacionamento Lotação entre Empregado e Departamento.

Um tipo especial de relacionamento é o auto-relacionamento. Ele representa uma associação entre ocorrências de uma mesma entidade. Outro conceito que diz respeito a relacionamentos é o conceito de entidade associativa. Uma entidade associativa é um relacionamento que é promovido a uma entidade, de forma que ele possa se relacionar com outras entidades.

Generalização/Especialização

O modelo ER suporta também relacionamentos do tipo entidade mais geral e entidade mais específica. A entidade específica herda as propriedades da entidade mais geral. Esse tipo de relacionamento é também conhecido no modelo orientado a objetos como relacionamento de herança. Ele se classifica em especialização total/parcial e especialização exclusiva/não-exclusiva.

A especialização é dita total se toda instância da entidade-pai, entidade da qual parte a especialização, deve estar associada a uma instância da entidade-filho, entidade especializada. Já na parcial esta restrição não existe, ou seja, pode haver uma instância da entidade-pai não relacionada a nenhuma instância da entidade-filho.

A Figura 4 exemplifica uma especialização total de Cliente, onde todo Cliente ou é uma Pessoa Física ou uma Pessoa Jurídica. Ela também mostra uma especialização parcial, indicada pela letra 'p', em que um Funcionário pode ser Motorista, Secretária ou apenas um Funcionário.

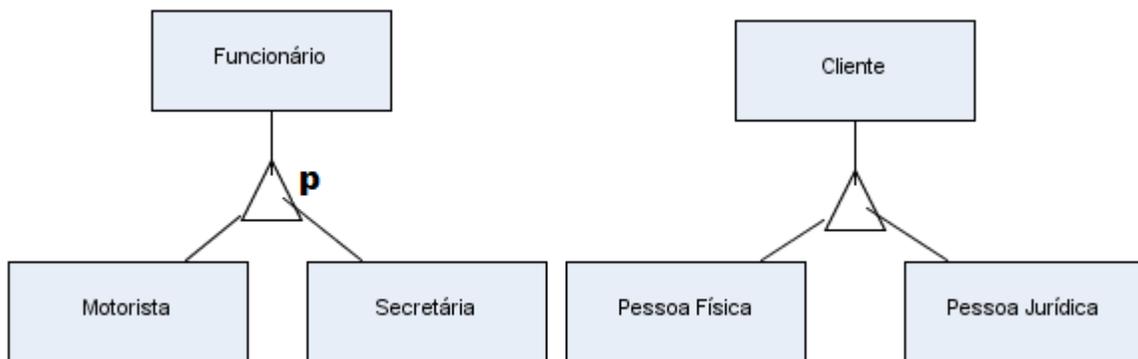


Figura 4: Especialização total a direita e Especialização parcial a esquerda.

A especialização é dita exclusiva se uma instância da entidade-pai pode estar associada a no máximo uma instância de uma entidade-filho. Já na não-exclusiva, uma entidade pai pode estar associada a até uma instância de cada entidade-filho.

A Figura 5 exemplifica uma especialização exclusiva, onde uma Pessoa ou é Homem ou é Mulher, bem como uma especialização não-exclusiva onde um Funcionário pode ser um Motorista, uma Secretária ou apenas um Funcionário.

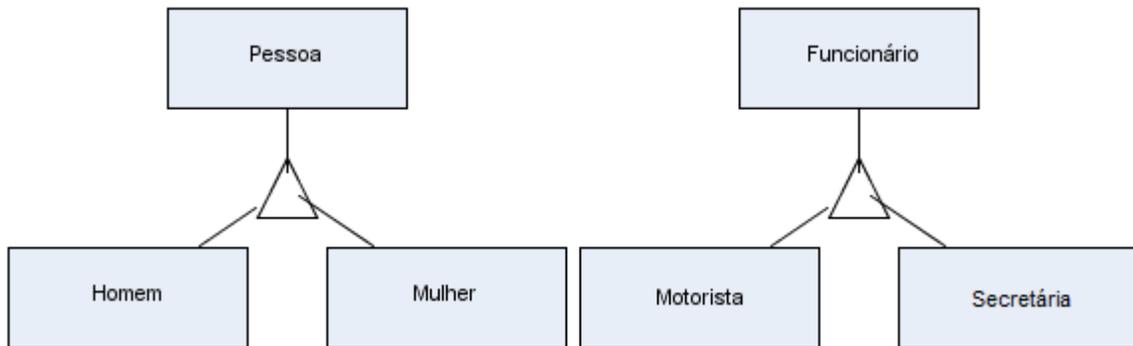


Figura 5: Especialização exclusiva a esquerda e Especialização não-exclusiva a direita.

2.1.2 Projeto Lógico

Esta etapa corresponde ao mapeamento do esquema conceitual para o esquema de um BD, ou seja, nesta etapa é levado em consideração o modelo alvo de BD (modelo relacional, objeto-relacional, orientado a objetos, etc) (HEUSER, 2009). No caso da ferramenta brModeloNext, é utilizado o modelo relacional. Esta etapa tem ênfase na eficiência do armazenamento dos dados, procurando evitar muitas tabelas e/ou evitar tabelas subutilizadas no banco de dados. Para atender a tais restrições o esquema lógico é gerado através de regras de mapeamento sobre o esquema conceitual, transformando os elementos do esquema conceitual em elementos de representação de dados no modelo de BD escolhido.

Para o mapeamento Conceitual-Lógico a seguinte seqüência deve ser respeitada:

1. Mapeamento de entidades e seus atributos;
2. Mapeamento de especializações;
3. Mapeamento de relacionamentos e seus atributos.

Estas etapas serão detalhadas a seguir.

2.1.2.1 Mapeamento de entidades e seus atributos

A Figura 6 ilustra um mapeamento da entidade Pessoa. Para tal mapeamento, é criada uma tabela para a entidade Pessoa. Os atributos identificadores se tornam chaves primárias da nova tabela e os atributos simples e opcionais se tornam colunas da mesma.

O mapeamento dos atributos compostos se dá decompondo estes em atributos simples. Logo, é adicionada uma coluna na tabela para cada nodo folha do atributo composto. Já os atributos multivalorados são mapeados criando-se uma nova tabela para o atributo, com o próprio atributo como chave primária e uma das duas alternativas, conforme ilustra a Figura 6:

1. A referência da tabela pai do atributo (tabela correspondente à entidade no qual o atributo está definido) é feita através de um atributo, o qual é uma chave estrangeira e primária.
2. A referência da tabela pai do atributo é feita através de um atributo, o qual é uma chave estrangeira.

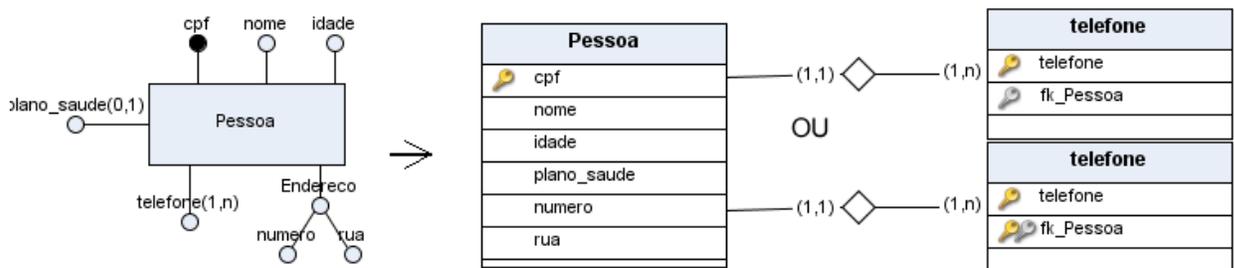


Figura 6: Mapeamento de entidades.

2.1.2.2 Mapeamento de especializações

Para o mapeamento de especializações, três alternativas são geralmente adotadas:

1. Tabela única para a entidade genérica e suas especializações.

A tabela correspondente à entidade genérica herda todos os atributos das entidades especializadas e também é adicionado um atributo “Tipo” para identificar qual a especialização da entidade. Este atributo Tipo pode assumir mais de um valor se a especialização for não exclusiva.

No exemplo da Figura 7, os atributos Função, Titulação e Categoria são herdados pela entidade Servidores e o atributo Tipo incluso na tabela.

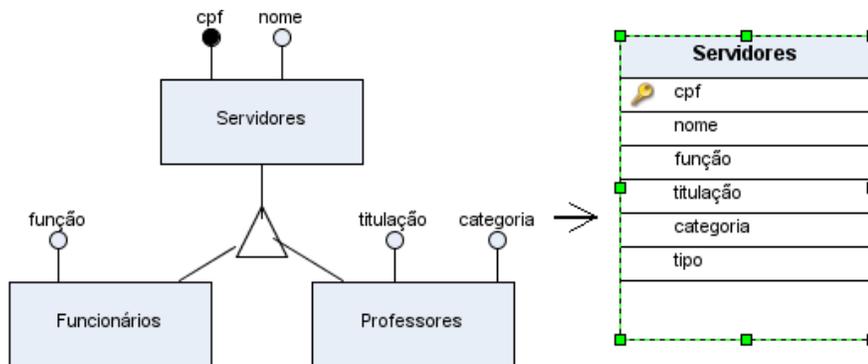


Figura 7: Mapeamento de uma hierarquia de especialização para tabela única.

2. Tabelas para a entidade genérica e as entidades especializadas.

Para cada entidade uma tabela é criada e as entidades especializadas recebem um atributo para referenciar a tabela pai, o qual atua como uma chave primária e estrangeira. No exemplo da Figura 8, o atributo CPF da tabela pai torna-se chave estrangeira e primária das entidades especializadas.

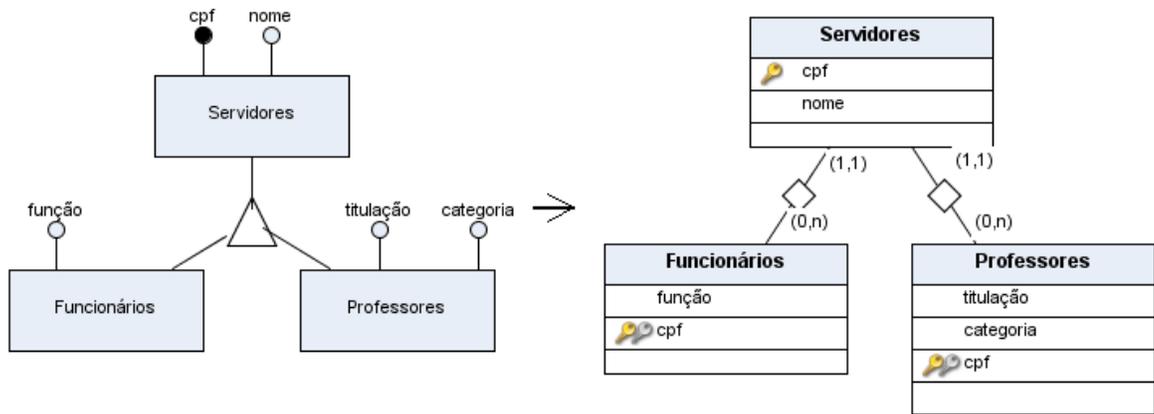


Figura 8: Mapeamento de uma hierarquia de especialização com tabela para cada entidade.

3. Tabelas apenas para as entidades especializadas.

As tabelas que referenciam as entidades especializadas herdam todos os atributos da entidade genérica, inclusive seus atributos identificadores. No exemplo da Figura 9, as tabelas Funcionários e Professores recebem o atributo Nome da entidade Servidores e recebem o atributo identificador CPF como chave primária.

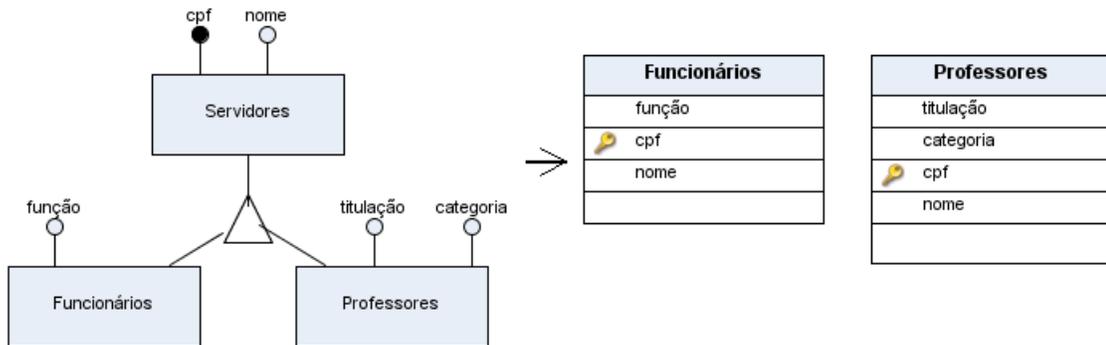


Figura 9: Mapeamento de uma hierarquia de especialização com tabela apenas para as entidades especializadas.

Esta alternativa não se aplica a especializações parciais.

2.1.2.3 Mapeamento de relacionamentos

As estratégias de mapeamento para relacionamentos levam em consideração principalmente as cardinalidades envolvidas no relacionamento. Com base nesta análise, as principais alternativas de mapeamento são:

1. Entidades relacionadas são fundidas em uma única tabela;
2. Uma tabela é criada para o relacionamento;
3. Chaves estrangeiras são adicionadas às tabelas correspondentes às entidades, com o intuito de representar o relacionamento.

Conforme as cardinalidades mínima e máxima do relacionamento, estratégias diferentes de mapeamento são sugeridas. Estes casos são detalhados a seguir.

Relacionamento 1-1

Relacionamento 1-1 é caracterizado pelas cardinalidades máximas do relacionamento corresponderem a '1'. Os casos de mapeamento são os seguintes:

- Obrigatório em ambos os sentidos. O mapeamento neste caso se dá escolhendo uma entidade para receber os atributos da outra entidade e também do relacionamento (fusão de entidades). A Figura 10 retrata este caso, tendo sido escolhida a entidade Comissões, para representar o relacionamento e a outra entidade envolvida.

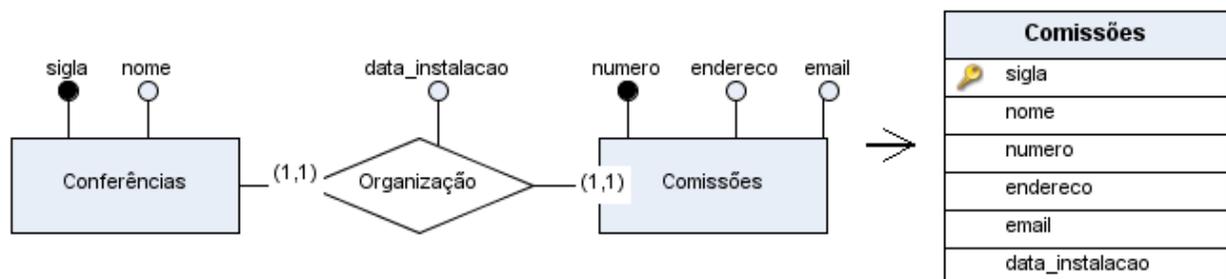


Figura 10: Mapeamento de relacionamento 1-1 obrigatório nos dois sentidos.

- Opcional em um dos sentidos. Neste caso, o mapeamento pode ter duas alternativas:
 - Alternativa 1: Os atributos da entidade opcional são transmitidos para a tabela correspondente a outra entidade junto com os atributos da relação. Não é criada tabela para a entidade opcional. A Figura 11 ilustra esta alternativa, na qual a entidade CarteirasMotorista é opcional no relacionamento.(cardinalidade mínima zero), sendo excluída, fazendo assim com que a entidade Pessoas receba seus atributos e do relacionamento.

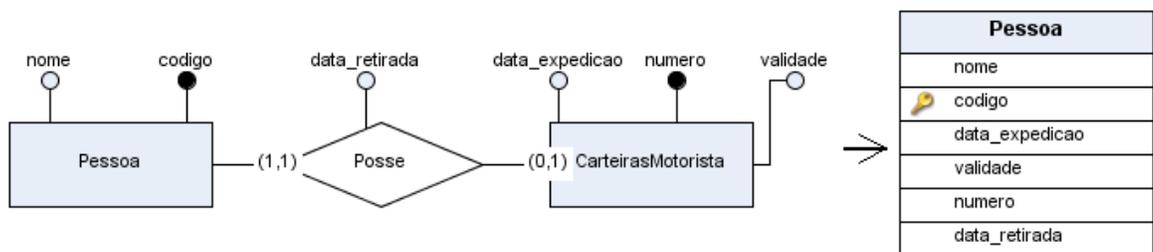


Figura 11: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em um dos sentidos.

- Alternativa 2: Os atributos da relação e a chave primária da tabela correspondente à entidade não opcional são herdados pela tabela correspondente a entidade opcional. A chave primária recebida se torna chave estrangeira. A Figura 12 ilustra esta alternativa na qual a entidade CarteirasMotorista é opcional no relacionamento.(cardinalidade mínima zero). Ela herda o atributo identificador da entidade não opcional e também os atributos do relacionamento.

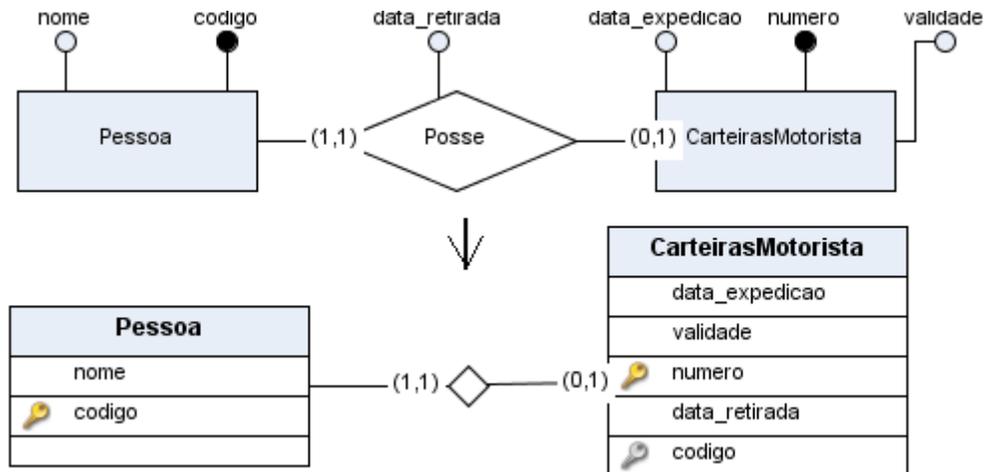


Figura 12: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em um dos sentidos alternativa 2.

- Opcional em ambos os sentidos se dá quando ambas as entidades envolvidas no relacionamento apresentam cardinalidade mínima igual a '0'. Neste caso, duas alternativas de mapeamento existem:

- Alternativa 1: Uma tabela para o relacionamento é criada. Ela recebe os atributos identificadores das entidades relacionadas como chave estrangeira e um deles torna-se chave primária. A Figura 13 ilustra esta alternativa, onde é criada uma tabela para o relacionamento Casamento.

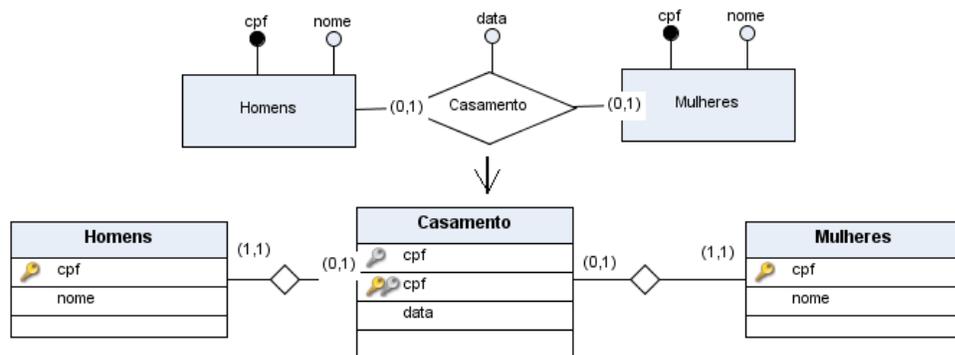


Figura 13: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em ambos os sentidos.

- Alternativa 2: Adiciona-se referência(s) entre as entidades através de chaves estrangeiras e escolhe-se a tabela correspondente a uma das

entidades para receber os atributos da relação. A Figura 14 ilustra esta alternativa, onde é adicionada a referência entre as tabelas através do CPF.

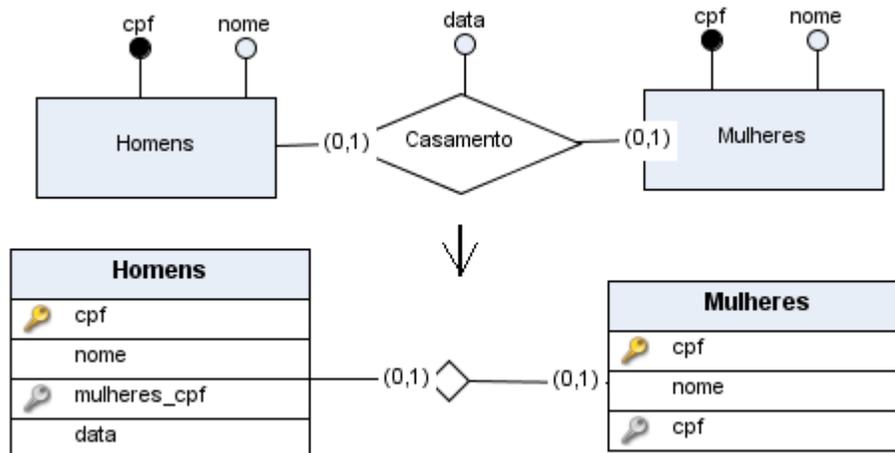


Figura 14: Mapeamento de relacionamento 1-1 opcional em ambos os sentidos alternativa 2.

Relacionamento 1-N

Relacionamento 1-N é caracterizado pelas cardinalidades máximas do relacionamento corresponderem uma a '1' e outra a 'N'. Os mapeamento para este tipo de mapeamento se enquadram nos seguintes casos:

- Obrigatório/Opcional no "lado N": Este caso ocorre quando a cardinalidade mínima do lado 'N' corresponde a '1' ou zero. Neste caso, a tabela correspondente à entidade do lado 'N' recebe a referência da tabela correspondente a outra entidade e também os atributos do relacionamento. A Figura 15 ilustra este caso, onde a entidade Empregados recebe o atributo identificador da entidade Departamentos e também os atributos do relacionamento Lotação.

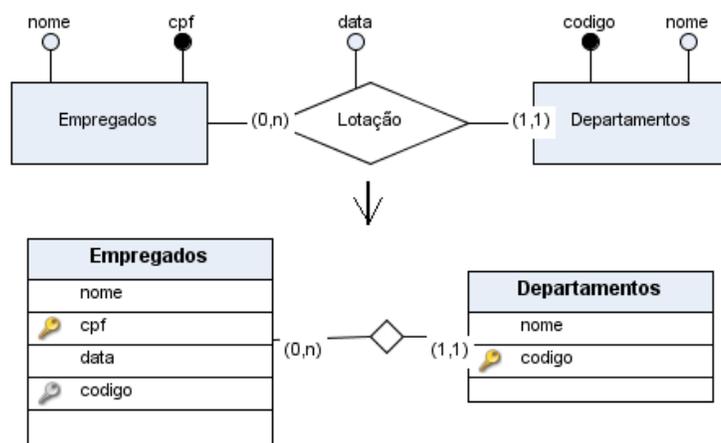


Figura 15: Mapeamento de relacionamento 1-N obrigatório/opcional do lado N.

- Opcional no "lado 1": Este caso ocorre quando a cardinalidade mínima, do lado que possui cardinalidade máxima igual a 1, é zero. Neste caso, duas alternativas são possíveis:
 - Alternativa 1: Uma tabela para o relacionamento é criada, tendo como chave estrangeira os identificadores das tabelas correspondentes às entidades relacionadas e como chave primária o identificador da entidade não-opcional. A Figura 16 ilustra este caso onde é criada uma tabela para a relação Posse, recebendo os atributos identificadores (CPF e Chassi) das entidades.

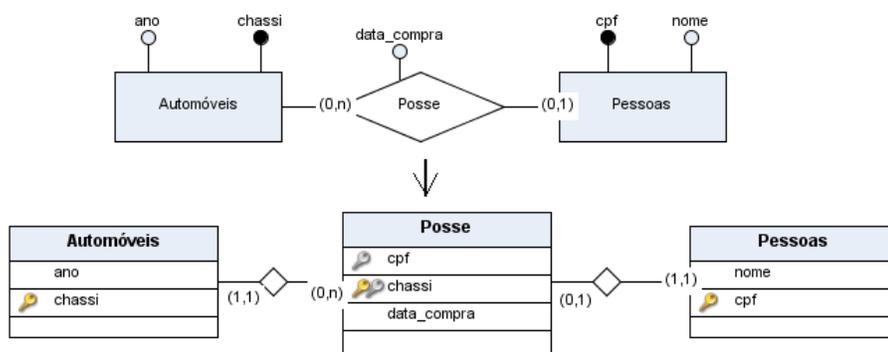


Figura 16: Mapeamento de relacionamento 1-N opcional no lado 1.

- Alternativa 2: A tabela correspondente à entidade no lado que possui cardinalidade máxima "N" recebe os atributos da relação e também uma chave estrangeira para referenciar a entidade opcional. A Figura 17 ilustra este caso onde a entidade Automóveis recebe a referência da outra entidade e também os atributos da relação Posse.

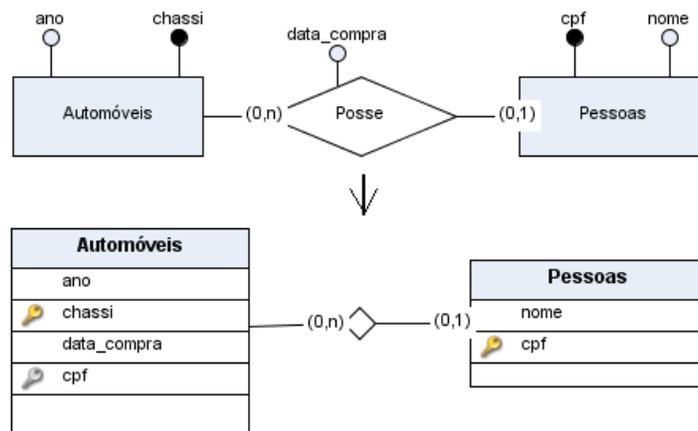


Figura 17: Mapeamento de relacionamento 1-N opcional no lado 1 alternativa 2.

Relacionamento N-M

Relacionamento N-M ocorre quando ambas as cardinalidades máximas do relacionamento são 'N'. Neste caso, sempre é criada uma tabela para o relacionamento, com chaves estrangeiras para as tabelas correspondentes às entidades do relacionamento. Os atributos identificadores das mesmas tornam-se a chave primária desta tabela.

A Figura 18 ilustra este caso, onde é criada uma tabela para o relacionamento Participação, que recebe os identificadores das tabelas correspondentes às entidades envolvidas no relacionamento.

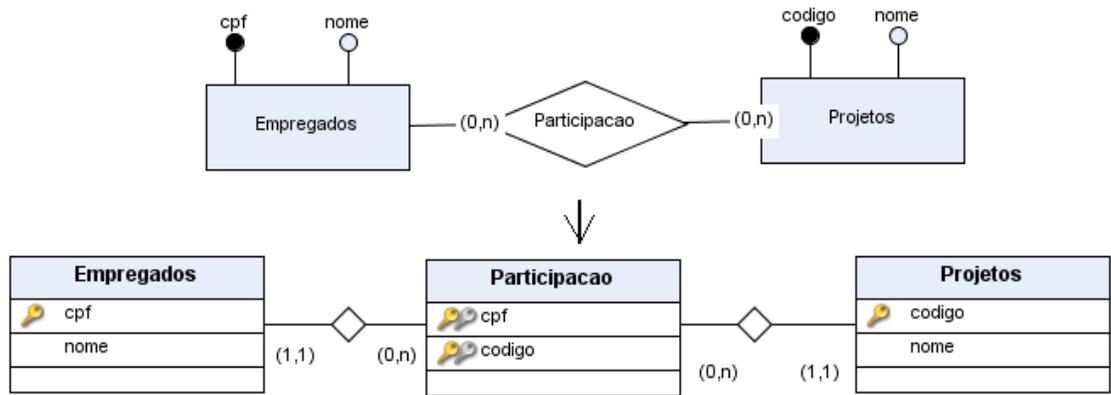


Figura 18: Mapeamento de relacionamento N-M.

Auto-Relacionamento

Os Auto-Relacionamentos são mapeados seguindo as regras explicadas anteriormente para o mapeamento de relacionamentos.

A Figura 19 ilustra um exemplo de mapeamento onde o relacionamento é do tipo 1-N onde uma tabela referente ao relacionamento Gerência é criada recebendo as referências da entidade Empregado.

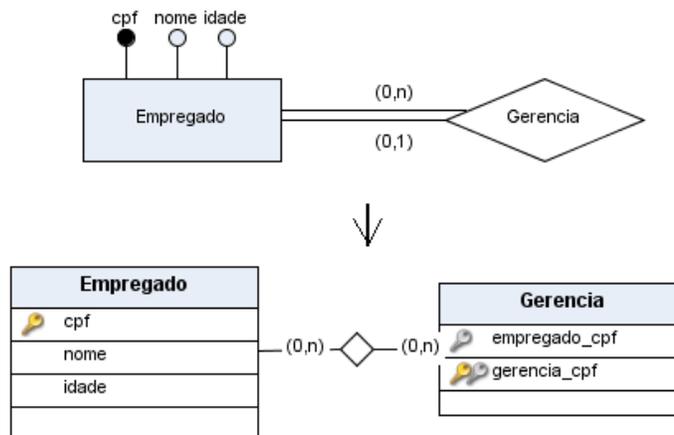


Figura 19: Mapeamento de auto-relacionamento.

Entidade Associativa

O mapeamento de relacionamentos promovidos a entidade associativa ocorre em duas etapas:

- Etapa 1 - Resolve-se o mapeamento do relacionamento interno a entidade associativa de acordo com a regras de cardinalidade da relação esclarecidas anteriormente;
- Etapa 2 - Resolve-se os relacionamentos externos, ou seja, aqueles que se relacionam com a entidade-associativa, considerando o resultado do passo anterior, que definiu como foi mapeado o relacionamento interno que na verdade representa a entidade associativa.

A Figura 20 ilustra o mapeamento de um relacionamento com entidade associativa onde o relacionamento interno é formado pelo relacionamento entre as entidades Clientes e Contas, enquanto o relacionamento externo é formado entre a entidade associativa Correntista (resultado do relacionamento interno) e a entidade CartõesMagnéticos. Uma tabela é criada para a entidade associativa Correntista, devido ao relacionamento interno ser do tipo muitos para muitos. A tabela Correntista possui como chave primária os atributos identificadores do relacionamento interno (CPF e Número da Conta) e também os atributos da entidade Cartões Magnéticos, por este ser um relacionamento opcional do tipo um-para-um.

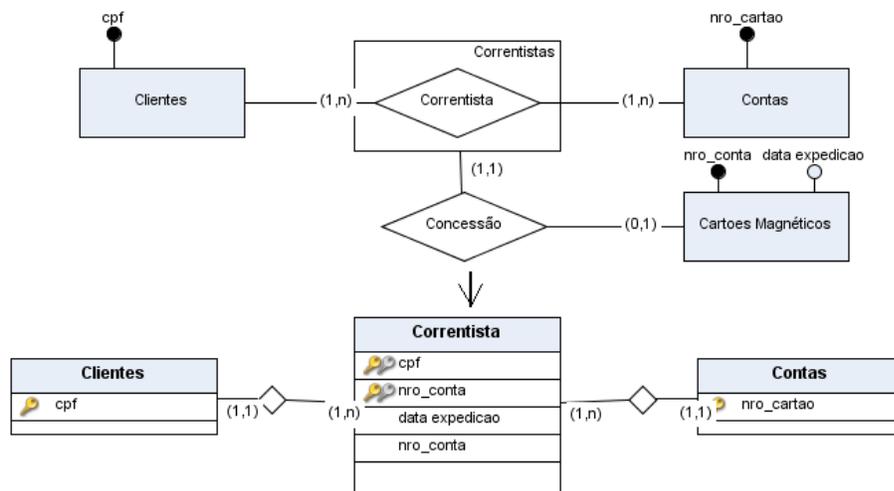


Figura 20: Mapeamento da entidade associativa.

Relacionamento Ternário

Relacionamento ternário acontece quando três entidades estão envolvidas em um mesmo relacionamento. Este pode ser resolvido de diferentes maneiras, dependendo da ocorrência de cada caso a seguir:

- Caso N-N-N: Ocorre quando a cardinalidade máxima das três entidades é igual a 'N'. Neste caso, é criada uma tabela para o relacionamento referenciando as tabelas correspondentes às entidades envolvidas e recebendo os atributos do relacionamento. Todas as referências se tornam a chave primária da tabela. A Figura 21 ilustra este caso onde o relacionamento Pesquisa torna-se uma tabela no modelo lógico.

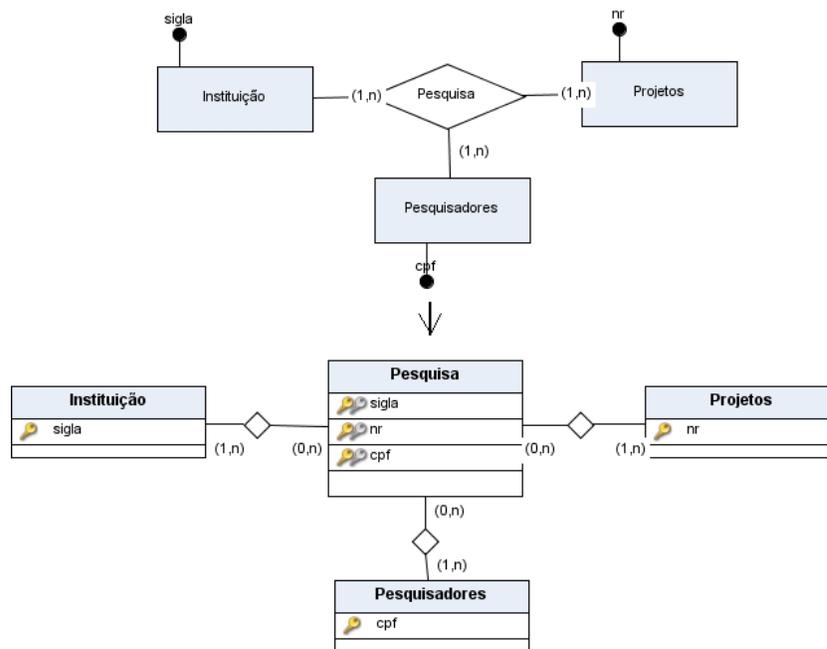


Figura 21: Mapeamento de relacionamento ternário - caso N-N-N.

- Caso N-N-1: Ocorre quando a cardinalidade máxima de uma das entidades é igual a '1' e igual a 'N' nas outras. Neste caso, também é criada uma tabela para o relacionamento, porém nem todas as referências se tornam chaves primárias

da tabela, ou seja, apenas as tabelas correspondentes às referentes as entidades de cardinalidade máxima igual a 'N'. A Figura 22 ilustra este caso, onde o relacionamento Distribuição torna-se uma tabela e recebe os atributos identificadores das entidades como chaves estrangeiras. Além disso, as tabelas referentes às entidades com cardinalidade máxima 'N' tornam-se, também chaves primárias da tabela.

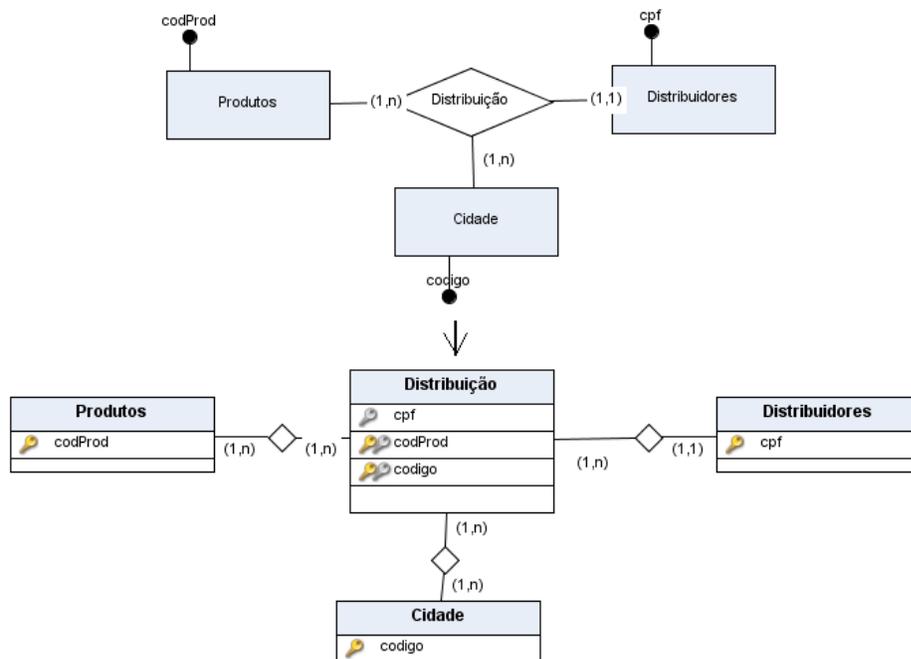


Figura 22: Mapeamento de relacionamento ternário - caso N-N-1.

- Caso N-1-1: Ocorre quando uma das entidades apresenta cardinalidade máxima igual a 'N' e as outras igual a '1'. Neste caso, também é criada uma tabela para o relacionamento, porém uma dupla de referências se torna chave primária da tabela. Uma das referências é da tabela correspondente a entidade com cardinalidade máxima 'N' e a outra referência pode ser qualquer uma das duas entidades restantes. A Figura 23 ilustra este caso, onde o relacionamento Remuneração se torna uma tabela e sua chave primária é composta pela

referência a tabela correspondente à entidade de cardinalidade máxima 'N' (Empregados) e outra qualquer. Neste caso, foi escolhida a tabela correspondente à entidade Salários.

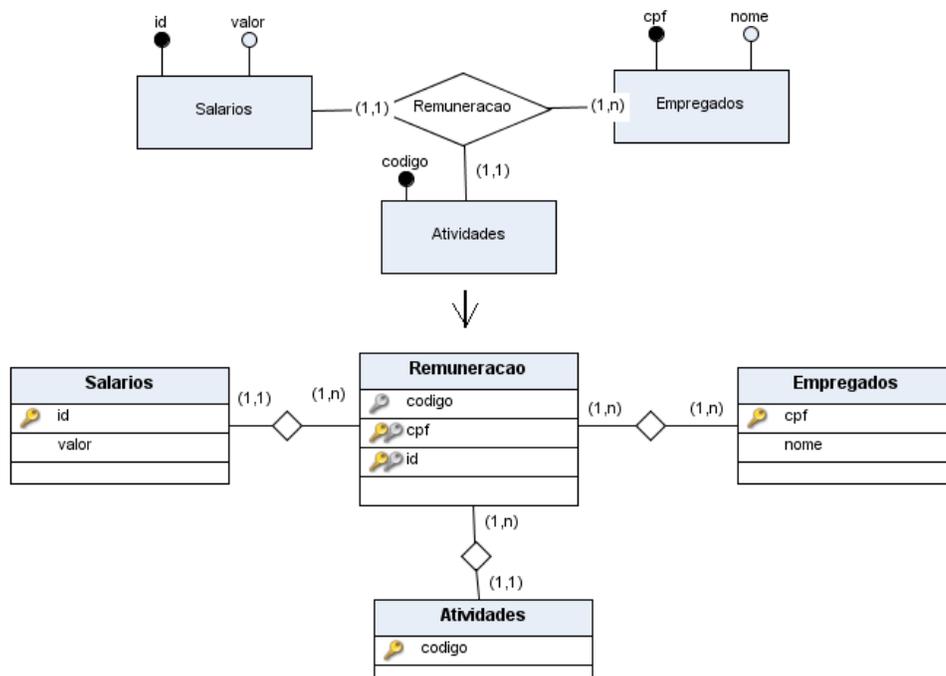


Figura 23: Mapeamento de relacionamento ternário - caso N-1-1.

- Caso 1-1-1: Ocorre quando todas as entidades possuem cardinalidade máxima igual a '1'. Este caso é equivalente ao caso N:1:1, porém a dupla, a se tornar chave primária, pode ser composta por qualquer referência as entidades. A Figura 24 ilustra este caso, onde o relacionamento Automóvel torna-se uma tabela, recebendo as referências às tabelas correspondentes as entidades e também os atributos do relacionamento. As chaves primárias podem ser qualquer dupla de referências.

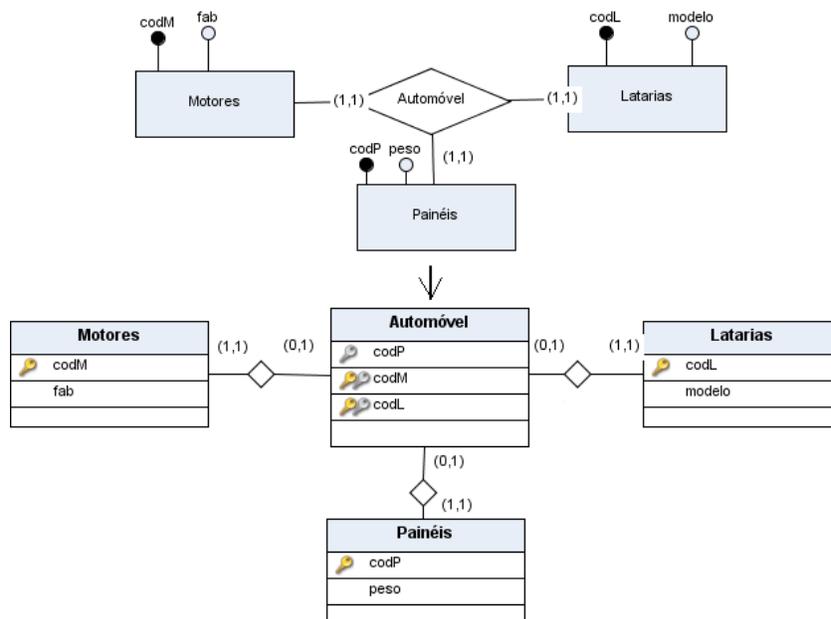


Figura 24: Mapeamento de relacionamento ternário - caso 1-1-1.

2.1.3 Projeto Físico

Esta etapa consiste em definir os aspectos de implementação física do BD como estruturas de armazenamento, agrupamento de dados e acesso, descrevendo assim o armazenamento dos dados no SGBD (HEUSER, 2009). O principal objetivo desta etapa é a otimização do acesso aos dados, melhorando assim as operações de consulta e manipulação de dados. Para o cenário de BDs relacionais, o esquema lógico, bem como as regras de integridade aplicadas sobre os dados são convertidos em uma especificação SQL/DDDL (*Data Description Language*). Por exemplo, uma tabela Pessoa com os atributos nome e idade geraria o seguinte SQL do esquema físico: "CREATE TABLE IF NOT EXISTS Pessoa(nome VARCHAR(50) NOT NULL, idade Int(2) NOT NULL);"

O próximo capítulo trata do tema Usabilidade, tema este considerado neste trabalho para fins de avaliação da ferramenta brModeloNext.

2.2 Usabilidade

A usabilidade consiste em um fator importante na aceitação de um software, tendo como sua definição formal: "Usabilidade é uma medida na qual um produto pode ser usado por usuários para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso (NBR9241-11, 2002)". No âmbito de usabilidade existe o conceito de Interação Humano-Computador (IHC), podendo ser definido como "uma disciplina voltada para o projeto, avaliação e implementação de um sistema de computador interativo para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos relacionados." (ACM SIGCHI - *Special Interest Group for Human-Computer Interaction*, 1996). A Figura 25 exemplifica a relação existente entre IHC, usabilidade e engenharia de usabilidade.

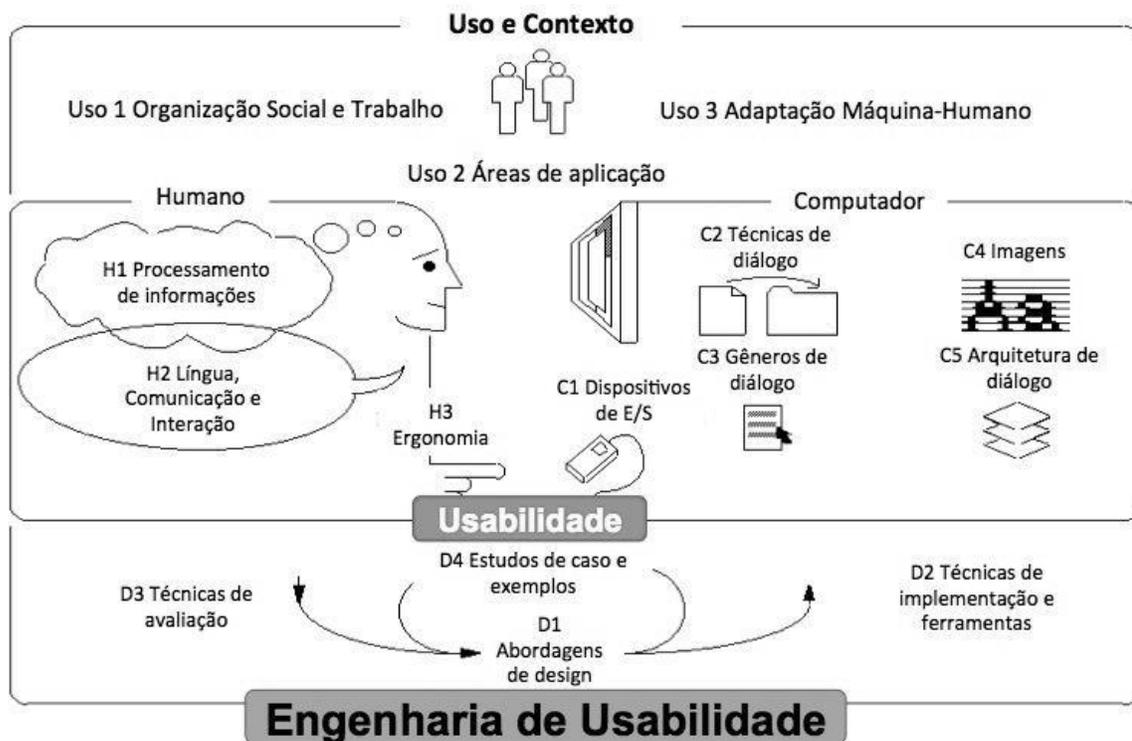


Figura 25: Relação entre IHC, usabilidade e engenharia de usabilidade.

A usabilidade precisa ser interpretada dentro de um contexto de uso para poder avaliar com maior precisão a aplicação. A Figura 38 exemplifica os principais aspectos relevantes do contexto de uso de uma aplicação como: usuário, tarefa, equipamento e ambiente de uso. Usuário corresponderia a pessoa, ou grupo de pessoas, que utilizará a aplicação. A tarefa seria o objetivo do usuário. O equipamento consiste do dispositivo utilizado, como *desktops*, celulares e *tablets*. Já o ambiente corresponde ao local onde o usuário estará no momento que estiver utilizando a aplicação.

O resultado do contexto de uso implica nas 3 medidas de usabilidade (vide Figura 26): (i) a eficácia analisa a capacidade dos usuários completarem uma tarefa corretamente; (ii) a eficiência analisa o tempo necessário para completar uma tarefa; e (iii) a satisfação se refere ao nível de desconforto que o usuário sente utilizando a aplicação.

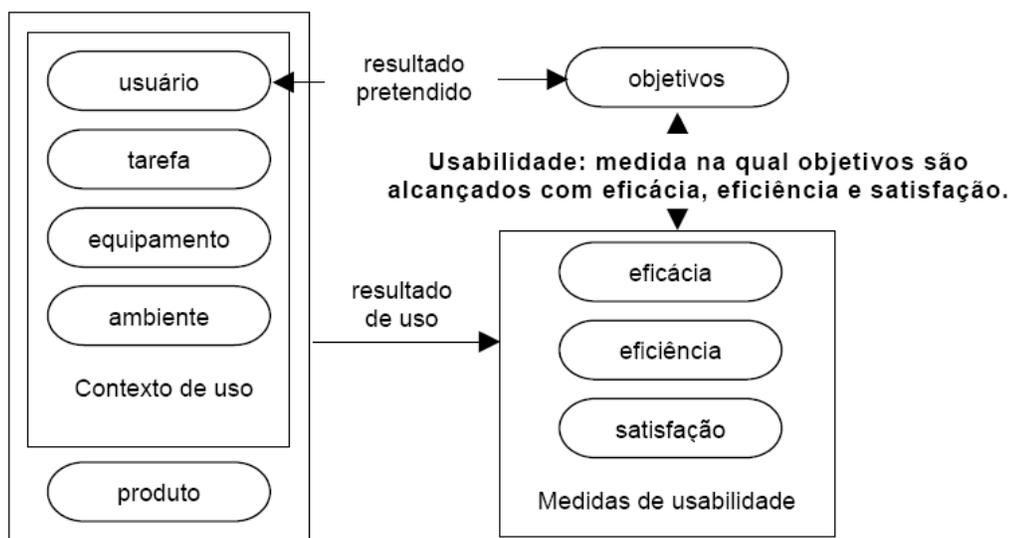


Figura 26: Usabilidade, contexto de uso (NBR9241-11, 2002).

A área que define o processo de design de softwares com foco na facilidade e aprendizagem do usuário é a engenharia de usabilidade. Ela possui como foco a norma ISO 13407 (projeto centrado no usuário) que consiste em dividir o

desenvolvimento da interface em sucessivos ciclos (análise -> concepção -> testes), refinando ao máximo as exigências em termos de usabilidade.

Para definir tais exigências são utilizadas heurísticas de usabilidade. Heurísticas são regras gerais que descrevem uma propriedade comum em interfaces usáveis (NIELSEN; MACK, 1994). Existe uma grande variedade de heurísticas, definida por diferentes autores, porém o conjunto que mais se destaca são as 10 heurísticas de Jakob Nielsen. Estas foram propostas especificamente para aplicações em desktop e são utilizadas como base em outros conjuntos de heurísticas para outros tipos de dispositivos (celulares e *tablets*). A Tabela 1 exemplifica as heurísticas de Nielsen (NIELSEN; MOLICH, 1990).

Tabela 1: Heurísticas de Nielsen

Heurísticas	Definição
1. Visibilidade do status do sistema	O sistema deve sempre manter o usuário informado das ações que estão sendo tomadas.
2. Compatibilidade entre sistema e mundo real	O sistema deve falar a linguagem do usuário ao invés de usar termos orientados ao sistema.
3. Controle e liberdade para o usuário	Permitir ao usuário a opção de desfazer, refazer ou cancelar ações facilmente.
4. Consistência e padrões	Usuários não devem ter que se perguntar se palavras, situações, ou ações diferentes significam a mesma coisa.
5. Prevenção de erros	Prevenir situações que podem levar a erros.
6. Reconhecimento no lugar da lembrança	Usufruir, sempre que possível, da facilidade que reconhecemos coisas ao invés de recordar.
7. Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema precisa ser fácil para usuários leigos, mas flexível o bastante para se tornar ágil à usuários avançados.
8. Projeto minimalista e estético	Mensagens mostradas ao usuário devem ser simples e somente as relevantes, omita informações não necessárias.
9. Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	Mensagens de erros devem indicar o problema precisamente, ajudando o usuário a identificar a causa.
10. Ajuda e documentação	Apresentar explicações e exemplo de fluxo do sistema, evitando

	textos extensos.
--	------------------

O próximo capítulo mostra a pesquisa feita para o Estado da Arte.

3 Estado da Arte

Este capítulo apresenta as principais ferramentas, existentes no mercado, que possuem finalidades semelhantes a brModeloNext, ou seja, ferramentas case que possuem como propósito principal o projeto de BDs. Um certo número de ferramentas que auxiliam no projeto de BDs relacionais encontra-se disponível, porém poucas cobrem as três etapas de modelagem (conceitual, lógica e física).

As ferramentas analisadas foram: DBDesigner², EERCase³, Toad Data Modeler⁴ e ERwin⁵, pois são as ferramentas mais utilizadas na área de projeto de BDs.

Com relação a ferramenta *DBDesigner*, alguns aspectos de interface com o usuário da ferramenta brModelo foram inspirados nesta ferramenta, visto que ela possui uma boa maturidade e aceitação por usuários especialistas em projeto de BDs relacionais. Seu principal problema é o fato de não considerar a etapa de modelagem conceitual, o que a torna quase sem utilidade como ferramenta didática e também uma ferramenta de difícil compreensão para usuários leigos que irão utilizar o BD. Contudo, é uma ferramenta poderosa em termos de modelagem lógica, gerando esquemas lógicos com diagramas próprios, além de gerar esquemas físicos para diversos BDs. Ela suporta a definição e implementação de regras de integridade e o processo de engenharia reversa para o BD.

A Figura 27 ilustra a utilização da ferramenta *DBDesigner* durante o processo de modelagem lógica. Como relevante em sua usabilidade podemos notar o simples e

² DBDesigner : <http://www.fabforce.net/dbdesigner4/downloads.php>

³ EERCase: <https://sites.google.com/a/cin.ufpe.br/eercase/>

⁴Toad Data Modeler: <http://www.casestudio.com/enu/default.aspx>

⁵ ERwin: <http://www.erwin.com/>

pequeno menu à esquerda com os elementos de modelagem, não ocupando espaço da área de edição e também a ferramenta de zoom que possui painel de navegação, localizada na barra de ferramenta à direita.

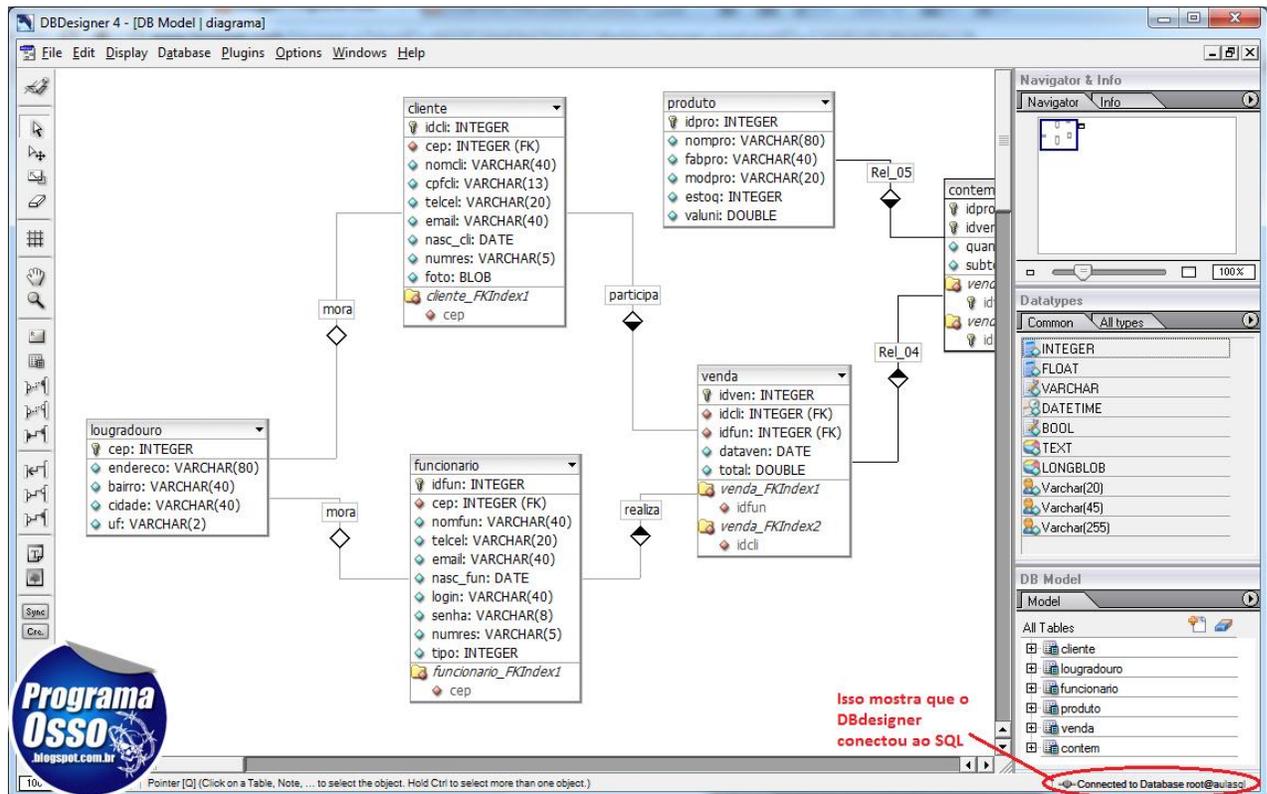


Figura 27: Ferramenta DBDesigner.

A ferramenta *EERCase* foi desenvolvida no Centro de Informática (CIn) da Universidade Federal de Pernambuco. A ferramenta tem a funcionalidade de projetar modelos EER segundo a notação (ELMASRI; NAVATHE, 2003), sendo o seu principal ponto forte a identificação de erros no projeto conceitual. A ferramenta oferece suporte para as etapas de modelagem conceitual e física. Assim sendo, seu principal problema é a falta da etapa de modelagem lógica, impedindo o projetista de decidir, dentre diversas opções de conversão a partir da modelagem conceitual, qual seria a conversão mais adequada para o projeto de BD em questão. Pelo fato de ser uma ferramenta bastante nova, tendo sido apresentada no Simpósio Brasileiro de Banco de

Dados (SBB) 2013, ela ainda possui algumas funcionalidades em teste, como a geração do esquema físico.

A Figura 28 ilustra a utilização da ferramenta *EERCASE* durante o processo de modelagem conceitual. Como relevante em sua usabilidade podemos notar que ela apresenta menus pouco simplificados ocupando espaço destinado à modelagem, em contrapartida ela possui divisão de modelagens através do sistema de abas, que outras ferramentas não apresentam.

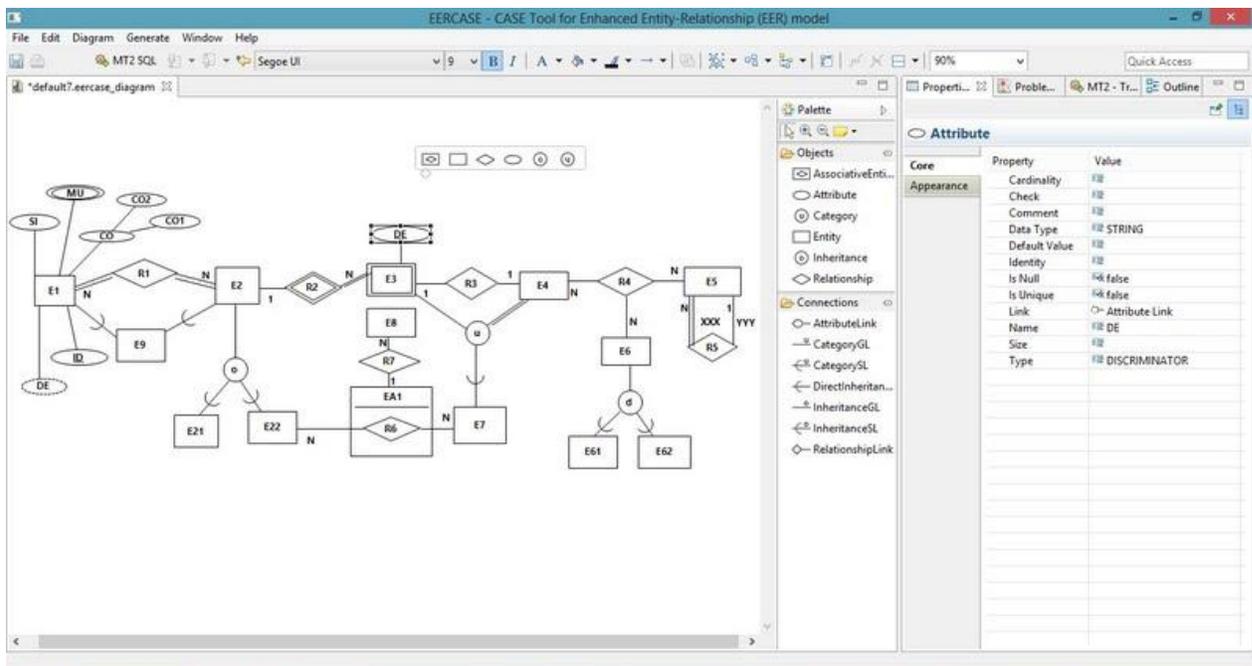


Figura 28: Ferramenta EERCASE.

A ferramenta *Toad Data Modeler* está mais voltada para a modelagem lógica e física de BDs. O ponto forte da ferramenta está na geração de scripts SQL, através de processos de engenharia reversa e na representação do BD tanto na linguagem SQL como na forma de diagramas lógicos. Ela possui conectividade com vários BDs como Oracle, SQL, Server, MySQL e Postgre SQL.

O ponto fraco desta ferramenta, assim como da ferramenta DBDesigner é a inexistência da etapa de modelagem conceitual.

A Figura 29 ilustra a utilização da ferramenta *Toad Data Modeler* durante o processo de modelagem lógica. Como relevante em sua usabilidade podemos notar o menu de hierarquias do projeto (menu a esquerda), facilitando a identificação dos objetos envolvidos na modelagem e também a notação própria e intuitiva para a modelagem lógica utilizada.

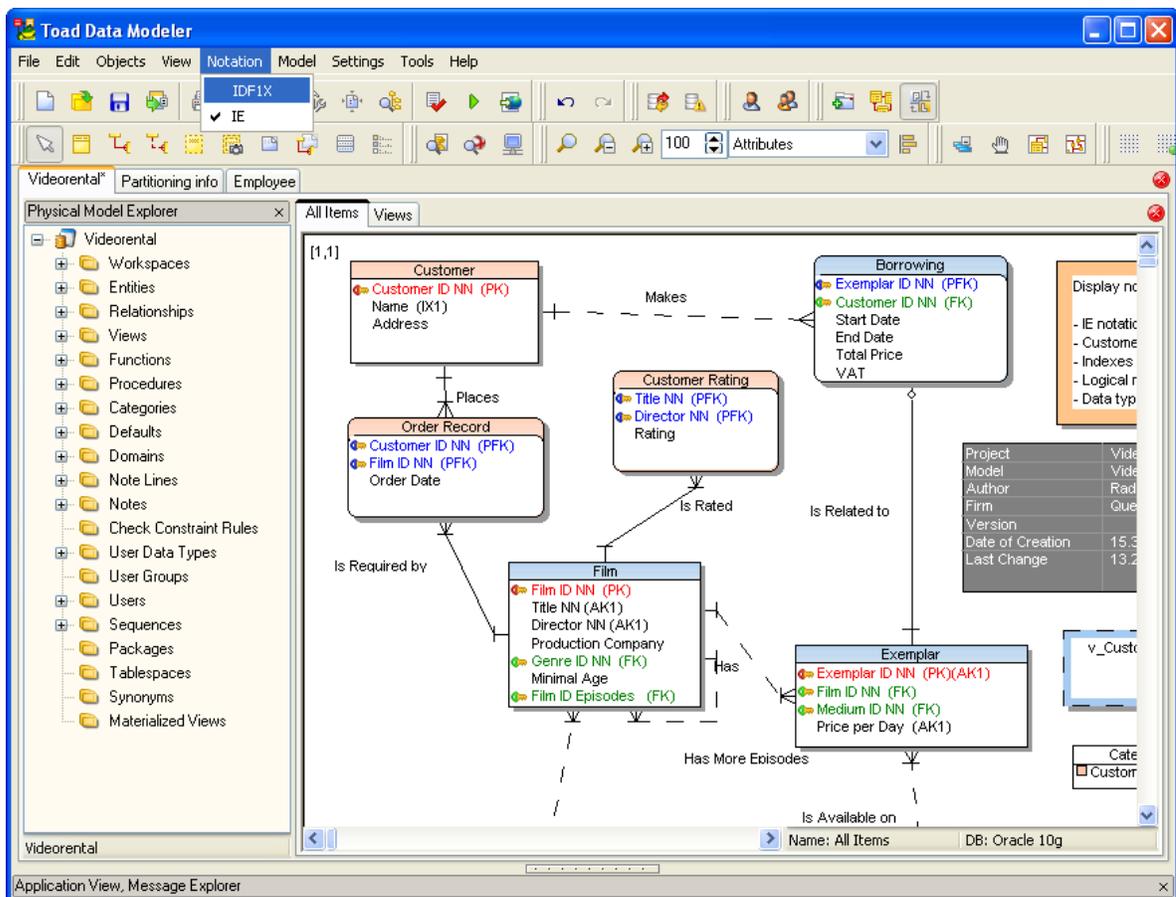


Figura 29: Ferramenta Toad Data Modeler.

A ferramenta *ERwin* é a ferramenta líder de mercado, segundo o site do fabricante, no contexto de modelagem de BDs relacionais. Esta ferramenta está mais focada em atender profissionais da área de BDs relacionais. Ela apresenta apenas as

modelagens lógica e física e conta também com a utilização de engenharia reversa.

Seu principal defeito é a falta da modelagem conceitual, dificultando o uso da mesma para fins acadêmicos e também uma ferramenta de difícil compreensão para usuários leigos que irão utilizar o BD. Além disto esta ferramenta é paga, diferente das outras citadas.

A Figura 30 ilustra a utilização da ferramenta *ERWin* durante o processo de modelagem lógica. Como relevante em sua usabilidade podemos notar o menu de hierarquias do projeto, similar ao da ferramenta Toad Data Modeler, porém com uma melhor divisão das áreas do projeto.

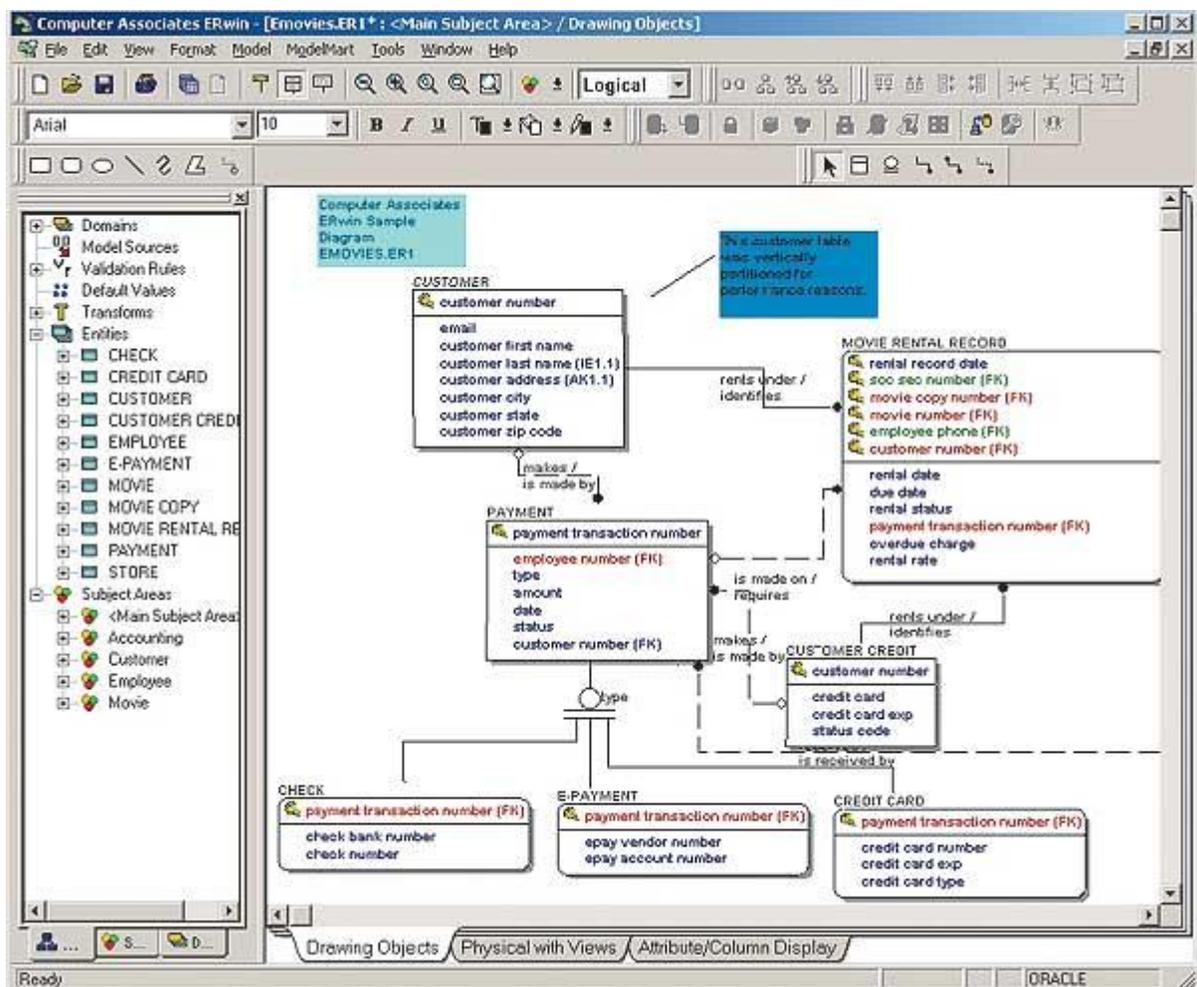


Figura 30: Ferramenta ERWin.

O próximo capítulo introduz a ferramenta brModelo e sua nova versão, a brModeloNext, apresentando as funcionalidades e características de cada uma.

4 brModelo

A brModelo é uma ferramenta voltada para o ensino BDs, fiel à metodologia de projetos BDs relacionais, pois apresenta as três etapas de modelagem (conceitual, lógica e física) baseada na metodologia defendida por Carlos A. Heuser no livro "Projeto de Banco de Dados" (HEUSER, 2009) e tem como foco a implementação da modelagem conceitual. Ela foi resultado de uma Monografia de mestrado (CÂNDIDO, 2005), e vem sendo utilizada nas universidades brasileiras em disciplinas da área de BD, devido a sua simplicidade e facilidade no aprendizado.

A brModelo tem como principais funcionalidades a criação de modelos conceituais e lógicos, através de diagramas, explorando o fácil entendimento e visualização dos modelos e a geração do esquema físico em linguagem SQL.

Ela tem como principais pontos fortes a fidelidade à metodologia de projeto de BDs relacionais, o foco na implementação da modelagem conceitual (a grande maioria das ferramentas semelhantes não oferecem suporte para esta etapa), a qual é de suma importância para o aprendizado de projeto de BDs relacionais, bem como a liberdade do usuário para a escolha das opções de conversão do modelo conceitual para o lógico. Além destes pontos fortes, ela se destaca por ser uma ferramenta gratuita, sem a necessidade de comprar licenças.

As Figuras 31 e 32 apresentam a interface da ferramenta brModelo, durante o processo de modelagem conceitual e lógica, respectivamente. Ela possui uma interface simples baseada apenas em menus e uma grande área de modelagem. Destaca-se um menu "inteligente" a esquerda que se modifica, habilitando e desabilitando funcionalidades, de acordo com o tipo de modelagem selecionado.

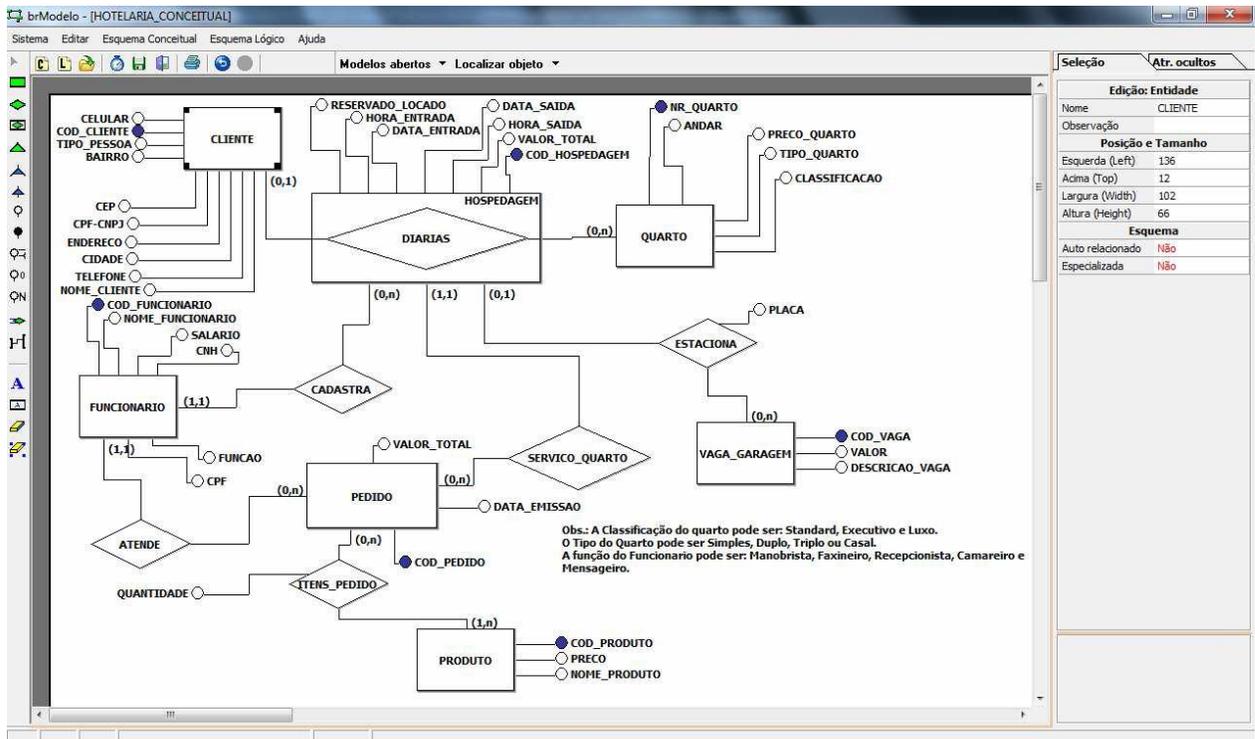


Figura 31: Tela de modelagem conceitual da ferramenta brModelo.

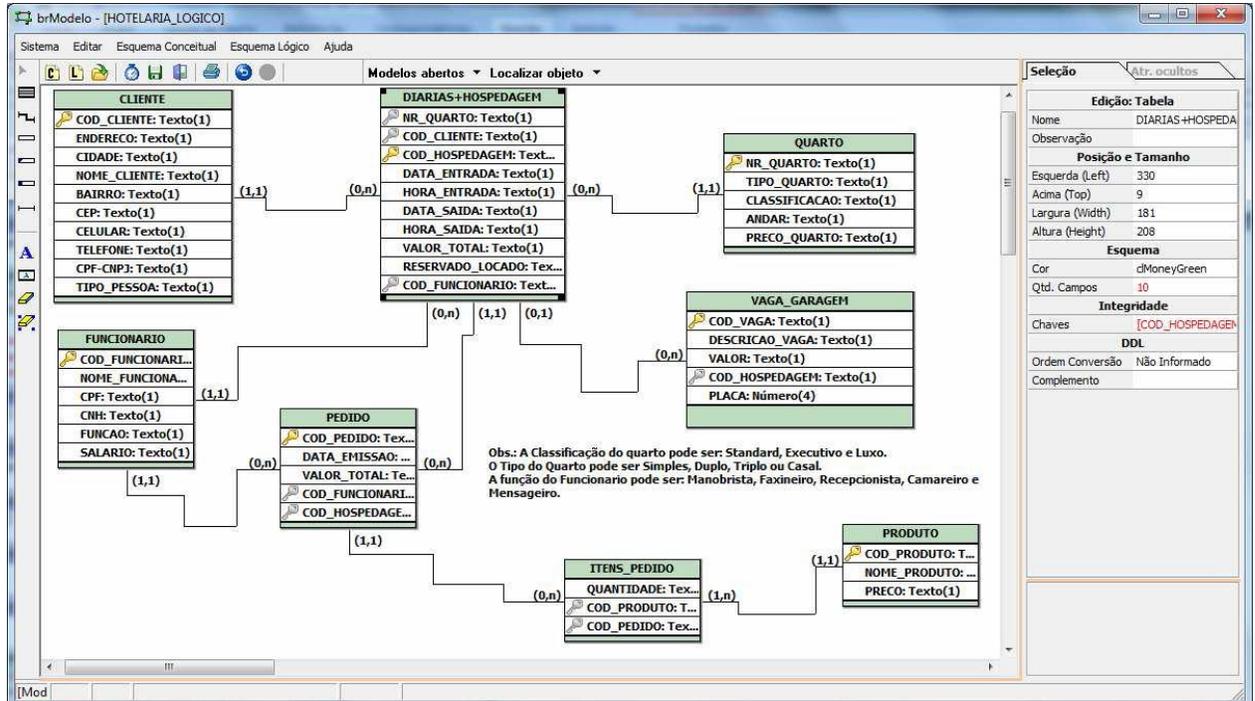


Figura 32: Tela de modelagem lógica da ferramenta brModelo.

A ferramenta apresenta alguns problemas. Dentre os mais críticos, pode-se citar:

- **Portabilidade:** Devido a sua implementação ser em Delphi (*Object Pascal*) ela possui a dependência de SO (Windows), sendo um empecilho para as universidades que utilizam como base softwares livres (Sistemas Linux);
- **Visualização entre modelos:** Como o sistema não possui abas ou janelas, dificulta a comparação entre modelos, principalmente na etapa de conversão entre modelo conceitual e lógico;
- **Zoom:** A falta de uma ferramenta de zoom para uma ferramenta case como esta incomoda muitos usuários, pois é muito comum a criação de esquemas grandes, atrapalhando bastante sua visualização;
- **Desfazer Ação:** O comando para desfazer a última ação do usuário (*control+z*) não funciona corretamente, chegando, em alguns casos, a apagar um projeto inteiro.

Estes problemas motivaram o desenvolvimento de uma nova versão da ferramenta, a brModeloNext.

4.1 brModeloNext

A criação da nova versão da ferramenta brModelo (CÂNDIDO, 2005), a brModeloNext (MENNA; RAMOS; MELLO, 2011), teve como principal propósito sanar a deficiência da versão anterior quanto a portabilidade, com foco em tornar a nova versão multi-plataforma, ou seja, independente de sistema operacional. A brModeloNext foi desenvolvida em linguagem Java, pois além de ter a portabilidade como seu ponto forte também apresenta uma vasta quantidade de bibliotecas *open-source* de alta qualidade.

A brModeloNext não teve nenhuma alteração em termos de funcionalidades com relação à ferramenta anterior. A motivação da nova versão foi a correção dos problemas da brModelo e também a melhoria quanto a sua usabilidade, a fim de satisfazer um maior número de usuários.

A Figura 33 ilustra a ferramenta brModeloNext que suporta o desenvolvimento do projeto de um BD relacional desde a modelagem conceitual até a geração do esquema físico em SQL. A representação das modelagens é semelhante a estrutura de grafos, motivando assim o uso do componente JGraph⁶, uma biblioteca de renderização de grafos.

O design da brModeloNext baseia-se na interface da brModelo, propondo algumas modificações. O menu de objetos foi inserido junto ao menu de ferramentas com operações básicas, com o objetivo de proporcionar um melhor aproveitamento da área de modelagem. Com a mesma finalidade, foi removido o inspetor de objetos e adotou-se a edição e consulta *in-place* de propriedades dos objetos, que serão explicados posteriormente. No rodapé, uma área para exibição de mensagens ao usuário (barra de status) provê o *feedback* das interações.

⁶ JGraph : <http://www.jgraph.com/>

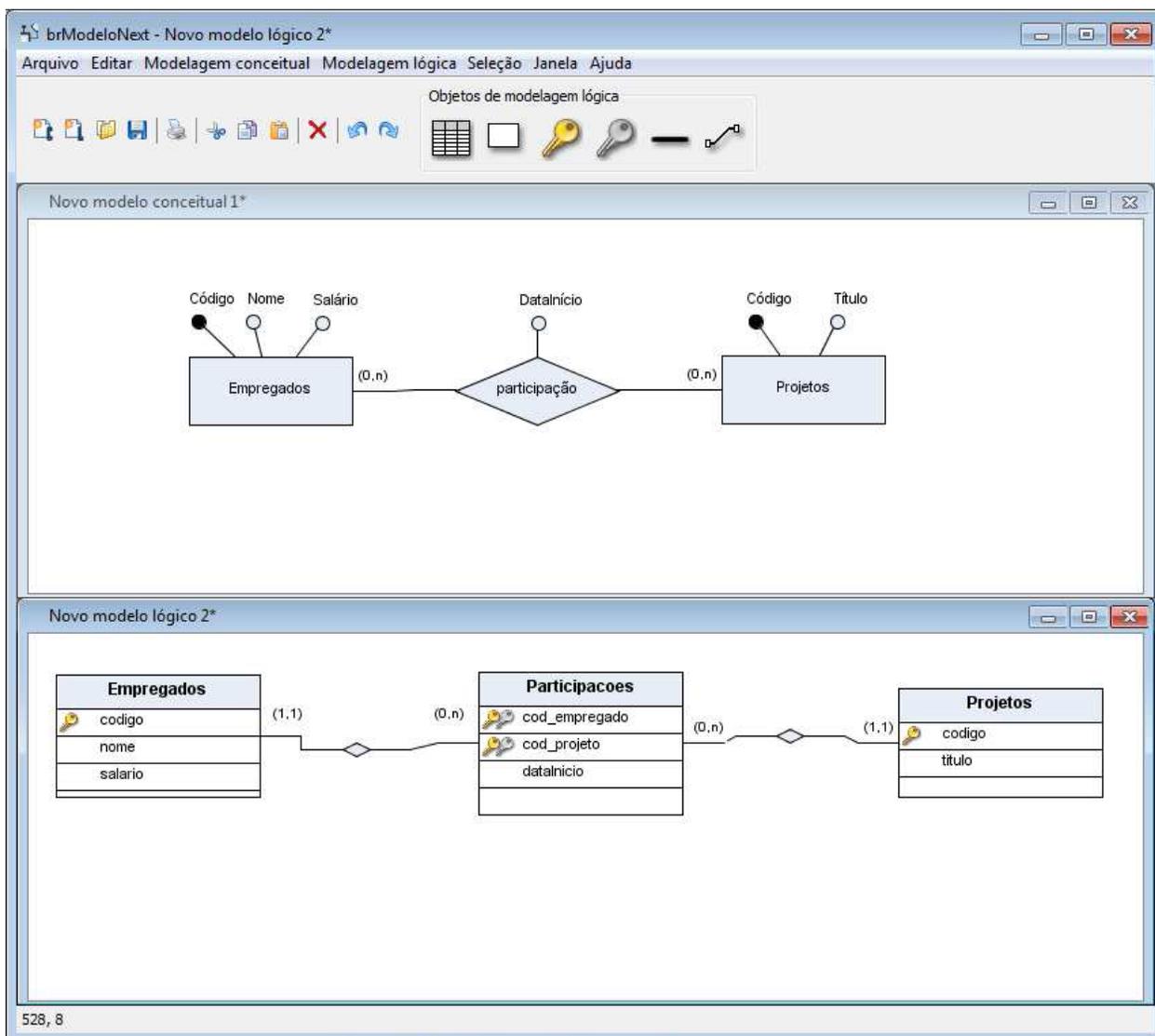


Figura 33: brModeloNext - Tela Principal.

Dentre as várias diferenças entre esta versão e a anterior podemos destacar como mais relevantes:

- **Modelagens exibidas em formato de janelas:** A Figura 34 ilustra tal diferença, onde é possível visualizar várias modelagens simultaneamente ou alternar as visualizações de uma maneira prática, facilitando comparações entre as modelagens.

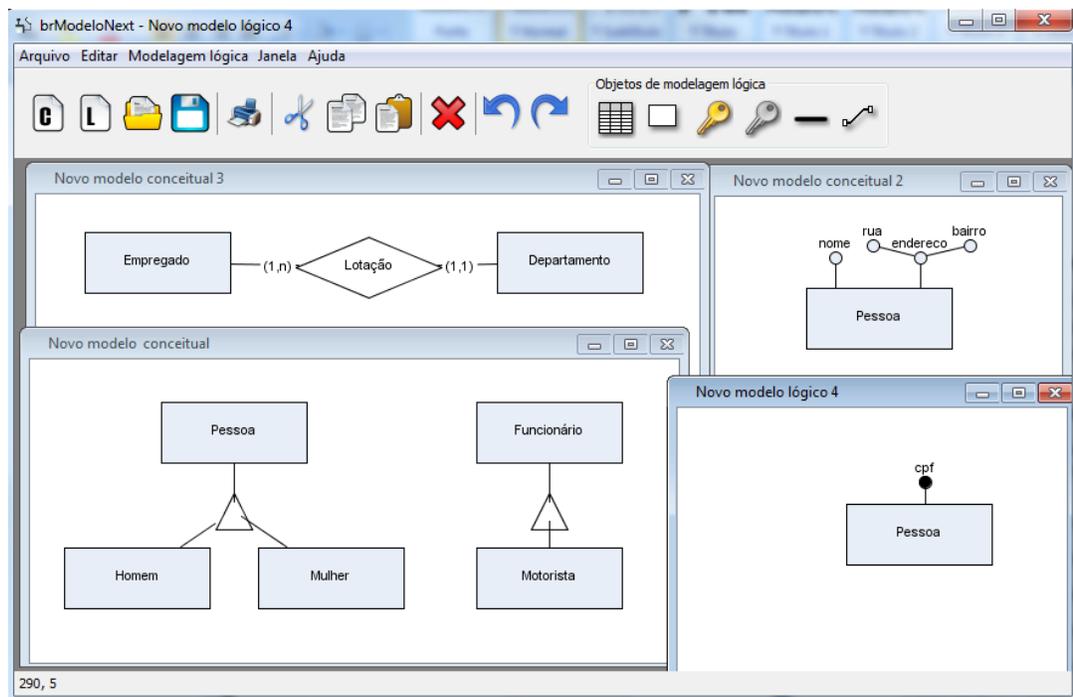


Figura 34: brModeloNext - visualização de modelagens em janelas.

- **Edição *in-place*:** Esta nova funcionalidade da ferramenta proporcionou um ganho em tempo para o usuário, pois a edição dos atributos é feita de maneira rápida, durante a criação do objeto ou com um duplo clique sobre o objeto. A ferramenta anterior possuía uma barra fixa de propriedades no canto direito da área de modelagem, que o usuário tinha que recorrer para modificar atributos do objeto. Além do ganho de tempo, obteve-se também um ganho em espaço na área de modelagem, visto que a barra de propriedades foi substituída por esta funcionalidade. A Figura 35 ilustra esta funcionalidade.



Figura 35: Exemplo edição *in-place*.

- Tooltip:** A nova versão apresenta a funcionalidade de *tooltips*, a qual possibilita a rápida e fácil visualização das propriedades de um objeto qualquer apenas fixando o ponteiro do mouse sobre o mesmo por um pequeno espaço de tempo. Além de possibilitar esta visualização das propriedades, as *tooltips* também foram implementadas nos ícones da ferramenta, possibilitando uma rápida identificação da funcionalidade proporcionada por tal ícone. A Figura 36 ilustra a funcionalidade descrita acima.

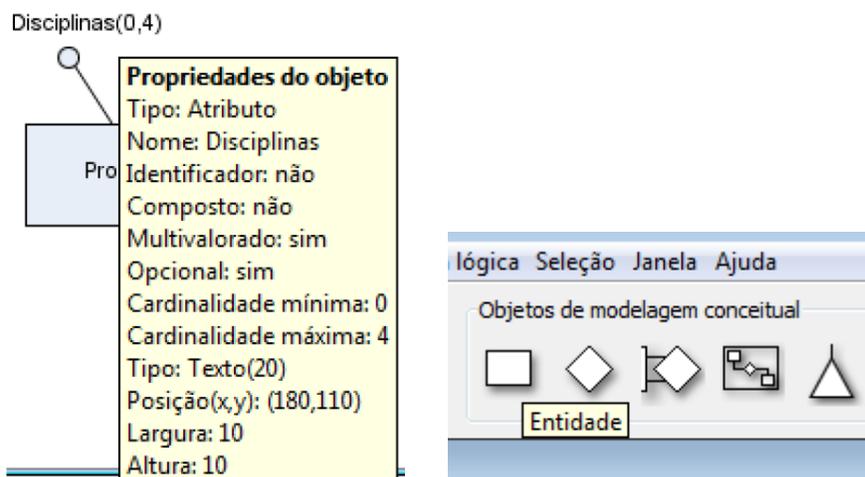


Figura 36: Exemplos de tooltips com propriedades do objeto e identificação de ícone.

4.2 Finalização do Desenvolvimento da brModeloNext

Como foi comentado anteriormente, a implementação da ferramenta brModeloNext foi iniciada no trabalho de conclusão curso (MENNA; RAMOS; MELLO, 2011), porém não foi concluída. A ferramenta teve toda sua infra-estrutura modelada com base no padrão MVC (*Model-View-Controller*), com cada camada possuindo pacotes e classes com responsabilidades específicas. Este trabalho realizou o desenvolvimento das etapas de conversão da modelagem conceitual para a lógica, ou seja, a implementação de todas as regras citadas na seção 2.1.2, bem como a conversão da modelagem lógica para a física, conforme descrito na seção 2.1.3.

Para a finalização do projeto foi adotado o modelo (simplificado) de desenvolvimento de software Scrum, que é um processo iterativo e incremental para gerenciamento de projetos e desenvolvimento ágil de software, com entregas frequentes e intermediárias de funcionalidades da ferramenta.

Maiores detalhes sobre este desenvolvimento são descritos a seguir.

4.2.1 Análise de Requisitos

Primeiramente, para finalizar o desenvolvimento da ferramenta, foi feita uma análise de requisitos, que será descrita a seguir.

Requisitos Funcionais

- A ferramenta deve ser capaz de realizar a conversão da modelagem conceitual para lógica seguindo as regras da seção 2.1.2.
 - Realizar primeiramente as conversões das entidades e seus atributos.

- Realizar por segundo as conversões das generalizações/especializações.
 - A ordem para conversão de cadeias de especialização deve ser *bottom-up*.
- Realizar por terceiro as conversões dos relacionamentos.
- O usuário deve ter liberdade de escolha durante a conversão da modelagem conceitual para a lógica.
- A ferramenta deve ser capaz de realizar a conversão da modelagem lógica para a física.
 - Associação das chaves primárias e estrangeiras deve ser feita por último na conversão, para garantir a compatibilidade com SQL.

Requisitos Não Funcionais

- Deve ser possível cancelar a conversão da modelagem conceitual para lógica a qualquer momento.
- O tempo de resposta para a conversão de modelagem lógica para física deve ser menor que 30 segundos.

Após a análise de requisitos funcionais e não funcionais do sistema, iniciou-se a modelagem do sistema.

4.2.2 Modelagem do sistema

Como o projeto já contava com o padrão *Model-View-Controller (MVC)*, optou-se por manter esta estrutura, pois ela facilita o processo de desenvolvimento, permitindo que novas funcionalidades sejam implementadas de forma iterativa. O Pacote de Controle é responsável pelas regras de negócio e a comunicação entre os pacotes de

Modelo e Visão. A Figura 37 ilustra o diagrama de classes do pacote de Controle sendo formado por 4 classes principais: *ModelingEditor*, *ModelingManager*, *ConceptualConversor* e *LogicalConversor*.

A classe *ModelingEditor* é responsável pelo controle da interação do usuário com a ferramenta. Ao receber uma ação do usuário, esta classe comunica a classe *ModelingManager*, que é responsável por realizar a ação propriamente dita, como desenhar os objetos na tela.

A implementação dos requisitos referentes ao esquema lógico, descritos no *product backlog*, impactam diretamente na classe *ConceptualConversor*, sendo ela responsável pelas regras de conversão do modelo conceitual para o modelo lógico. Já os requisitos referentes ao esquema físico possuem efeito direto na classe *LogicalConversor*, sendo essa responsável pela conversão entre as modelagens lógica e física.

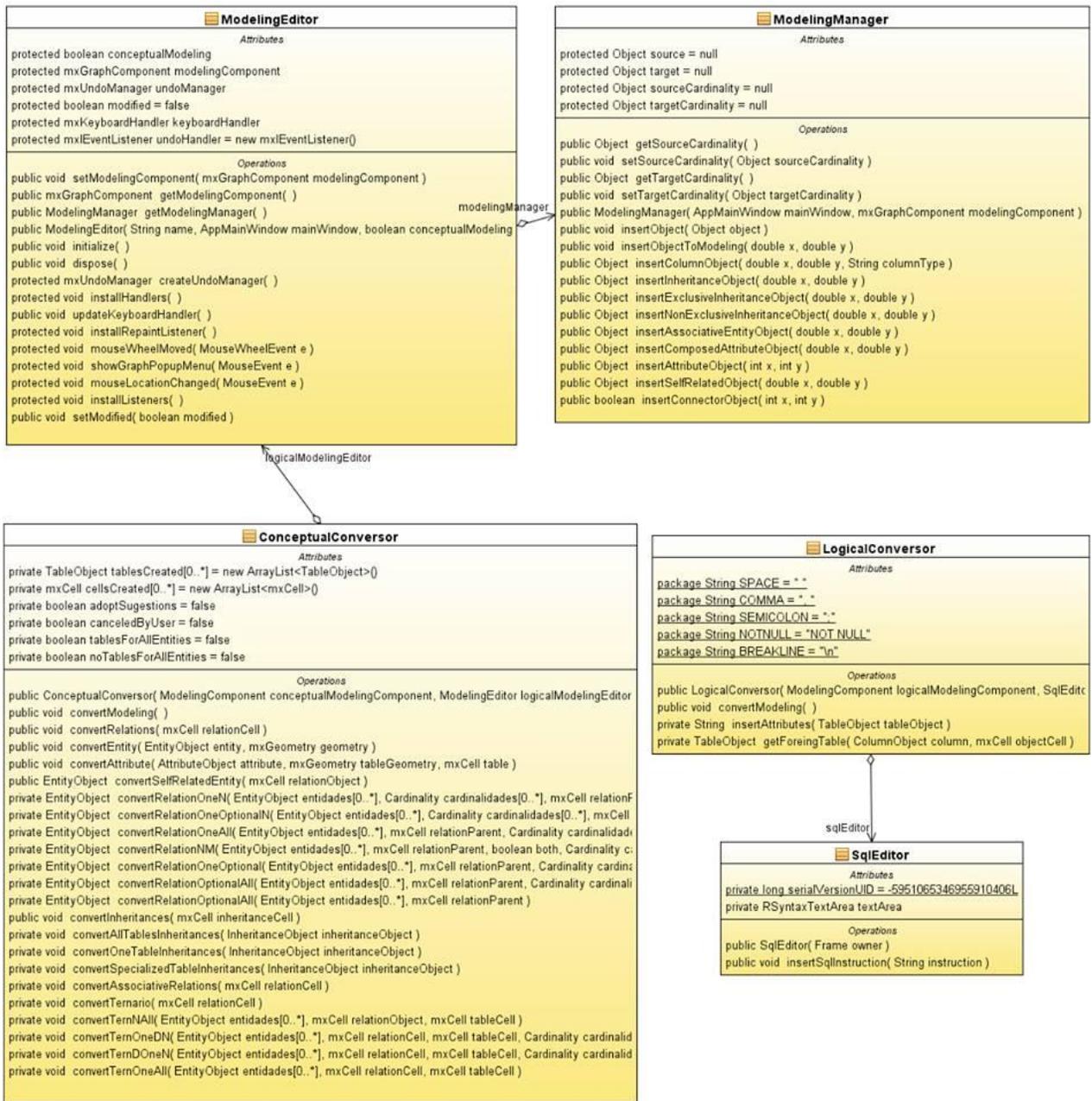


Figura 37: Diagrama de classes de Controle.

4.2.3 Testes

Os testes foram realizados em conjunto com a entrega periódica de funcionalidades, proposto pelo modelo *Scrum*, ou seja, foram feitos teste de sistema a cada nova funcionalidade implementada. Tais testes são descritos a seguir.

Tabela 2: Testes de Sistema

Nº	Dados do teste	Pré-requisitos	Passos	Resultado esperado	Status
1	Realizar conversão de entidades e seus atributos.	Existir uma modelagem conceitual com entidade e atributos	Usuário gera modelagem conceitual e seleciona ícone de conversão	Modelagem lógica com as respectivas tabelas e campos.	ok
2	Realizar conversão da generalização/especialização de entidades	Existir modelagem conceitual com generalização/especialização	Usuário gera modelagem conceitual e seleciona ícone de conversão	Modelagem lógica respeitando a ordem <i>bottom-up</i> .	ok
3	Realizar conversão de relacionamentos	Existir modelagem conceitual com entidades e relacionamentos	Usuário gera modelagem conceitual e seleciona ícone de conversão	Modelagem lógica com as respectivas tabelas e relacionamentos	ok
4	Realizar todas etapas de conversão (conceitual, lógica)	Existir uma modelagem conceitual	Usuário cria um projeto conceitual e efetua a conversão conceitual para lógica e em seguida para física	Modelagem lógica e física respeitando ordem de mapeamento	ok
4	Realizar conversão da modelagem lógica para física	Existir uma modelagem lógica	Usuário gera modelagem lógica e seleciona ícone de conversão	Gerar esquema SQL que representa a modelagem lógica respeitando ordem de inserção de chaves	ok
5	Exibir opções de mapeamento durante processo de conversão da modelagem conceitual para lógica	Existir uma modelagem conceitual com algum mapeamento com mais de uma opção	Usuário inicia conversão da modelagem conceitual para lógica e seleciona alternativas de mapeamento	Gerar modelagem lógica de acordo com opções de mapeamento escolhidas pelo usuário	ok
6	Cancelar conversão conceitual para lógica	Existir modelagem conceitual	Usuário cancela o processo de conversão	Conversão é interrompida durante processo	ok
7	Salvar modelagem	Existir uma modelagem	Usuário deve escolher um nome para o arquivo e o formato	Geração do arquivo respectivo a modelagem salva	ok
8	Carregar modelagem	Existir um arquivo do brModeloNext	Usuário deve escolher o arquivo	Modelagem deve gerada	ok
9	Ajustar Zoom	Existir uma modelagem conceitual ou lógica	Usuário escolhe a porcentagem de zoom da modelagem	Área de modelagem é ajustada de acordo com a porcentagem de zoom	ok

Uma vez finalizada a implementação da ferramenta, o próximo objetivo deste trabalho foi a realização de um novo design de interface da ferramenta, que tem o processo detalhado no próximo capítulo.

5 Design de Interface com o Usuário

Para o projeto de design de interface com o usuário foram utilizadas as etapas de Avaliação Heurística, Análise e Síntese da Engenharia de Usabilidade, sendo a primeira responsável por identificar o contexto da aplicação e a segunda para devidamente projetar a interface da ferramenta.

5.1 Avaliação Heurística

A avaliação heurística é considerada um modelo de baixo custo na engenharia da usabilidade, tornando-se assim um método fácil, rápido e barato para avaliar a interface de um software. Ela tem como principal objetivo encontrar problemas de usabilidade a serem resolvidos, buscando assim uma melhoria no software como um todo.

A avaliação foi realizada pelos alunos envolvidos neste trabalho de conclusão de curso em agosto de 2013, com intuito de encontrar deficiências da ferramenta. Ambos os alunos cursaram a disciplina de Engenharia de Usabilidade, tendo assim um conhecimento na área que facilitou a realização da avaliação. Para realizar a mesma foi respondido um *checklist* (DENIESE PIEROTTI, 2013), que tem como base as 10 heurísticas estabelecidas por Jacob Nielsen.

As tabelas e figuras abaixo apresentam a descrição e ilustração dos problemas encontrados ordenados por severidade, assim como a heurística violada e as recomendações para a sua resolução.

Tabela 3: Problema 1

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
1	Não possui um menu de ajuda detalhado.	1	Ajuda e documentação	Fazer um menu de ajuda detalhado

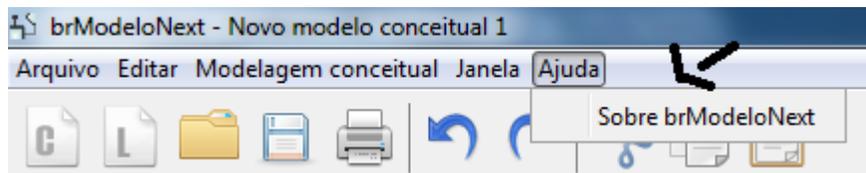


Figura 38: Problema 1.

Tabela 4: Problema 2

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
2	Menu secundário horizontal ao lado do menu principal	1	Estética e Design minimalista	Colocar verticalmente



Figura 39: Problema 2.

Tabela 5: Problema 3

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
3	Sistema de abas para os modelos abertos	1	Estética e Design minimalista	Adicionar abas para representar os diferentes modelos abertos ao invés de janelas

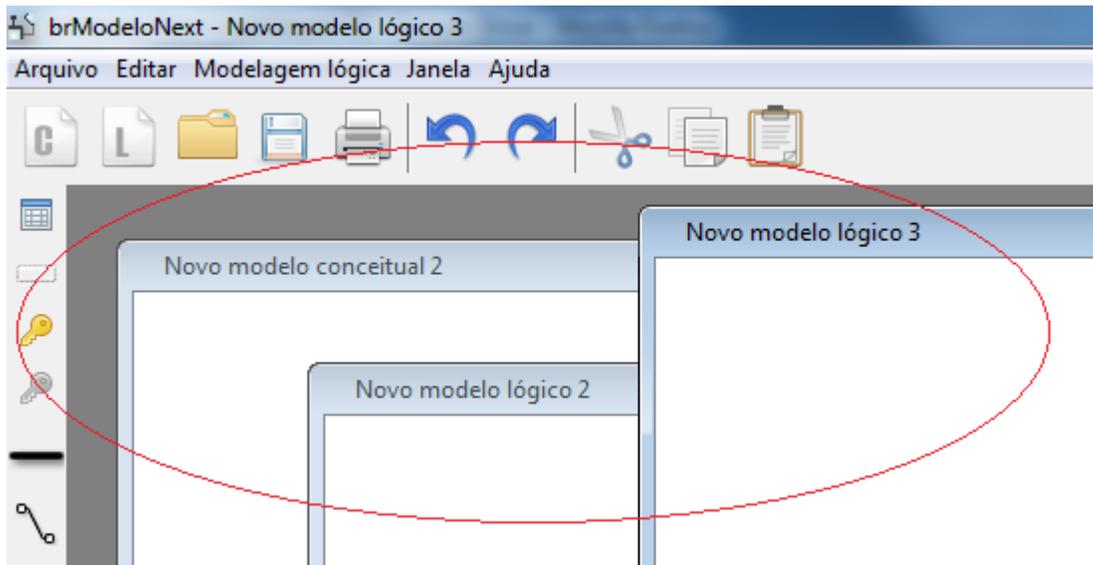


Figura 40: Problema 3.

Tabela 6: Problema 4

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
4	Ausência de facilidade de zoom	2	Visibilidade do status do sistema	Adicionar opção de zoom

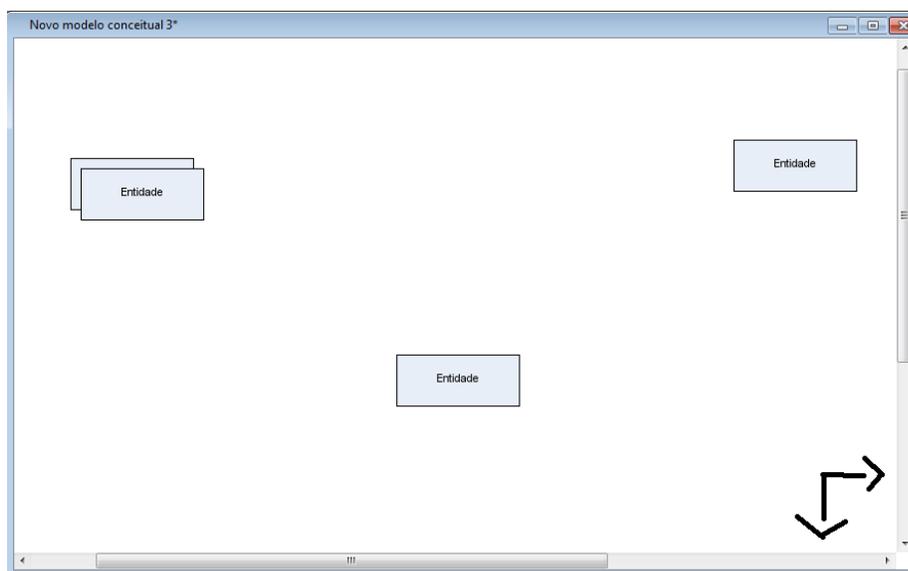


Figura 41: Problema 4.

Tabela 7: Problema 5

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
5	Falta de indicador de barra de progressão na conversão do modelo conceitual para o lógico	2	Visibilidade do status do sistema	Exibir barra de progressão durante a conversão

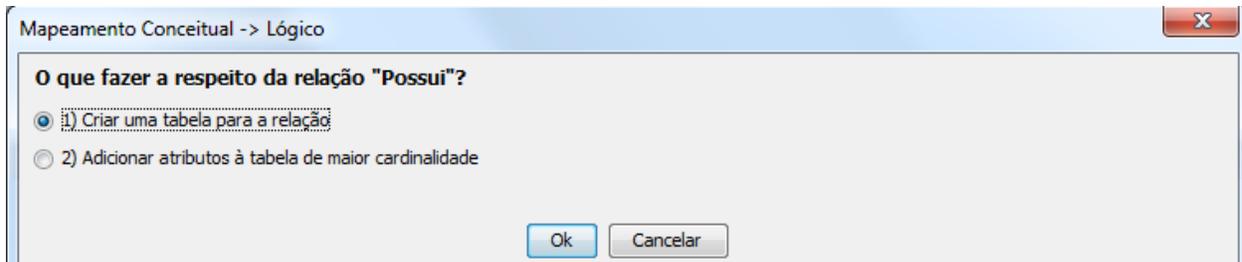


Figura 42: Problema 5.

Tabela 8: Problema 6

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
6	Renderização dos conectores na conversão para modelo lógico está entrelaçado	3	Estética e Design minimalista	Implementar um algoritmo que impeça sobreposições de conectores

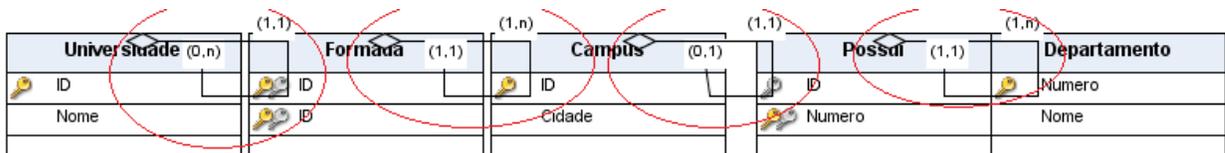


Figura 43: Problema 6.

Tabela 9: Problema 7

Nº	Problema	Severidade	Heurística	Recomendações
7	Salvar e carregar arquivos do modelo conceitual e lógico	3	Flexibilidade e eficiência de uso	Adicionar essas opções.

Através da avaliação concluímos que o software, de um modo em geral, demonstra ter uma boa usabilidade, porém ainda apresenta alguns aspectos que podem ser melhorados.

Como principais pontos fortes, pode-se citar primeiramente a simplicidade da interface. Os menus e ícones são intuitivos, facilmente reconhecíveis e apresentam tooltip com a descrição, facilitando bastante o uso do software. Outro ponto forte é a total liberdade que o usuário possui para executar suas ações, podendo desfazer ações anteriores caso necessário. Outro aspecto positivo é o auxílio aos usuários no reconhecimento de erros cometidos.

Dentre os principais pontos fracos, os mais alarmantes são a sobreposição dos conectores, formando um emaranhado de linhas difíceis de serem compreendidas e a falta de opções para salvar e carregar modelagens, impossibilitando assim a criação de modelagens extensas ou modelagens bases.

Dentre os problemas anteriormente descritos, foram selecionados os de número 7,6,4,2,1 para serem resolvidos neste trabalho, pois são os problemas mais críticos da ferramenta.

5.2 Análise de Contexto

5.2.1 Levantamento de Dados

Para o levantamento de dados não foi utilizada nenhuma forma de pesquisa tradicional, como *surveys* e pesquisas. Ao invés disso foi utilizado o conhecimento dos orientandos, pois os mesmos estão familiarizados com as funcionalidades da ferramenta, tendo em vista que utilizaram a versão anterior na disciplina de BD I, e inclusos no meio em que ela está inserida (meio acadêmico).

5.2.2 Resultados da análise

Como resultado da análise obteve-se as personas, usuários fictícios que identificam um grupo de usuários com características semelhantes, as tarefas, os equipamentos e ambientes envolvidos no contexto da aplicação.

5.2.2.1 Descrição de usuários

Personas



Aluno Arthur: Arthur tem 19 anos, esta matriculado no curso de Ciências da Computação. Está atualmente cursando matérias relacionadas a Banco de Dados, principalmente modelagens de BD. Um aluno preocupado em cultivar o software livre, visando melhorar o aprendizado de uma forma em geral.



Professor João: João tem 35 anos e é professor do curso de Ciências da Computação na universidade. Tem como foco a área de Banco de Dados, visando transmitir seu conhecimento na área da maneira mais abrangente e simples possível.

Caracterização de Usuários

A Tabela 10 mostra as características dos diferentes tipos de usuário, definidos anteriormente como *personas*.

Tabela 10: Caracterização de usuários

Características	Usuário tipo Aluno	Usuário tipo Professor
Habilidades e conhecimentos		

Habilidade/conhecimento do produto/sistema	Médio. Utiliza o sistema para resolver exercícios em sala de aula e os projetos das disciplinas.	Alta. Domina o sistema e o utiliza constantemente para ministrar suas aulas e modelar projetos.
Experiência na tarefa	Provavelmente todos possuem. Os que não possuem irão adquiri-la no decorrer da disciplina.	Alta experiência com a ferramenta.
Nível de treinamento	Apenas algumas dúvidas esclarecidas pelo professor.	Não recebe treinamento para utilizar o sistema.
Habilidades nos dispositivos de entrada	Alto	Alto
Habilidades de linguagem	Conhece uma língua, mas não necessariamente conhece português (pode ser estrangeiro).	Conhecimento de Português e possivelmente de outras línguas.
Atributos pessoais		
Idade	17~25	30~60
Gênero	Feminino ou Masculino	Feminino ou Masculino
Capacidades/Limitações físicas	Possivelmente alguma limitação visual, como Daltônismo por exemplo.	Possivelmente alguma limitação visual, como Daltônismo por exemplo.
Atitude/Motivação	Aprender os conceitos básicos de modelagem de Bancos de Dados.	Ensinar os conceitos básicos de modelagem de Bancos de Dados.

5.2.2.2 Descrição de Tarefas

A Tabela 11 cita as tarefas da ferramenta.

Tabela 11: Tarefas da ferramenta

Tarefa #	Tarefa
Modelagem Conceitual	
1	Criar entidade
2	Criar relacionamento
3	Criar entidade associativa
4	Criar especialização
5	Criar especialização exclusiva
6	Criar especialização não- exclusiva
7	Criar atributo

8	Criar atributo identificador
9	Criar atributo composto
10	Conectar entidades com relacionamento
11	Criar auto-relacionamento de entidade
12	Definir cardinalidades do relacionamento de entidades
13	Definir nome, tipo do atributo
14	Promover atributo a multivalorado, opcional ou identificador
15	Conversão para o modelo físico
Modelagem lógica	
16	Criar tabela
17	Criar campo de tabela
18	Criar chave primária
19	Criar chave estrangeira
20	Conectar tabelas
21	Definir cardinalidade do relacionamento entre tabelas
22	Conversão para o modelo lógico
Menu Principal	
23	Criar novo modelo conceitual
24	Criar novo modelo lógico
25	Abrir
26	Salvar
27	Imprimir
28	Sair
29	Desfazer
30	Refazer
31	Ajuda
32	Zoom
33	Grid
34	Alternar entre modelos abertos

Das tarefas listadas acima, foram escolhidas as mais relevantes para o estudo e, posteriormente, para os testes de usabilidade. Tais tarefas são mais descritas e detalhadas na Tabela 12 que se encontra na seção de Anexos.

5.2.2.3 Descrição de Equipamentos

A Tabela 13 identifica a descrição de equipamentos.

Tabela 13: Descrição de equipamentos

Descrição básica		
Identificação do produto	O brModeloNext é software livre utilizado principalmente em meio acadêmico com fins educativos. Voltado principalmente para a área de modelagem de BDs.	
Descrição do produto/principais funções	- Criação do modelo conceitual/lógico. - Conversão do modelo conceitual -> lógico. - Conversão do modelo lógico -> físico.	
Especificação		
Hardware	Desktops, Notebooks e NetBooks.	
	Tamanho da tela	Mínimo de 11 polegadas
	Resolução	Mínimo de 800 x 600 pixels
	Meios de entrada	Teclado/Mouse
	Outras informações	-
Software	Sistema operacional	Qualquer um que possua máquina virtual Java.
	Software específico referente ao aplicativo	-

5.2.2.4 Descrição de Ambiente

Ambiente Técnico

A Tabela 14 apresenta as descrições referente ao ambiente técnico necessário para utilização da ferramenta.

Tabela 14: Descrição de ambiente técnico

Configuração	
Materiais	Computador com sistema operacional que possui máquina virtual Java.
Conexão	Não há necessidade. Apenas para acessar o menu ajuda.

5.2.2.5 Especificação de Requisitos de Usabilidade

A Tabela 15 exemplifica os requisitos de usabilidade, que desejam ser atendidos, separados em eficácia, eficiência e satisfação.

Tabela 15: Especificação de requisitos de usabilidade

Tarefa Criar entidade	
Contexto Específico	Possuir um modelo conceitual aberto e adicionar a entidade.
Eficácia	99% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 15 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Criar atributo	
Contexto Específico	Possuir uma entidade e adicionar um atributo.
Eficácia	95% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 15 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Criar especialização exclusiva	
Contexto Específico	Possuir uma entidade e especializá-la.
Eficácia	90% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 25 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Promover atributo	
Contexto Específico	Possuir um atributo para promover.
Eficácia	95% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 15 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Conectar entidades	
Contexto Específico	Possuir duas entidades para conectar.
Eficácia	90% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 20 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.

Tarefa Zoom	
Contexto Específico	Possuir um modelo aberto para alterar a escala visual.
Eficácia	90% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 15 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Conversão conceitual para lógico	
Contexto Específico	Possuir um modelo conceitual para realizar a conversão.
Eficácia	90% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa dependente do tamanho do projeto.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Alternar modelos abertos	
Contexto Específico	Possuir mais de um modelo aberto e alternar entre eles.
Eficácia	90% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 20 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Salvar	
Contexto Específico	Possuir um modelo para ser salvo.
Eficácia	95% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 15 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Criar tabela	
Contexto Específico	Possuir um modelo lógico aberto e adicionar uma tabela.
Eficácia	95% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 20 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Criar campo	
Contexto Específico	Possuir uma tabela para adicionar um campo.
Eficácia	95% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 20 segundos.

Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Criar chave	
Contexto Específico	Possuir uma tabela para adicionar uma chave.
Eficácia	90% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 25 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.
Tarefa Conversão modelo lógico para físico	
Contexto Específico	Possuir um modelo lógico aberto para a conversão.
Eficácia	95% dos usuários conseguem completar a tarefa.
Eficiência	Tarefa pode ser concluída em 20 segundos.
Satisfação	Atingir pontuação total de 75 pontos no questionário SUS.

5.3 Síntese

Para realizar a prototipação do sistema foi levado em consideração as questões abordadas pela etapa de análise, dividindo o design em três protótipos: protótipos a mão (*sketches*), protótipos de baixa fidelidade utilizando a ferramenta Pencil⁷ e o protótipo de alta fidelidade, desenvolvido diretamente na IDE NetBeans⁸.

Para a construção dos protótipos, o foco foi nas três principais telas do sistema, referentes aos três tipos de modelagem (conceitual, lógica e física).

Sketches

Uma versão inicial das três principais telas foi desenhada a mão, pois consiste de uma fase com muitas mudanças, necessitando haver uma visualização prévia rápida para verificar se atende a necessidade estipulada. O menu de objetos retornou a lateral esquerda da ferramenta (vide Figuras 44 e 45) devido ao fato de ser mais confortável

⁷ Ferramenta Pencil: <http://pencil.evolus.vn/Downloads.html>

⁸ IDE NetBeans: <https://netbeans.org/>

para o usuário segundo Nielsen (1990). Para o esquema físico foi pensando em uma janela *pop-up*, facilitando o manuseio e visualização entre esquemas, conforme pode ser visualizado na Figura 46.

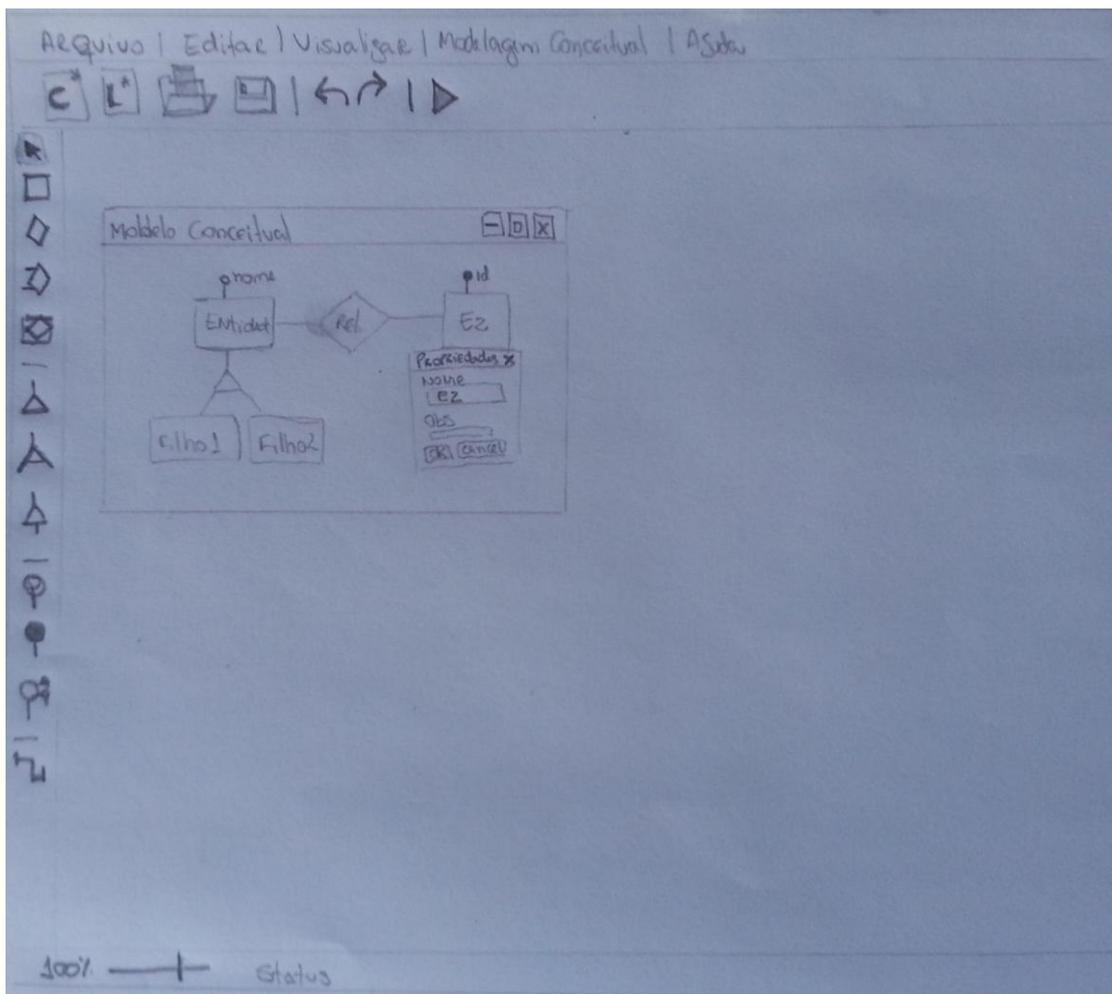


Figura 44: Sketche tela conceitual.

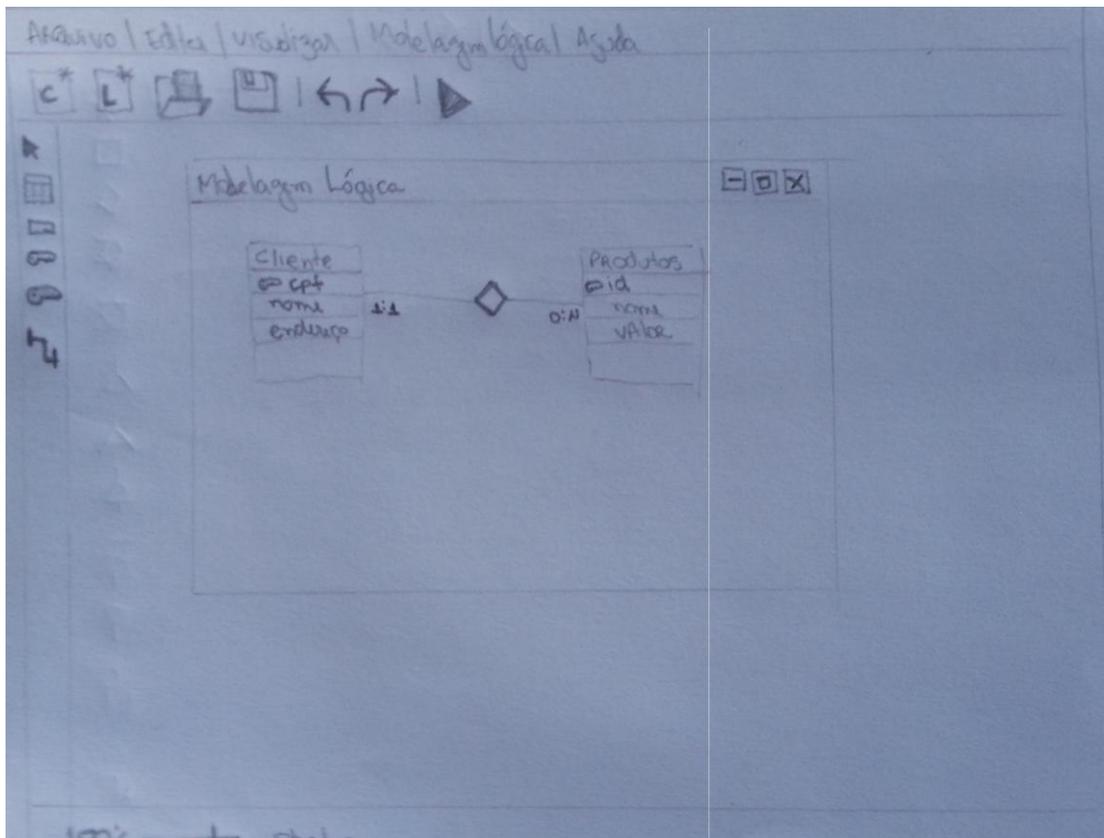


Figura 45: Sketche tela lógica.

Modelo Físico

```

CREATE TABLE CLIENTES(
  codigo INT(10) NOT NULL,
  nome VARCHAR(30) NOT NULL,
  idade INT(10)
),
ALTER TABLE CLIENTES ADD PRIMARY
KEY ('codigo')
  
```

Figura 46: Sketche tela física.

Protótipo de baixa fidelidade

Para elaborar os protótipos de baixa fidelidade, foi utilizada a ferramenta Pencil, uma ferramenta própria para prototipação de interfaces, obtendo-se assim um design mais próximo da realidade de softwares. Estes protótipos têm como ponto forte a simplicidade e similaridade com ferramentas CASE em geral, proporcionando um ambiente já conhecido pelo usuário. A ferramenta Pencil tem como desvantagem a difícil inserção de imagens. Por isso, decidiu-se representar os menus com texto (vide Figuras 47 e 48). A janela de esquema físico não sofreu alteração, permanecendo fiel a interface dos sketches, conforme ilustra a Figura 49.

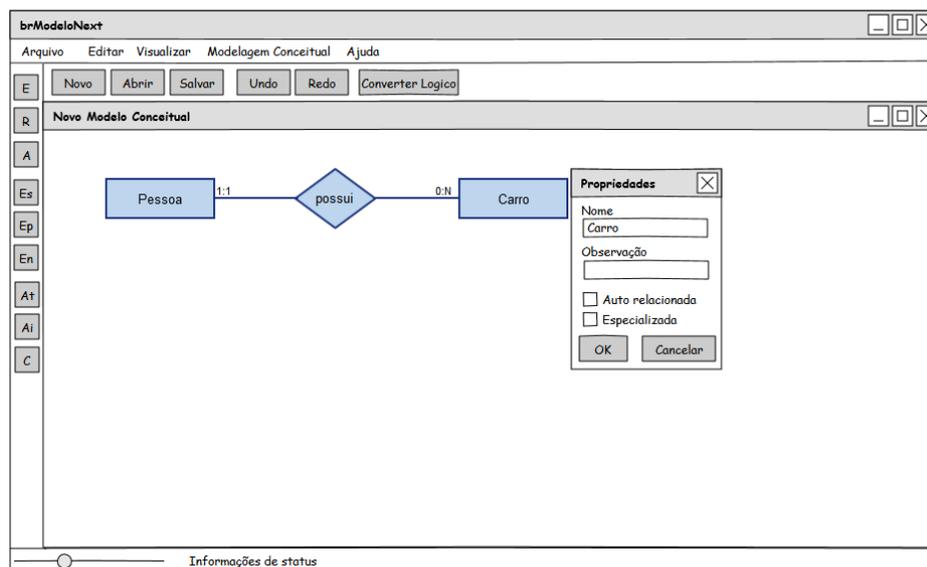


Figura 47: Protótipo de baixa fidelidade referente à tela conceitual.

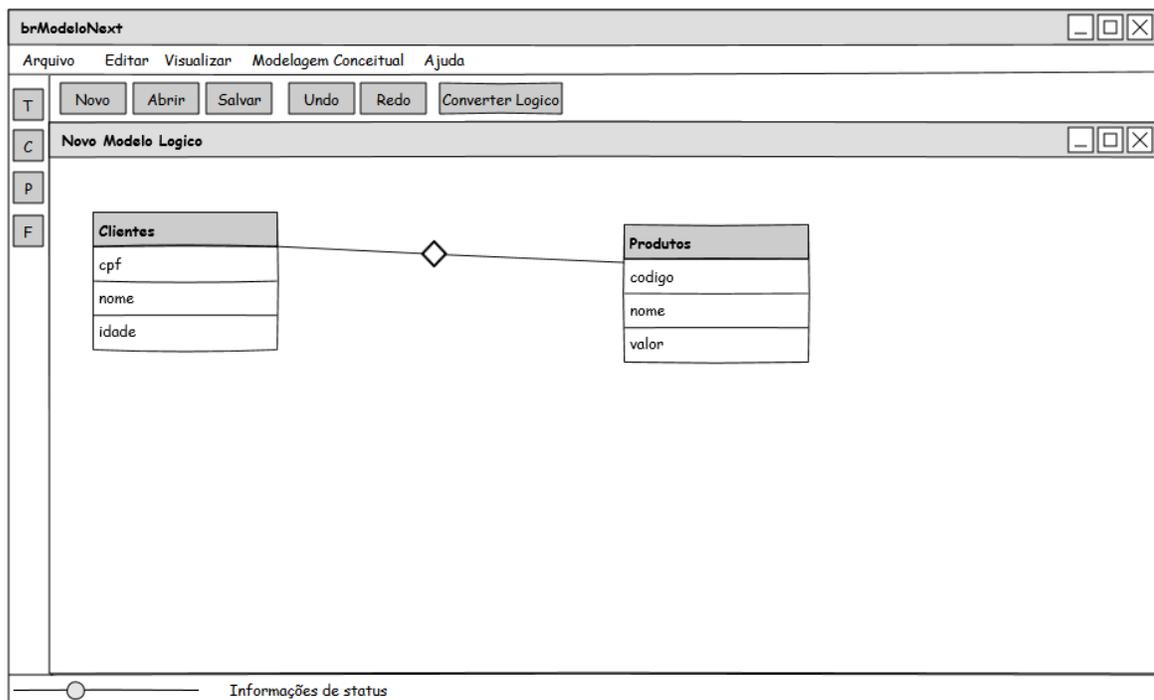


Figura 48: Protótipo de baixa fidelidade referente à tela lógica.

```

Novo Modelo Físico

CREATE TABLE IF NOT EXISTS Pessoa(
`cpf` Texto(1) NOT NULL,
);
CREATE TABLE IF NOT EXISTS Carro(
`chassi` Texto(1) NOT NULL,
`cpf` Texto(1) NOT NULL,
);
ALTER TABLE `Pessoa` ADD PRIMARY KEY (`cpf`);
ALTER TABLE `Carro` ADD PRIMARY KEY (`chassi`);

```

Figura 49: Protótipo de baixa fidelidade referente à tela física.

Protótipos de alta fidelidade

Estes protótipos foram elaborados, com base nos protótipos anteriores, utilizando a IDE NetBeans, visando uma maior fidelidade com o produto final. Os ícones foram todos refeitos a fim de oferecer uma fácil identificação pelo usuário, tornando o sistema mais agradável e familiar possível (vide Figuras 50 e 51). A janela do esquema físico recebeu a identificação de linhas e a coloração da sintaxe utilizada, com o objetivo de facilitar a edição e visualização, conforme mostra a Figura 52.

O protótipo final se manteve fiel ao protótipo de fidelidade baixa, visto que todas as mudanças com relação à interface anterior da brModeloNext foram realizadas buscando o máximo de simplicidade e praticidade.

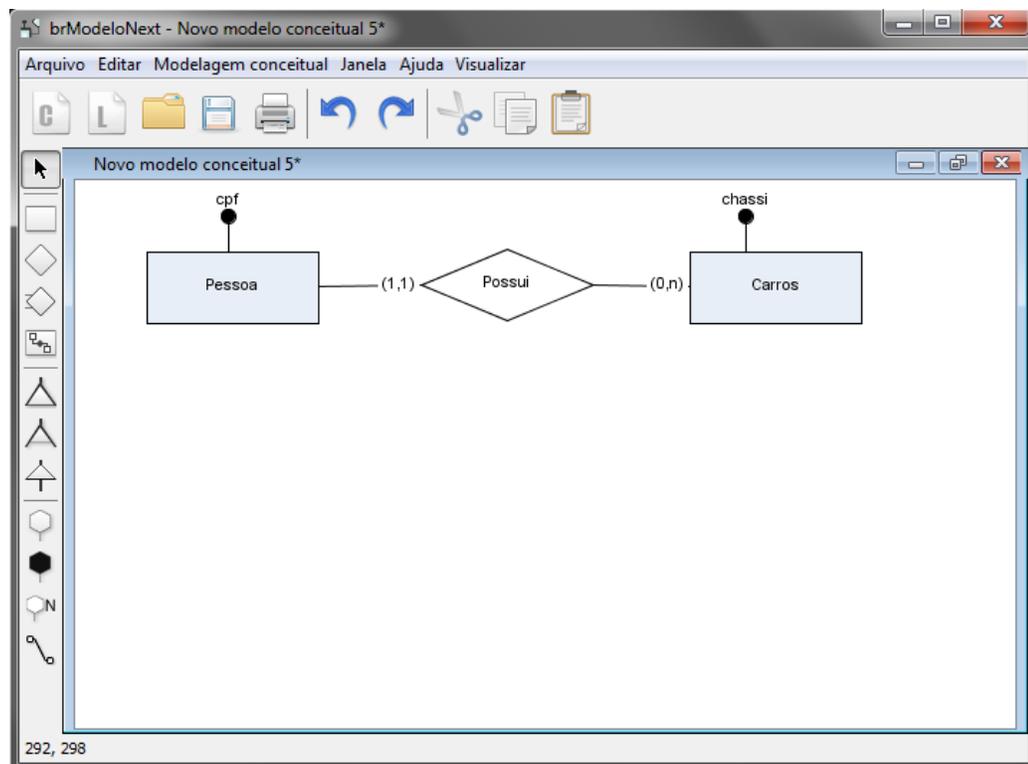


Figura 50: Protótipo de alta fidelidade referente à tela conceitual.

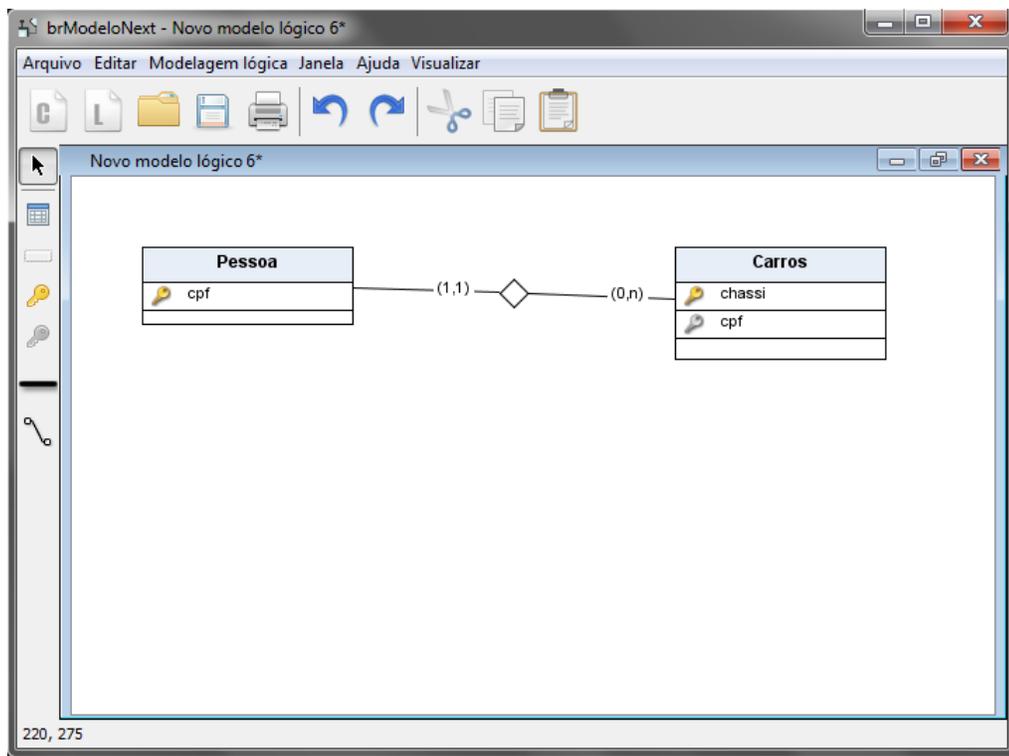


Figura 51: Protótipo de alta fidelidade referente à tela lógica.

The screenshot shows a window titled "Modelagem física" containing SQL code for creating and altering tables. The code is as follows:

```

1
2 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Pessoa(
3   `cpf` Texto(1) NOT NULL,
4 );
5 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Carros(
6   `chassi` Texto(1) NOT NULL,
7   `cpf` Texto(1) NOT NULL,
8 );
9 ALTER TABLE `Pessoa` ADD PRIMARY KEY (`cpf`);
10 ALTER TABLE `Carros` ADD PRIMARY KEY (`chassi`);

```

The last line of code is highlighted in yellow.

Figura 52: Protótipo de alta fidelidade referente à tela física.

O próximo capítulo trata da avaliação do design de interface sugerido por este capítulo, apresentando gráficos com desempenho das duas versões da ferramenta.

6 Avaliação

O objetivo desta avaliação é verificar se os requisitos de usabilidade, especificados para as principais tarefas da ferramenta, foram atendidos utilizando o protótipo de alta fidelidade para testar a interface com usuários reais. Os requisitos de usabilidade da tarefa estão descritos na seção 8.1.2.5 "Especificação de requisitos de usabilidade". As perguntas respondidas com a avaliação foram as seguintes:

- Os usuários conseguiram realizar as tarefas?
- Os usuários conseguiram realizar as tarefas no tempo estipulado?
- A pontuação média do SUS, questionário para medir a usabilidade de sistemas, foi superior a 75%?
- Pontos positivos do sistema?
- Pontos negativos do sistema?
- Em quais etapas notou-se dificuldade na interação?

Para realizar a avaliação foram utilizados o termo de consentimento livre e esclarecido, afim de permitir a utilização dos dados do usuário, um roteiro elaborado com as tarefas e perguntas a serem respondidas pelos usuários e o questionário SUS (BROOKE, 1996), que é utilizado para avaliar a usabilidade de softwares, com o acréscimo de três perguntas:

1. O que eu mais gostei do sistema?
2. O que eu menos gostei do sistema?
3. Sugestão de melhoria para o sistema?

Todos estes documentos se encontram no Anexo deste trabalho.

6.1 Execução da Avaliação

A execução da avaliação aconteceu no dia 23 de outubro de 2013 durante uma aula da disciplina INE5454 - Tópicos Especiais em Gerência de Dados, ministrada pelo orientador deste projeto. Como a disciplina de Bancos de Dados I é pré-requisito de INE5454, todos os alunos já tiveram o contato com a versão anterior da ferramenta em questão (brModelo).

O teste foi realizado no laboratório PCT no departamento de Informática e Estatística da Universidade Federal de Santa Catarina com 20 alunos. Dois alunos realizaram o teste em computadores rodando o software Morae⁹, uma ferramenta utilizada em teste de usabilidade que grava as ações do usuário, bem como a fala e as imagens através da *WebCam*. Os alunos foram orientados sobre o funcionamento e propósito do teste, assinaram o termo de consentimento, realizaram o roteiro anotando as respostas das perguntas e, no final, responderam o questionário SUS.

Metade dos alunos, escolhida de forma aleatória, realizou o teste na ferramenta antiga e a outra metade na nova versão, sendo possível realizar posteriormente a comparação das duas versões da ferramenta em diversos aspectos. A Figura 53 mostra o teste sendo executado pelos alunos no laboratório.

⁹ Ferramenta Morae: <http://www.techsmith.com/morae.html>



Figura 53: Alunos realizando a avaliação.

6.2 Resultados da Avaliação

Como resultado da análise de eficácia, todos usuários conseguiram completar as tarefas do roteiro, exceto um usuário, devido a problemas técnicos, sendo assim suas respostas não foram levadas em consideração, garantindo uma eficácia de 100% para ambas as versões da ferramenta. Para a análise de eficiência foi gerado um gráfico (vide Figura 54) que compara o tempo médio de cada tarefa em cada versão com o tempo médio esperado de acordo com os requisitos de usabilidade definidos.

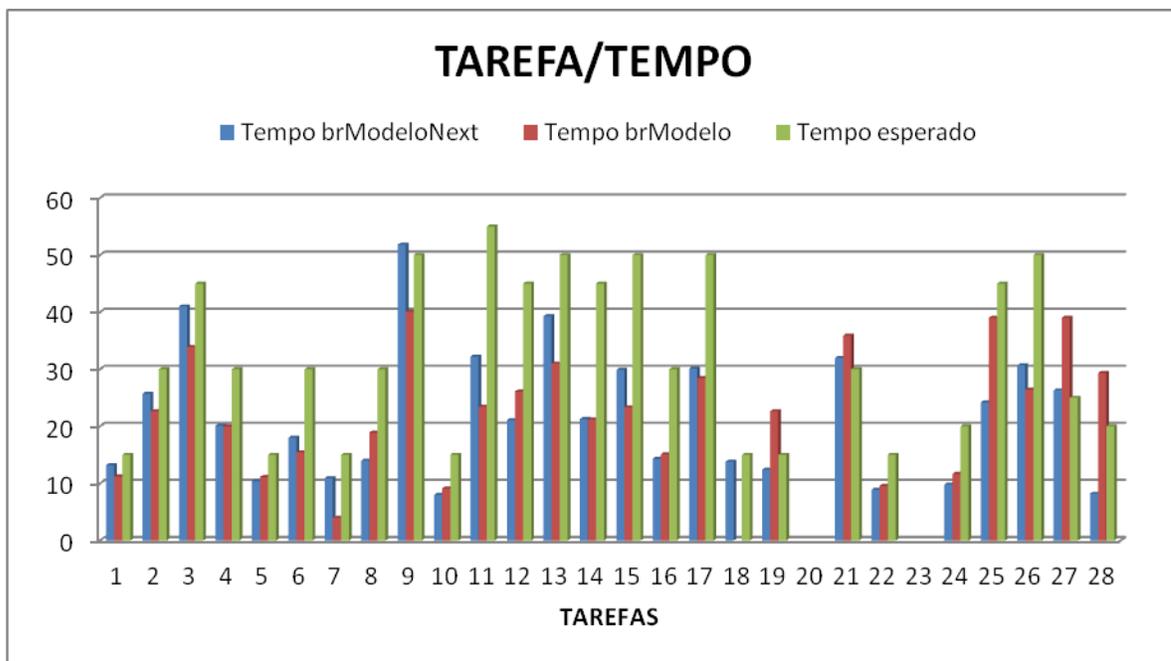


Figura 54: Gráfico comparativo Tarefa/Tempo médio versão.

Analisando o gráfico acima, conclui-se que a nova versão apresentou um tempo médio menor em 12 das 28 tarefas, porém não alcançou o tempo esperado em 3 tarefas (9, 21 e 27). A versão anterior apresentou um desempenho superior em 11 das 28 tarefas e não atingiu o tempo esperado em 4 tarefas. Sendo assim a brModeloNext apresentou um desempenho em eficiência superior a versão anterior.

A Figura 55 apresenta o gráfico da mediana da pontuação das respostas por questão do questionário SUS comparando as duas versões da ferramenta. Verificando o gráfico abaixo percebemos que a nova versão apresentou um desempenho superior em relação à versão anterior, tendo a sua menor mediana o valor 3 enquanto a versão antiga apresentou o mesmo valor para a sua maior mediana.

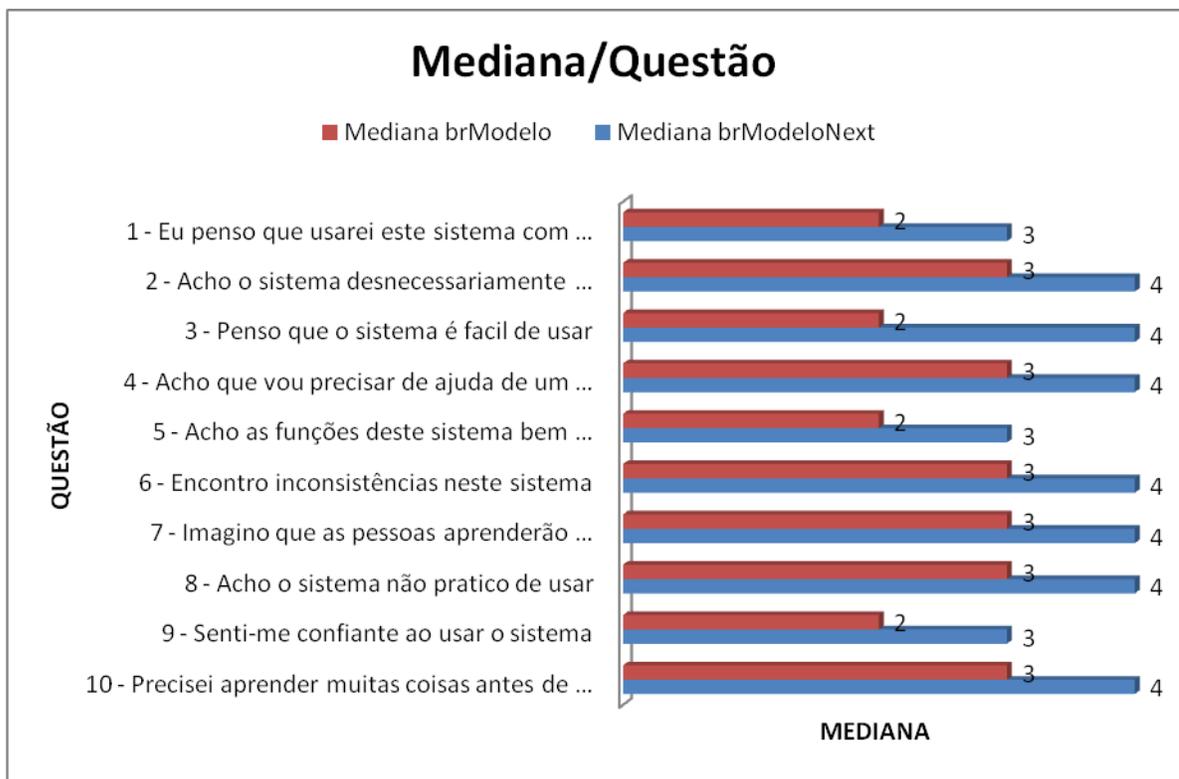


Figura 55: Gráfico comparativo Mediana/Questão de cada versão.

O gráfico da Figura 56 corresponde às notas do SUS referentes a cada usuário.

A brModelo apresentou uma pontuação média de 61%.

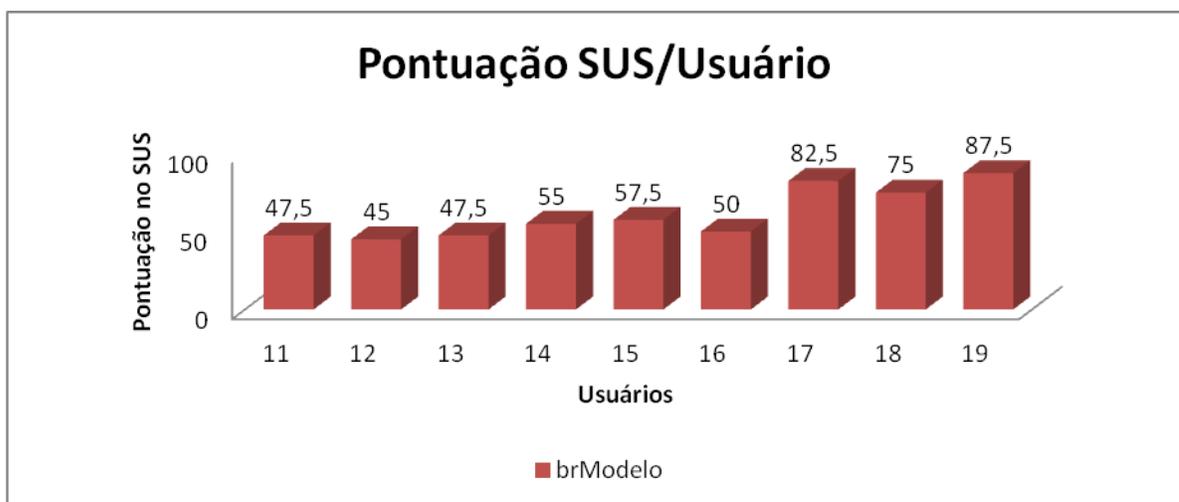


Figura 56: Gráfico Pontuação SUS/Usuário brModelo.

A Figura 57 representa o gráfico de pontuação do SUS por usuário referente a brModeloNext. Esta apresentou um desempenho de pontuação média de 84%, enquanto o valor esperado pelos requisitos de usabilidade correspondia a 75%, que é um pouco acima da considerada na média (JEFF SAURO, 2011), que seria 68%. A nova versão apresentou uma diferença positiva de mais de 20% em relação à versão anterior, garantindo, assim, uma maior aceitação pelos usuários.

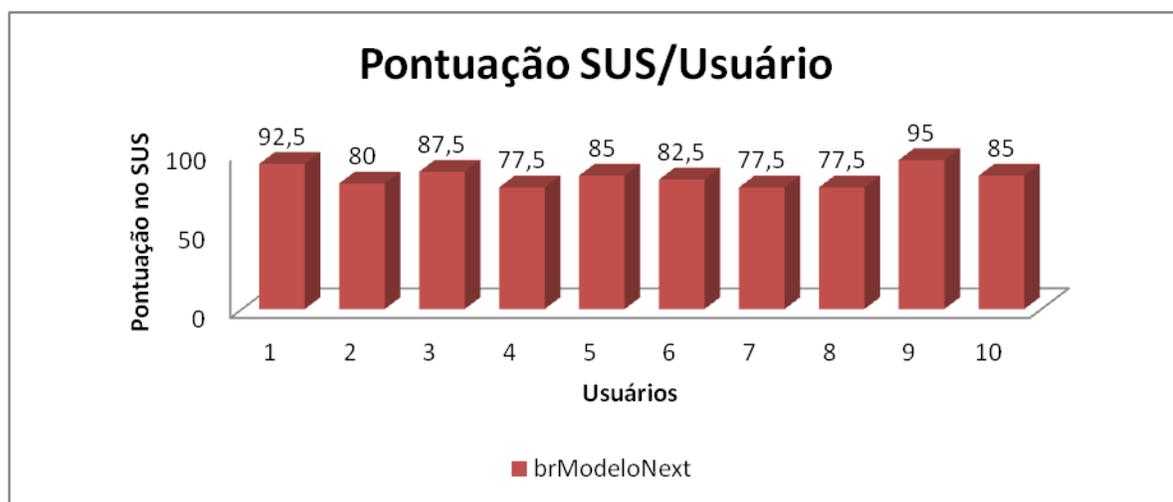


Figura 57: Gráfico Pontuação SUS/Usuário brModeloNext.

As três perguntas acrescentadas ao questionário do SUS, mencionadas no início desta seção, contribuíram para identificar os pontos fortes, fracos e novas melhorias para a ferramenta, conforme indicado a seguir.

Pontos fortes

Dentre os vários pontos citados pelos usuários, os que mais se repetiram foram:

1. Interface intuitiva e simples.
2. Facilidade em adicionar elementos de modelagem.
3. Facilidade de identificar os elementos no menu.
4. Correção da opção de desfazer última ação (referente ao problema da brModelo)

Pontos fracos

Dentre os problemas criticados pelos usuários destacam-se:

1. Disposição visual dos relacionamentos entre elementos.
2. Funcionalidade de zoom não possui ícone de fácil acesso.
3. Durante a movimentação de entidades, os atributos não acompanham.
4. Redimensionamento em elementos pequenos é difícil.

Sugestões de melhorias

Segundo a opinião dos usuários as seguintes melhorias ao software deveriam ser feitas:

1. Melhorar a disposição dos elementos ao movimentar na tela.
2. Separar os modelos abertos em abas.
3. Adicionar redundância quanto à adição de elementos.

6.3 Discussão

Essa seção discute os resultados obtidos nesse trabalho a fim de avaliar a evolução da ferramenta.

Os resultados dos testes de usabilidade indicam que a ferramenta pode realizar as etapas de modelagem de forma funcional e prática e mostrou um amadurecimento em alguns aspectos de usabilidade em relação à ferramenta brModelo. A ferramenta foi considerada como boa pelos entrevistados, destacando-se pela simplicidade, intuitividade de sua interface e rápido acesso às funcionalidades mais usadas. Entretanto, a brModeloNext apresenta ainda algumas limitações que foram reportadas

pelos usuários, como por exemplo, a organização das modelagens abertas em abas, que foi encontrado durante a avaliação heurística, porém não foi tratado.

Ameaças à validade

Em testes de usabilidade ocorrem situações que podem ameaçar a validade dos resultados obtidos. Dentre estas ameaças, a mais significativa para este contexto seria a validade de conclusão que é a relação entre o tratamento e o resultado (TRAVASSOS, 2002) e a validade interna que é a validação dos resultados apenas para a amostra considerada, nesse caso, as pessoas que participaram do estudo (TRAVASSOS, 2002).

A primeira ameaça ocorre devido ao pequeno número de indivíduos participantes dos testes de usabilidade e o fato de todos os alunos estarem familiarizados com a ferramenta antiga, melhorando assim os resultados dessa.

A segunda ameaça ocorre pelo fato de que o teste foi realizado durante uma aula, podendo ter deixado a impressão de obrigatoriedade da realização do teste, levando a diferentes resultados devido a situações de estresse. Isso foi minimizado através de uma abordagem mais informal deixando os participantes mais calmos em relação ao teste. Não houve desistência no decorrer dos testes.

7 Conclusão

Este trabalho teve dois objetivos principais, a finalização da implementação da ferramenta brModeloNext e a avaliação de usabilidade da mesma. Para alcançar os dois objetivos, foi realizado um estudo nas áreas de projeto de BDs relacionais e engenharia de usabilidade. Para entender melhor o contexto de mercado da ferramenta foi realizado um estudo da arte em busca de ferramentas similares, analisando os pontos positivos e negativos de cada uma.

Com o estudo necessário, partiu-se para a codificação das regras de mapeamento conceitual-lógico e lógico-físico através de processos de engenharia de software, finalizando assim a etapa de desenvolvimento da ferramenta.

Com as funcionalidades da ferramenta em funcionamento, partiu-se para a avaliação heurística da ferramenta e posteriormente para a análise de contexto e síntese da mesma, elaborando-se assim protótipos de interface. Após a implementação dos protótipos foi realizada uma avaliação dos resultados obtidos, com alunos da universidade, comparando a versão antiga e a nova da ferramenta. A nova versão apresentou resultados melhores, porém alguns pontos negativos foram levantados e poderão ser tratados como trabalho futuro.

Como resultado deste trabalho foi implementada as funcionalidades restantes da ferramenta brModeloNext e também um novo design de interface para a mesma, finalizando assim a ferramenta. A Figura 58 mostra a interface da ferramenta antes deste trabalho e a 59 mostra a interface obtida com este trabalho. Observa-se um design mais simples e similar com as ferramentas estudadas na seção de Estado da Arte.

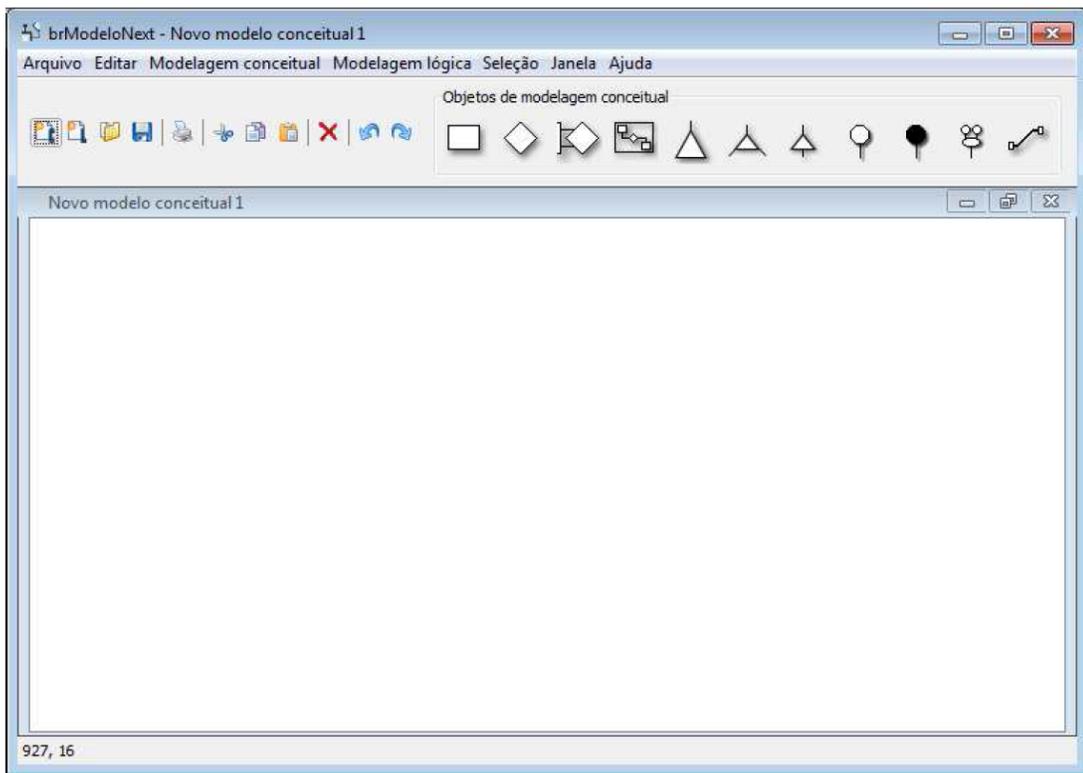


Figura 58: Interface brModeloNext pré-trabalho.

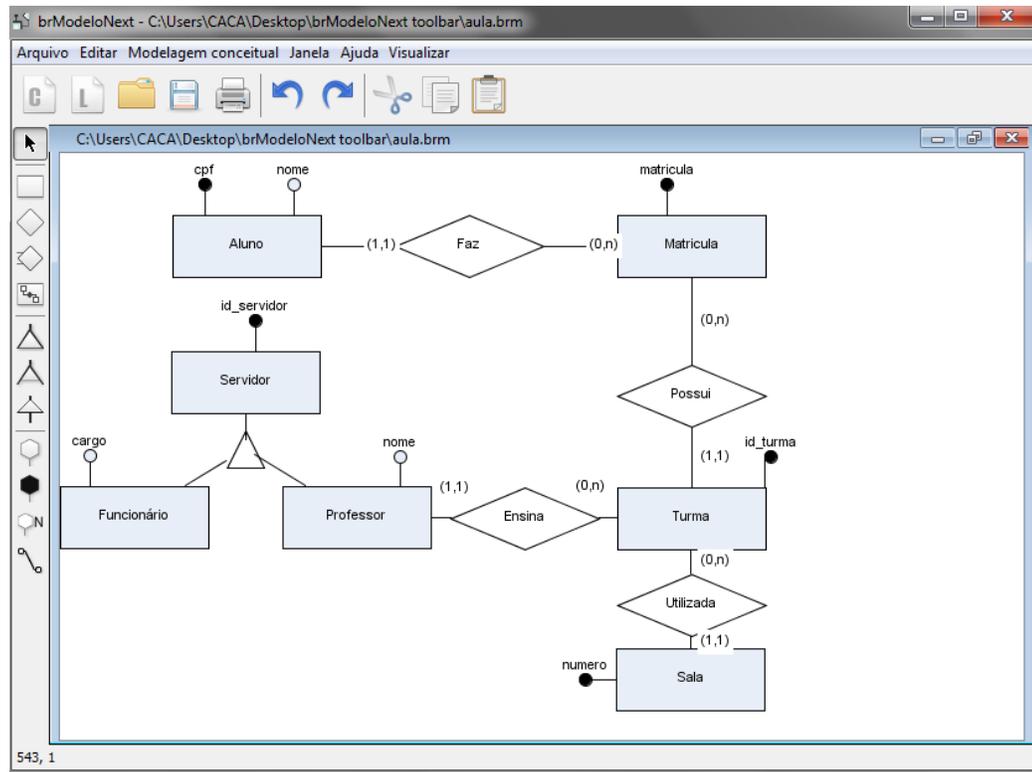


Figura 59: Interface brModeloNext pós-trabalho.

A Figura 60 mostra a interface da brModelo para fins comparativos com a interface obtida. Observa-se uma evolução significativa na interface da ferramenta, com um design mais robusto e atrativo para o usuário.

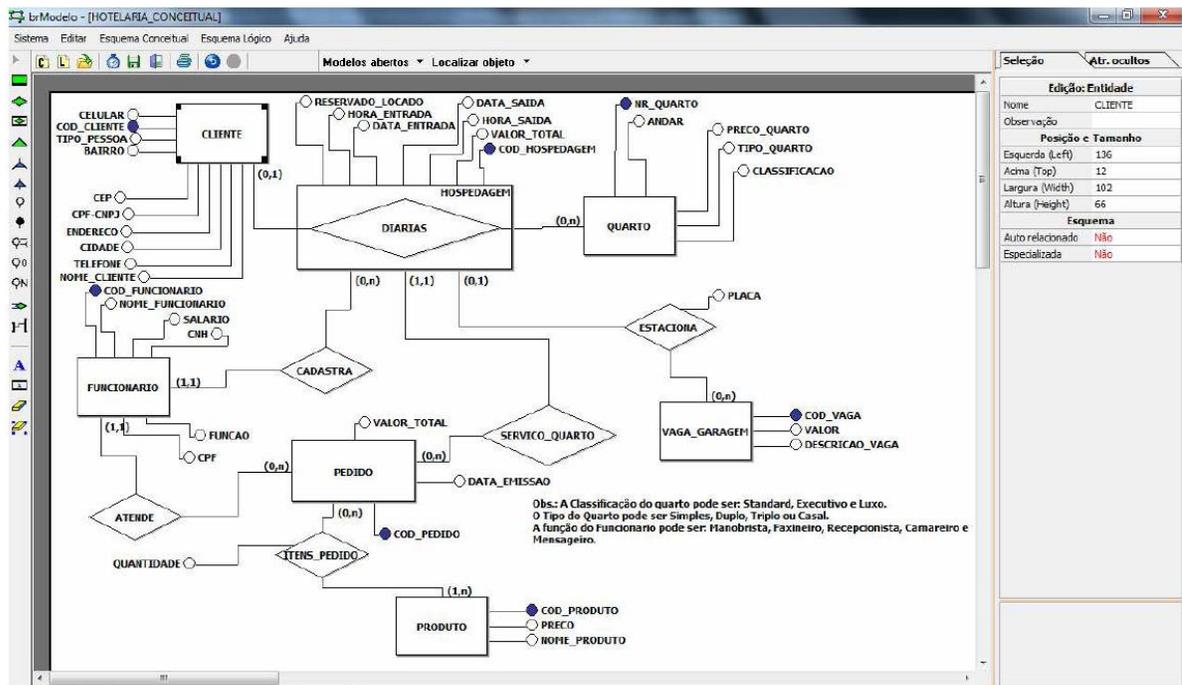


Figura 60: Interface da versão anterior.

Por fim, espera-se que a nova versão da ferramenta seja usada com frequência nas universidades brasileiras para o ensino das três etapas de projeto de Banco de Dados e que seja tão bem aceita quanto a sua versão anterior.

7.1 Trabalhos Futuros

A brModeloNext, ferramenta de código aberto para modelagem de projetos de BDs relacionais, contribuiu para o aprimoramento da brModelo, porém algumas atividades podem ser implementadas para agregar maior maturidade à ferramenta

possibilitando assim sua melhoria contínua. Desta forma, cita-se como trabalhos futuros:

- Disponibilizar a ferramenta em ambiente Web, visando aumentar ainda mais a portabilidade da mesma;
- Internacionalizar a ferramenta para outros idiomas, tornando seu uso mais abrangente;
- Solucionar problemas de usabilidade, que foram encontrados através da avaliação heurística e não foram abordadas nesse trabalho;
- Adicionar, na geração do esquema físico, suporte para vários sistemas gerenciadores de banco de dados, como Oracle, SQL, Server, MySQL e PostgreSQL;
- Adicionar a funcionalidade de engenharia reversa, presente em algumas ferramentas similares.

Referências

MENNA, Otávio Soares; RAMOS, Leonardo Antonio; MELLO, Ronaldo Dos Santos. **BrModeloNext: Nova Versão de uma Ferramenta para Modelagem de Bancos de Dados Relacionais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS (SBBDD), 16., 2011, Florianópolis. BrModeloNext. Florianópolis: S.e., 2011. p. 1 - 7.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de Banco de Dados**. 6. ed. S.l: Bookman, 2009.

ISO (1997). ISO 9241-11: **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)**. Part 11 — Guidelines for specifying and measuring usability. Genève: International Organisation for Standardisation.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B.. **Fundamentals of database systems**. 4. ed. S.l: Addison-wesley, 2003.

FABFORCE (Org.). **DBDesigner**. Disponível em: <<http://www.fabforce.net/dbdesigner4/downloads.php>>. Acesso em: 25 set. 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (Org.). **EERCCase**. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/cin.ufpe.br/eercase/>>. Acesso em: 28 set. 2013.

QUEST SOFTWARE (Inc.). **Toad Data Modeler**. Disponível em: <<http://www.casestudio.com/enu/default.aspx>>. Acesso em: 02 out. 2013.

CA TECHNOLOGIES (Org.). **ERWin**. Disponível em: <<http://www.erwin.com/>>. Acesso em: 8 out. 2013.

Guedes, G. T. A. **UML - Uma Abordagem Prática**. Novatec, 2008.

Abreu, M.; Machado, F. N. R. **Projeto de Banco de Dados: Uma Visão Prática**. Erica, 1999.

Chen, P. P.-S. **The entity-relationship model—toward a unified view of data**. ACM Trans. Database Syst., v. 1, n. 1, p. 9–36, 1976.

NBR9241-11. **Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual** Parte 11: Orientações sobre usabilidade. Comissão de Ergonomia de Software, Rio de Janeiro, 2002.

NIELSEN, J.; MACK, R. **Usability Inspection Methods**. New York City: CHI '94 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. 1994. p.413-414.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. **Heuristic evaluation of user interfaces**. Toronto: CHI '90 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 1990. p. 249-256.

CÂNDIDO, Carlos Henrique. **BrModelo: FERRAMENTA DE MODELAGEM CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS**. 2005. 65 f. Tese (Mestrado) - Ufsc, Florianópolis, 2005.

SCHWABER, KEN. **Agile Project Management with Scrum**. [S.l.]: Microsoft Press, February 1, 2004.

JEFF SAURO. **Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS)** Disponível em: <<http://www.measuringusability.com/sus.php>>. Acesso em: 15 ago. 2013

DENIESE PIEROTTI. **Heuristic Evaluation - A System Checklist**. Disponível em: <<http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

BROOKE, J. (1996). "**SUS: a "quick and dirty" usability scale**". In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland. Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis.

TRAVASSOS, G. H. **Introdução a Engenharia de Software Experimental**. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

TECH SMITH (Org.). **Morae**. Disponível em: <<http://www.techsmith.com/morae.html>>. Acesso em: 15 out. 2013.

Anexos

Anexo A - Tabela Descrição das tarefas

Tabela 12: Descrição das tarefas

Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Criar entidade	Adicionar desenho na modelagem referente à entidade e abrir janela de propriedades da entidade.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Criar entidade
Freqüência de uso	Várias vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone da entidade.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Nenhuma.
Resultado da tarefa	Criação das entidades com propriedades devidamente preenchidas.
Risco resultante de erro	Mensagem de falha na barra de status.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Criar atributo	Adicionar desenho na modelagem referente ao atributo em alguma entidade.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Criar atributo
Freqüência de uso	Várias vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone do atributo.

Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Selecionar entidade ou relacionamento destino.
Resultado da tarefa	Criação do atributo na entidade.
Risco resultante de erro	Mensagem de erro informando que atributo deve estar associado a uma entidade ou relacionamento.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Criar especialização exclusiva	Adicionar desenho na modelagem referente a especialização exclusiva a uma entidade e abrir janela de propriedades da especialização.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Criar especialização exclusiva
Frequência de uso	Algumas vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone da especialização exclusiva.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Selecionar entidade destino da especialização.
Resultado da tarefa	Criação de duas entidades especializadas da entidade selecionada.
Risco resultante de erro	Mensagem de erro informando que especialização deve estar associada a uma entidade.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Promover atributo	Promover atributo a identificador, opcional ou multivalorado.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Promover atributo
Frequência de uso	Várias vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.

Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o atributo com um clique duplo e alterar seu tipo.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Nenhuma.
Resultado da tarefa	Modificar o tipo do atributo.
Risco resultante de erro	Nada será exibido.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Conectar entidades	Conectar entidades e criar um relacionamento.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Conectar entidades
Freqüência de uso	Várias vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone de conectar e escolher as duas entidades.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Selecionar duas entidades para conexão.
Resultado da tarefa	Definir um relacionamento entre entidades.
Risco resultante de erro	Mensagem de erro requisitando a seleção de duas entidades.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Ajustar o zoom	Alterar escala de visualização do modelo corrente.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Zoom
Freqüência de uso	Poucas vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.

Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone de zoom e ajustar para o desejado.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Nenhuma.
Resultado da tarefa	Modifica a escala de apresentação do modelo.
Risco resultante de erro	Nada será exibido.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Converter modelo conceitual para lógico	Realizar conversão do modelo conceitual para o lógico de acordo com as regras de mapeamento conceitual-relacional.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Conversão conceitual para lógico
Frequência de uso	Uma vez.
Duração da tarefa	Dependente do tamanho do projeto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone e de conversão e selecionar as opções desejadas.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Existir um modelo conceitual.
Resultado da tarefa	Apresentar opções de mapeamento e gerar modelo lógico.
Risco resultante de erro	Conversões errôneas, gerando um modelo lógico diferente do desejado pelo usuário.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Alternar entre modelos abertos	Apresentar o modelo requisitado.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Alternar modelos abertos

Freqüência de uso	Poucas vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas minimizar e maximizar janelas.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Existir mais de um modelo aberto.
Resultado da tarefa	Trocar o modelo corrente.
Risco resultante de erro	Nada será exibido.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Salvar modelagem	Armazenar a modelagem do usuário em disco.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Salvar
Freqüência de uso	Poucas vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone de salvar no menu.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Existir uma modelagem.
Resultado da tarefa	Criação em disco do arquivo no formato selecionado pelo usuário.
Risco resultante de erro	Mensagem de falha ao salvar a modelagem.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Criar tabela	Adicionar desenho na modelagem referente à tabela e abrir janela de propriedades da tabela.
Caracterização da tarefa	

Nome da tarefa	Criar tabela
Freqüência de uso	Várias vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone da tabela.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Nenhuma.
Resultado da tarefa	Criação da tabela com propriedades devidamente preenchidas.
Risco resultante de erro	Mensagem de falha ao criar tabela na barra de status.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Criar campo	Adicionar campo à tabela selecionada.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Criar campo
Freqüência de uso	Várias vezes.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone do campo.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Selecionar tabela destino.
Resultado da tarefa	Criação do campo na tabela destino.
Risco resultante de erro	Mensagem de erro requisitando a seleção de uma tabela.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Adicionar chave primária ou estrangeira	Adicionar chave primaria ou estrangeira a tabela selecionada.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Criar chave
Freqüência de uso	Várias vezes.

Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone da chave desejada.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Selecionar tabela destino.
Resultado da tarefa	Criação de uma chave na tabela destino.
Risco resultante de erro	Mensagem de erro requisitando a seleção de uma tabela.
Estrutura da Tarefa	
Intenção do usuário	Responsabilidade do sistema
Conversão da modelagem lógica para a física	Realizar conversão da modelagem lógica para a física de acordo com regras e respeitando a sintaxe SQL.
Caracterização da tarefa	
Nome da tarefa	Conversão modelagem lógica para física
Frequência de uso	Uma vez.
Duração da tarefa	Menos de 1 minuto.
Flexibilidade da tarefa	Baixa, apenas selecionar o ícone de conversão.
Demanda física e mental	Baixa.
Dependências da tarefa	Existir uma modelagem lógica.
Resultado da tarefa	Geração do esquema físico (SQL).
Risco resultante de erro	Conversões errôneas.

Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, concordo em participar do teste de usabilidade do aplicativo “brModeloNext” que tem como objetivo avaliar os requisitos de usabilidade do mesmo. A participação nesse estudo consiste em realizar uma tarefa do sistema e posteriormente expressar sua satisfação em relação ao uso do aplicativo. Declaro que fui devidamente informado(a) pelos pesquisadores(as) Osmar Guimarães de Oliveira e Rafael Amorim de Souza sobre os objetivos e procedimentos do estudo que serão utilizados e sobre a confidencialidade da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem precisar prestar esclarecimentos. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento.

Florianópolis, 16 de outubro de 2013.

(Assinatura Aluno)

(Assinatura Osmar G. de Oliveira)

(Assinatura Rafael A. de Souza)

Anexo C - Roteiro de Teste de Usabilidade

Roteiro de Teste de Usabilidade

Este teste de usabilidade tem por objetivo analisar se os requisitos de usabilidades especificados foram realmente atendidos e outros eventuais problemas.

Este roteiro é um simples exercício de modelagem de Banco de Dados de uma clínica médica. Ele será dividido em tarefas e o tempo demorado após realizar cada tarefa deverá ser anotado junto a ela.

obs: Vale lembrar que os alunos não estão sendo avaliados e sim o software.

1ª Tarefa: Criar entidade Pessoa.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

2ª Tarefa: Adicionar os atributos nome e idade a entidade Pessoa.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

3ª Tarefa: Criar especialização exclusiva a partir da entidade Pessoa, nomeando as novas entidades Paciente e Medico e nomeando a especialização como "Papel".

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

4ª Tarefa: Adicionar os atributos tipoSanguineo e CPF a entidade Paciente.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

5ª Tarefa: Promover o atributo CPF a atributo identificador.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

6ª Tarefa: Adicionar os atributos CRM e especialidade a entidade Medico.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

7ª Tarefa: Promover o atributo CRM a atributo identificador.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

8ª Tarefa: Criar entidade Consulta com atributo identificador idConsulta.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

9ª Tarefa: Conectar a entidade Paciente à entidade Consulta nomeando o relacionamento como Agenda e ajustando as cardinalidades para 1,1 ao lado de Paciente e 0,n ao lado de Consulta.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

10ª Tarefa: Adicionar o atributo data ao relacionamento Agenda.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

11ª Tarefa: Realizar a tarefa 9 de novo, porém entre as entidades Medico e Consulta, nomeando o relacionamento como Realiza.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

12ª Tarefa: Criar entidade PlanoSaude com atributo nome e o atributo identificador idPlano.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

13ª Tarefa: Conectar a entidade PlanoSaude com a entidade Paciente, nomeando o relacionamento como Possui e modificando as cardinalidades para 1,1 ao lado de PlanoSaude e 0,n ao lado de Paciente.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

14ª Tarefa: Criar entidade Clinica com os atributos nome e idClinica, sendo o último atributo identificador.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

15ª Tarefa: Conectar as entidades Clinica e Medico nomeando o relacionamento como Atendimento com ambas as cardinalidades 1,n.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

16ª Tarefa: Criar entidade UTI com o atributo qtdQuartos.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

17ª Tarefa: Conectar as entidades UTI e Clinica nomeando o relacionamento como Oferece modificando as cardinalidades para 1,1 ao lado de Clinica e 0,1 ao lado de UTI.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

18ª Tarefa: (Apenas brModeloNext) Ajuste o zoom para 75%.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

19ª Tarefa: Iniciar conversão conceitual->lógico(não escolher as opções ainda).

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

20ª Tarefa: (não necessita marcar tempo) Escolher as seguintes opções durante a conversão:

- Criar tabela apenas para as entidades especializadas.
- Excluir a tabela que possui cardinalidade opcional, agregando os seus atributos a tabela de maior cardinalidade.

21ª Tarefa: Retorne ao modelo conceitual e exclua a entidade UTI e seus relacionamentos.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

22ª Tarefa: Salve o modelo conceitual.

Conseguiu concluir (S/N): _____ Tempo necessário(segundos): _____

23ª Tarefa: (não necessita marcar tempo) Repita a tarefa 19 observando a diferença resultante do passo 20.

--- Modelo Lógico

24ª Tarefa: Criar tabela sistemaSaude.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

25ª Tarefa: Adicionar o campo nome à tabela sistemaSaude e a chave primária idSistema.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

26ª Tarefa: Conectar as tabelas Clinica e sistemaSaude alterando as cardinalidades para 1,1 ao lado de sistemaSaude e 1,n ao lado de Clinica.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

27ª Tarefa: Adicionar chave estrangeira na tabela Clinica referente a tabela sistemaSaude

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

28ª Tarefa: Realizar conversão modelo lógico para o modelo físico.

Conseguiu concluir (S/N): _____

Tempo necessário(segundos): _____

Anexo D - Questionário SUS (System Usability Scale)

System Usability Scale

	Discordo				Concordo
	100%				100%
1. Eu penso que usarei este sistema freqüentemente	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
2. Eu achei o sistema desnecessariamente complexo	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
3. Achei que foi fácil de usar o sistema	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
4. Eu penso que precisaria de ajuda para utilizar este sistema	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
5. Achei que as funções estavam bem integradas	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
6. Achei que havia muita inconsistência nesse sistema	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
7. Acredito que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente *	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
8. Tive muito incomodo em usar este sistema *	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
9. Senti muito seguro em utilizar este sistema	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
10. Eu precisarei aprender muitas coisas antes de utilizar este sistema *	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5

11. O que eu mais gostei no sistema .

R: _____

12. O que eu menos gostei no sistema.

R: _____

13. Sugestões de melhorias para o sistema.

R: _____