



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

FELIPE BARRETO SILVA

**APLICAÇÃO DA MODELAGEM ENTIDADE-RELACIONAMENTO
VISANDO A PROPOSTA DE UM BANCO DE DADOS PARA O
GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS DE ENGENHARIA NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

FORTALEZA

2012

FELIPE BARRETO SILVA

**APLICAÇÃO DA MODELAGEM ENTIDADE-RELACIONAMENTO
VISANDO A PROPOSTA DE UM BANCO DE DADOS PARA O
GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS DE ENGENHARIA NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. João Vitor Moccellin.

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S58a Silva, Felipe Barreto.
Aplicação da modelagem entidade-relacionamento visando a proposta de um banco de dados para o gerenciamento de mudanças de engenharia no desenvolvimento de produtos / Felipe Barreto Silva. – 2012. 77 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2012.
Orientação: Prof. Dr. João Vitor Moccellin.
1. Modelagem entidade-relacionamento. 2. Mudanças de Engenharia. 3. Processo de desenvolvimento de produtos. I. Título.

CDD 658.5

FELIPE BARRETO SILVA

**APLICAÇÃO DA MODELAGEM ENTIDADE-RELACIONAMENTO
VISANDO A PROPOSTA DE UM BANCO DE DADOS PARA O
GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS DE ENGENHARIA NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Vitor Moccellini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Belo Torres (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu forças para continuar o meu caminho mesmo quando este não se apresentava de forma clara.

A minha família que me forneceu base e me apoiou durante em todos esses anos de faculdade e de vida.

A todos meus amigos, sem o suporte deles muitas coisas não seriam possíveis.

A meus amigos do trabalho Luciano Fernandes e Bruno Carvalho, sem eles não seria possível terminar a faculdade no tempo hábil e nem criar o Estudo de Caso.

Ao Prof. Dr. João Vitor Moccellini pela disponibilidade e orientação durante a realização desta monografia.

Ao Prof. Dr. Rogério Mâsih pela paciência e orientação durante as aulas de Metodologia Científica a qual permitiu a total realização deste trabalho.

A todas as pessoas que de alguma forma me influenciaram durante todos esses anos.

RESUMO

Esse trabalho consiste em aplicar a modelagem Entidade-Relacionamento para a construção de um banco de dados para o processo de Gerenciamento Mudanças de Engenharia no Desenvolvimento de Produtos. Primeiramente, o Estudo iniciou com a revisão bibliográfica de Sistemas de Informações Gerenciais, Modelagem Entidade-Relacionamento e Desenvolvimento de Produtos. A partir disto, foram identificadas as três etapas da modelagem, Projeto Conceitual, Projeto Lógico e o Projeto Físico, e aplicadas em uma empresa do setor automobilístico no Estudo de Caso. Esta utilizava o processo de Gerenciamento de Mudanças de Engenharia como apoio ao desenvolvimento de componentes para o produto principal. Como resultado obteve-se o diagrama de Entidades-Relacionamentos contento todas as funções necessárias para a manutenção e atualização do processo. Na avaliação inicial, foram identificados 7 controles ou entidades, que correspondiam a planilhas de Microsoft Excel, e 184 atributos. A partir da proposta, utilizou-se apenas 16 entidades e 83 atributos como resultado final. Conclui-se, então, que a aplicação da modelagem para Banco de Dados contribui para a racionalização do trabalho em ambientes dinâmicos.

Palavras-chave: Modelagem Entidade-Relacionamento, Mudanças de Engenharia, Processo de Desenvolvimento de Produtos.

ABSTRACT

This work applies the Entity-Relationship Modeling to propose a database for Engineering Changes Management in the Product Development Process (NPD). First, the study began with a literature review of Management Information Systems, Entity Relationship Modeling and New Product Development. Thus, were identified the three stages of modeling, Conceptual Design, Logical Design and Physical Design and applied in the Case Study for an Automotive Industry. There the Engineering Changes Management process was used to support the development of components for the main product. Nevertheless, the Entity-Relationship Diagram was obtained as study result and all the process functions necessary for the maintenance and update were considered. From the indicial evaluation, there were seven controls or entities, which corresponding to Microsoft Excel spreadsheets, and 184 attributes. After this proposal, the process will use 16 entities and 83 attributes as the final result. Therefore, it was concluded the application of the Entity-Relationship Modeling to database contributes to the work's rationalization in dynamic environments.

Keywords: Entity-Relationship Modeling, Engineering Changes Management, Product Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Funções de um sistema de informação.....	18
Ilustração 2 - Níveis de uma empresa.	20
Ilustração 3 - Exemplo de Entidade-Relacionamento.....	24
Ilustração 4 - Exemplo de relacionamento 1:1.....	25
Ilustração 5 - Exemplo de relacionamento 1:N.....	25
Ilustração 6 - Exemplo de relacionamento N:N.....	26
Ilustração 7 - Exemplo de relacionamento N:N dividido em dois 1:N.....	26
Ilustração 8 – Auto-Relacionamento.....	27
Ilustração 9 – Generalização/Especialização.....	27
Ilustração 10 - Exemplo de Chave Primária.....	29
Ilustração 11 - Exemplo de Chave estrangeira.....	30
Ilustração 12 - Exemplo de tabela.....	33
Ilustração 13 - Exemplo de tabela na 1FN.....	33
Ilustração 14 - Exemplo de tabela na 2FN.....	34
Ilustração 15 - A relação F e duas possíveis decomposições.....	35
Ilustração 16 - Visão geral do modelo de referência.....	37
Ilustração 17 - Fases e atividades do processo de ECM.	39
Ilustração 18 – Processo de Gerenciamento de Mudanças de Engenharia.....	48
Ilustração 19 – Entidades Item e Formulário de Produto.....	53
Ilustração 20 – Entidades Fornecedor e Item.....	54
Ilustração 21 – Entidades Projeto e Item.....	54
Ilustração 22 – Entidades Solicitação de Compras e Item.....	54
Ilustração 23 – Entidades Fornecedor e Solicitação de Compras.....	54
Ilustração 24 – Entidade Controle de Logística e Formulário de Produto.....	55
Ilustração 25 – Entidades Formulário de Produto e Aprovação.....	55
Ilustração 26 – Entidades BOM, Item e Formulários de Produto e Aprovação.....	55
Ilustração 27 – Entidades de Controle de Custos.....	56
Ilustração 28 – Entidades Item e Formulário de Produto.....	57
Ilustração 29 – Entidades Item, Formulário de Produto e Aprovação e o BOM.....	58
Ilustração 30 – Entidades Item, Fornecedor e Projeto.....	59
Ilustração 31 – Entidades Item, Fornecedor e Solicitação de Compras.....	60

Ilustração 32 - Entidades de Controle de Custos	61
Ilustração 33 – Diagrama Final	63
Ilustração 34 – Entidade Projeto	64
Ilustração 35 – Entidade Utilização	64
Ilustração 36 – Entidade FORNE_ITEM	64
Ilustração 37 – Entidade Fornecedor.....	65
Ilustração 38 – Entidade Resposta_Forne	65
Ilustração 39 – Entidade Solic_Compras	65
Ilustração 40 – Entidade Montagem	65
Ilustração 41 – Entidade Item	66
Ilustração 42 – Entidade Rel_Item_Form	66
Ilustração 43 – Projeto Físico das Entidades.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de nomenclatura de atributos.....	28
Quadro 2 - Exemplos de Entidade e Atributos	28
Quadro 3 – Principais Elementos do BPMN	47
Quadro 4 – Controles identificados no Estudo de Caso	49
Quadro 5 – Atributos identificados no Formulário de Produto	49
Quadro 6 - Atributos identificados na Lista de Controle Logística	50
Quadro 7 - Atributos identificados na Lista de Compras	50
Quadro 8 - Atributos identificados na Lista de Manufatura	51
Quadro 9 - Atributos identificados na Lista de Finanças.....	51
Quadro 10 - Atributos identificados no Formulário de Aprovação.....	52
Quadro 11 - Atributos identificados no BOM	52
Quadro 12 – Entidades Identificadas no Processo.....	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos.....	12
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	12
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Metodologia da Pesquisa	15
1.3.1	<i>Classificação da Pesquisa</i>	15
1.3.2	<i>Etapas da Pesquisa</i>	15
1.4	Resultados Esperados	16
1.5	Estrutura do Trabalho	16
2	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GERENCIAL	17
2.1	Conceitos Básicos	17
2.2	Sistemas de Informação	18
2.3	Tipos de Sistemas de Informações nas Organizações	19
2.3.1	<i>Sistema de Processamento de Transações (SPTs)</i>	20
2.3.2	<i>Sistemas de Informações Gerenciais (SIG)</i>	21
2.3.3	<i>Sistema de Apoio à decisão (SAD)</i>	21
2.3.4	<i>Sistema de Apoio Executivo (SAE)</i>	22
2.4	Projeto de Bancos de Dados	22
2.4.1	<i>Modelagem Entidade-Relacionamento (MER)</i>	23
2.4.2	<i>Projeto Conceitual</i>	31
2.4.3	<i>Projeto Lógico</i>	31
2.4.4	<i>Projeto Físico</i>	36
2.5	Sistema de Informação no Processo de Desenvolvimento de Produtos	36
2.5.1	<i>Etapas de Desenvolvimento de Produtos</i>	36

3	ESTUDO DE CASO.....	40
3.1	Planejamento do Estudo de Caso.....	40
	Etapa 1 – Caracterização da Empresa.....	40
	Etapa 2 – Descrição do processo em Estudo	40
	Etapa 3 – Obter dados do processo.....	40
	Etapa 4 – Projeto Conceitual	41
	Etapa 5 – Projeto Lógico	41
	Etapa 6 – Projeto Físico.....	41
3.2	Desenvolvimento do Estudo de Caso	41
	Etapa 1 - Caracterização da Empresa	41
	Etapa 2 - Descrição do Processo em estudo	44
	Etapa 3 – Obter dados do processo.....	49
	Etapa 4 – Projeto Conceitual	53
	Etapa 5 – Projeto Lógico	56
	Etapa 6 – Projeto Físico.....	64
3.3	Considerações Finais do Estudo de caso	68
4	CONCLUSÕES	69
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICE A – Dicionário de Dados do Estudo de Caso.....	73

1 INTRODUÇÃO

Para competir no mercado globalizado as exigências às empresas estão mais acentuadas em relação ao atendimento das diversas normas de qualidade e as expectativas dos clientes. Desta forma, o processo de Desenvolvimento de Produtos tornou-se uma ferramenta estratégica para o lançamento de produtos ao mercado.

Aliado a isso, as empresas devem gerir um grande número de informações necessárias para o lançamento de produtos, tais como: Nível de produção, custos, investimentos, mix de produção, layout, fornecedores e clientes, normas e mercados-alvos a serem atingidos. Além disso, o mercado exige que as empresas lidem com este número de informações em um ciclo cada vez maior, pois os produtos são lançados em períodos de tempo decrescente, forçando um rápido e constante desenvolvimento.

Neste contexto, os Sistemas de Informações Gerenciais são utilizados para apoiar o processo de Desenvolvimento de Produtos por meio do armazenamento e da análise de informações. Por exemplo, em alguns casos, pesquisas de marketing são realizadas para se identificar as necessidades dos clientes. Esses dados são analisados através de métodos pré-selecionados gerando informações importantes para o direcionamento produto ao mercado. Todavia, caso não atender as necessidades dos clientes o produto pode se tornar um fracasso de vendas, o que ocasionaria perdas de investimentos.

Esses sistemas também são utilizados para o monitoramento e análise dos processos correntes visando à melhoria contínua de diversos níveis organizacionais. Um processo deve ser analisado constantemente para o cumprimento do objetivo empresarial. Melhorias devem ser introduzidas quando um processo não atende mais este objetivo. Logo, o monitoramento auxilia uma resposta mais rápida, pois não é necessário levantar os dados para depois serem analisados.

Com isso, os Bancos de Dados tornaram-se imprescindíveis dentro das organizações. Estes consistem em estruturas eletrônicas organizadas segundo uma lógica empresarial com o objetivo de manter dados importantes de diversos processos organizacionais. Uma vez necessária, a estrutura do Banco de Dados permite a verificação do histórico de um processo. Um exemplo disto ocorre quando se analisa o comportamento da demanda armazenada durante os últimos dois anos.

Também, é possível monitorar os dados de alguma melhoria introduzida a partir de uma solução encontrada para um determinado problema. Por exemplo, a implementação de uma ferramenta para acelerar o Desenvolvimento de Produtos pode ser analisada através dos dados coletados do processo e sendo comparados aos dados históricos.

Além disso, existem casos em que os clientes reclamam de algum aspecto da qualidade do produto. Os dados devem ser armazenados e analisados. Caso este problema apresente incidência acima do permitido pelo mercado ou legislação, medidas de correções devem ser tomadas.

A depender do produto e da empresa, uma forma de fazer isto é através do Gerenciamento de Mudanças de Engenharia, que auxilia na administração das propostas para resolução do problema, aprovação e implementação da solução na linha de produção. Este gerenciamento também é utilizado como processo de apoio para viabilizar os componentes dos produtos em desenvolvimento, visando distribuir as informações da engenharia para áreas funcionais como: Compras, Manufatura, Finanças e Logística. Com isso, torna-se um dos processos fundamentais dentro da empresa.

Contudo, é comum encontrar empresas que estruturam dados a serem armazenados, a fim de auxiliar na tomada de decisões dentro do desenvolvimento de produtos. Mas como propor um banco de dados para o processo de Mudanças de Engenharia?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Propor um banco de dados para o gerenciamento de mudanças de engenharia no desenvolvimento de produtos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as etapas do Projeto de Banco de Dados
- Definir os dados de processo necessários para o Banco de Dados.
- Aplicar o modelo de projeto de Banco de Dados.

1.2 Justificativa

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é imprescindível para a sobrevivência das empresas automobilísticas. A importância advém da agilidade necessária do lançamento de novos produtos para o mercado, forçando as empresas a desenvolverem produtos em ciclos menores e lidar com grande conjunto de informações.

Primeiramente, o PDP determina a alocação de 85% dos recursos necessários para todo o ciclo de vida do produto. Nas fases iniciais as incertezas são maiores, pois o nível de informação é insuficiente para a tomada de decisão. Todavia, os gestores são obrigados a fazê-la para não atrasar o lançamento (ROZENFELD, 2006).

Além disso, nota-se que as empresas automobilísticas estão adotando estratégias de desenvolvimento de produtos globais, visando reduzir o número de centros de Engenharia e plataformas de produção, implicando em redução de custos, aumento da competitividade e padronização de design de produtos.

Durante o desenvolvimento muitos componentes são alterados para atender necessidades de qualidade, custo, tempo, entre outros. Para isto, as empresas utilizam um processo de apoio ao PDP chamado de Gerenciamento de Mudanças de Engenharia (GME).

Normalmente, esse processo envolve muita informação, pouco valor agregado e várias áreas da empresa. Neste contexto, o GME deve ser bem estruturado para que as informações fluam através do processo. Como envolve muitas áreas torna-se muito burocrático, principalmente para aprovar alterações em um determinado

componente, pois necessita de informações de composição, custos, investimentos, formulários, assinaturas e outras informações.

Também, vários parâmetros devem ser medidos sem necessidade, pois não há agilidade e entendimento entre as áreas envolvidas. Junto a isso, existe a multiplicação de informações necessárias para que as áreas possam filtrar o trabalho apenas na respectiva responsabilidade.

Desta forma, existem excessos de atualização de planilhas eletrônicas. Como, normalmente encontram-se equipes reduzidas no PDP, há redução do tempo total disponível para analisar problemas complexos e tomar decisões importantes, pois devido o GME ser um processo dinâmico, existe perda de tempo para a atualização e manutenção deste processo.

Logo, a pesquisa iniciada neste trabalho é justificada por: Padronização da informação e disponibilização destas para todas as áreas envolvidas no PDP; Diminuição do número de parâmetros necessários para a atualização e manutenção do processo implicando na racionalização do trabalho envolvido no GME; Obtenção de relatórios com o último nível de informação, como o *Bill of Material* (BOM) que corresponde à lista de todos os materiais que a Engenharia desenvolve para o produto e entrega para a Manufatura e Compras após o processo de desenvolvimento.

1.3 Metodologia da Pesquisa

1.3.1 Classificação da Pesquisa

Primeiramente, utilizou-se a Pesquisa Qualitativa para a observação do processo em um ambiente empresarial. Houve o registro detalhado deste processo, assim como a análise e interpretação dos dados encontrados durante a pesquisa.

Foi estabelecida a Pesquisa Descritiva com finalidade de observar, registrar e analisar o problema no processo por meio da obtenção de dados, construção do fluxograma do processo, entre outras ferramentas.

Quanto aos procedimentos técnicos foram utilizadas a Pesquisa Bibliográfica, Documental e o Estudo de Caso.

A Pesquisa Bibliográfica foi realizada através de consultas a livros, artigos, teses e periódicos buscando conceituar os Sistemas de Informação Gerenciais, Modelagem de Banco de Dados e Desenvolvimento de Produtos.

A Pesquisa Documental foi utilizada no Estudo de Caso e visa coletar dados referentes a áreas envolvidas, formulários e planilhas existentes, tipos de datas para controle, estimativas e cotações de peças, código de peças, dentre outras informações necessárias.

Para o Estudo de Caso, foi selecionada uma Empresa que reúna as seguintes características: Possuir um modelo de Desenvolvimento de Produtos; Desenvolvendo um produto através deste modelo; As peças devem ser gerenciadas pelo processo de liberação e aprovação conhecido como Gerenciamento de Mudanças de Engenharia; Envolver áreas como Logística, Manufatura, Compras, Finanças e Engenharia.

1.3.2 Etapas da Pesquisa

As etapas da pesquisa estão divididas em: Caracterização da Empresa, descrição do processo em Estudo, obter os dados de processo, seguidos das etapas de projeto de Banco de Dados, o projeto Conceitual, o projeto Lógico e o projeto Físico. Todos estão listados abaixo:

Etapa 1 – Caracterização da Empresa

Etapa 2 – Descrição do processo em Estudo

Etapa 3 – Obter dados do processo

Etapa 4 – Projeto Conceitual

Etapa 5 – Projeto Lógico

Etapa 6 – Projeto Físico

1.4 Resultados Esperados

Os resultados esperados com a proposta do Banco de Dados consistem em: Diminuir os atributos necessários para a manutenção e atualização do processo; Liberar um engenheiro da função de atualizar a lista de peças; Relatórios mais precisos e disponíveis com o último grau de informação quando necessários; Padronizar as informações e disponibilizá-las a quem necessite.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho é estruturado em quatro capítulos correspondendo ao: Capítulo 1 – Introdução; Capítulo 2 – Referencial Teórico; Capítulo 3 – Estudo de Caso; Capítulo 4 – Conclusões; e, Referências Bibliográficas.

2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GERENCIAL

2.1 Conceitos Básicos

Hoje, o mercado exige que as organizações possuam uma gestão eficiente e eficaz. Para isso, várias ferramentas foram criadas para auxiliar e facilitar o uso de recursos e tomada de decisões.

Neste contexto, de acordo com Oliveira (1992) *apud* Bazzotti (2007), a informação auxilia no processo decisório, pois quando devidamente estruturada associa os diversos subsistemas e auxilia a empresa a implementar os objetivos. Quanto maior a complexidade das organizações, maior a importância das informações em seus níveis operacional, tático e estratégico. (FREITAS *et al.* (1997) *apud* BAZZOTTI)

Logo, as empresas estruturam Bancos de Dados para organizar e registrar informações dos processos para analisá-los quando necessário. As informações destas análises são utilizadas para auxiliar a tomada de decisão em vários níveis de gerência da organização. O Banco de Dados consiste em um conjunto de arquivos relacionados entre si que contem qualquer tipo de registro (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 139).

Neste ponto, diferenciam-se dados de informações. Dados são sequências de fatos brutos que representam eventos que ocorrem nas organizações ou meio ambiente. Informações representam uma forma significativa dos dados (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 9).

Contudo, as informações direcionarão a empresa para o cumprimento dos objetivos, por meio do monitoramento e intervenção do processo. Elas podem estar estruturadas em Sistemas de Informação. Para Laudon e Laudon (2007, p. 27), estes sistemas são considerados uma solução para diversos tipos de desafios e problemas empresariais e representam uma combinação de elementos humanos organizacionais e tecnológicos.

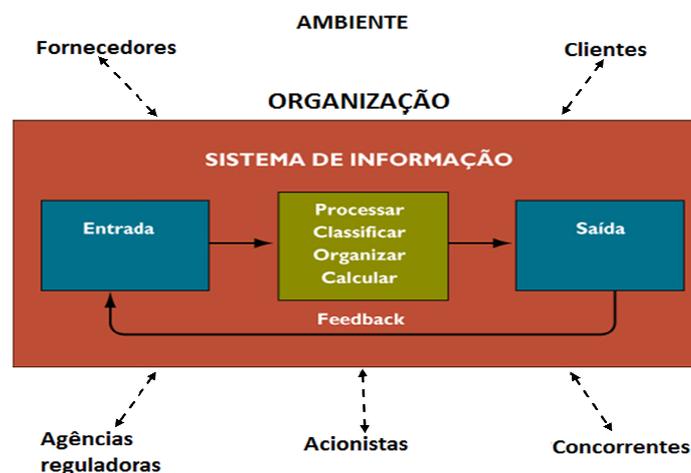
2.2 Sistemas de Informação

Laudon e Laudon (2007, p. 9) definem os Sistemas de Informação como:

“... conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização.”

Para auxiliar a tomada de decisão, os Sistemas de Informações devem possuir três atividades básicas: Entrada, responsável por coletar de dados brutos do sistema, Processamento, converte os dados em informação significativa, e Saída, transfere as informações às pessoas. O *feedback* é a informação que retorna para alguns membros da organização para corrigir o estágio de entrada (LAUDON E LAUDON, 2007, p. 9). O processo é representado pela Ilustração 1, abaixo.

Ilustração 1 - Funções de um sistema de informação



Fonte: Laudon e Laudon (2007, p. 10).

A partir desse processo, as organizações utilizam os Sistemas de Informação como uma importante solução de problemas. Então, objetiva-se alcançar maiores níveis de eficiência e produtividade nas operações, criar novos produtos e serviços, aumentar o conhecimento e o relacionamento com clientes e fornecedores, conforme Laudon e Laudon (2007, p. 6) exemplificam abaixo:

- a) Excelência operacional visando melhorar a eficiência e produtividade a fim de garantir uma maior lucratividade;
- b) Novos produtos, serviços e modelos de negócio conduzindo a empresa à inovação ou ao foco de mercado;
- c) Relacionamento mais estreito com clientes e fornecedores diminuindo o tempo de resposta;
- d) Melhor tomada de decisões devido a disponibilidade de informações na hora certa;
- e) Vantagem competitiva seja entregando novos produtos ou serviços, seja estreitando o relacionamento com os clientes, ou seja, cumprir os objetivos organizacionais; e
- f) Sobrevivência organizacional em relação a sua imprescindibilidade à prática dos negócios.

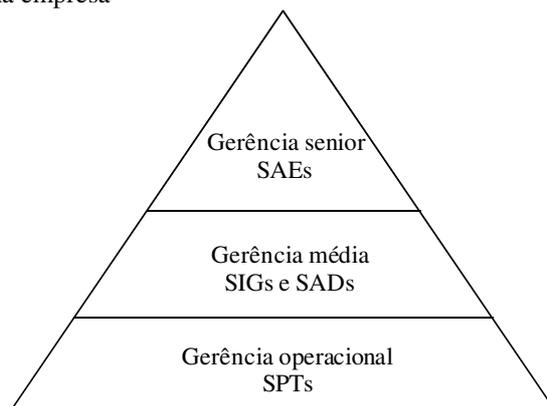
Cada empresa precisa lidar com o próprio ambiente, respondendo as mudanças por meio da análise dos dados contidos em Sistemas de Informações e propondo soluções. Hoje, as informações são compartilhadas entre os fornecedores, clientes e acionistas, facilitando a resposta ao mercado (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 62).

Existem vários tipos de sistemas de informação. Eles estão diretamente ligados aos níveis de gerenciamento dentro das organizações. Os principais tipos serão descritos no próximo tópico.

2.3 Tipos de Sistemas de Informações nas Organizações

Os sistemas de informações auxiliam os gerentes de diversos níveis organizacionais a administrar a empresa. Existem três tipos principais de grupos que utilizam os Sistemas de Informações, de acordo com Laudon e Laudon (2007, p. 47): Gerentes Operacionais; Gerentes Médios e Gerentes Seniores.

Ilustração 2 - Níveis de uma empresa



Fonte: Adaptado de Laudon e Laudon (2007, p. 40).

Com isso, os Sistemas de Processamento de Transações (STPs) estão na base da pirâmide conforme se observa na Ilustração 2. Estes permitem a monitoração de operações básicas internas e são responsabilidade da Gerência operacional.

Por seguinte, os Sistemas de Informação Gerenciais (SIGs) e Sistemas de Apoio à Decisão (SADs) são de responsabilidade da Gerência média e permitem a leitura de relatórios e o processamento de decisões não usuais, respectivamente.

Por último, os Sistemas de Apoio executivo (SAEs) abordam questões de longo prazo, que estão na rotina de decisão de Gerentes seniores. Cada tipo de Sistema de Informação será abordado detalhadamente nos subtópicos seguintes.

2.3.1 Sistema de Processamento de Transações (SPTs)

De acordo com Laudon e Laudon (2007, p. 47), a nível operacional, um SPT objetiva-se em realizar, registrar e monitorar o fluxo de informações de atividades básicas necessárias ao funcionamento das empresas. Exemplos são os registros de pedidos de vendas, quantidade em estoque e os sistemas de reservas de hotel.

A automatização dos trabalhos repetitivos e rotineiros comuns aos negócios da empresa agiliza e facilita a realização dos trabalhos, conforme o explicado por Bazzoti *et al.* (2007). Um exemplo comum encontrado em muitas empresas são as folhas de pagamento.

2.3.2 Sistemas de Informações Gerenciais (SIG)

Para Batista (2004, p. 22) *apud* Bazzoti *et al.* (2007), a definição de sistema de informação gerencial:

“É o conjunto de tecnologias que disponibilizam os meios necessários à operação do processamento dos dados disponíveis. É um sistema voltado para a coleta, armazenagem, recuperação e processamento de informações usadas ou desejadas por um ou mais executivos no desempenho de suas atividades. É o processo de transformação de dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da empresa proporcionam a sustentação administrativa para otimizar os resultados esperados.”

Segundo Laudon e Laudon (2007, p. 48) o objetivo dos SIGs é transformar a informação registrada nos SPTs em relatórios que proporcionam o entendimento sobre o desempenho corrente da organização e visa auxiliar na monitoração e controle, além de poder prever desempenho futuro.

Para Meneghetti, fornecem a base de fatos ao invés de opiniões para explicar problemas e dar alternativas às possíveis soluções. Na tomada decisão fornecem informações e meios de monitorar resultados. Sistemas de Controle Estatístico, Sistemas de Relatórios Gerenciais são exemplos de SIG.

Laudon e Laudon (2007, p. 307) exemplificam que os resultados das vendas anuais de produtos específicos podem ser comparados com as metas planejadas. Os SIGs produzem relatórios fixos, programados para periodicidades definidas e abordam problemas estruturados.

Os sistemas de informação gerencial mudam constantemente para atender o dinamismo dos negócios, o que vai de encontro à necessidade de qualquer organização para sobreviver no mercado (BAZZOTTI *et al.*, 2007).

2.3.3 Sistema de Apoio à decisão (SAD)

Para Laudon e Laudon (2007, p. 48), os SADs auxiliam os gerentes médios a tomar decisões de problemas não usuais para quais não existe procedimento de resolução predefinido. Utilizam informações contidas nos SPTs e SIGs e de fontes

externas em modelos de análise e buscam respostas para problemas. Por exemplo, o impacto na programação de produção com o aumento das vendas.

Conforme o mesmo autor, os SADs são o apoio para problemas não estruturados ou semi-estruturados. São fundamentados de maneira a combinar a interface de usuário com a teoria ou modelo analítico. Os mais atuais utilizam a orientação por dados ao invés de modelos. Apoiam a tomada de decisão extraindo informações escondidas em grandes quantidades de dados (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 308).

2.3.4 Sistema de Apoio Executivo (SAE)

Conforme Laudon e Laudon (2007, p. 50), os SAEs auxiliam a alta gerência na tomada de decisões de questões estratégicas e tendências de longo prazo, tanto da empresa como do ambiente externo. Eles filtram informações registradas nos SIGs e SADs e mostram apenas os mais relevantes para um determinado problema.

Também, ajudam a controlar o desempenho organizacional, monitorar as atividades de concorrência, identificar alterações nas condições de mercado, detectar problemas e oportunidades. Alguns SAEs utilizam painéis digitais para monitorar as atividades essenciais para a empresa. Estes apresentam indicadores-chaves de desempenho em forma de gráficos e tabelas. (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 312).

2.4 Projeto de Bancos de Dados

De acordo com Soares (2003, p. 3 a 6), um Banco de Dados corresponde a coleção de dados que possui uma determinada lógica. Ou seja, uma série de dados dispostos em uma ordem predeterminada em função de um sistema.

Os Sistemas de gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) são os responsáveis pela manutenção destes dados. Consistem em programas que permitem os usuários a definir, construir e manipular bases de dados. As características de um SGBD segundo Soares (2003, p. 6) são:

- a) Controle de redundâncias para eliminar o armazenamento de uma mesma informação em locais diferentes;
- b) Compartilhamentos de dados entre os usuários do sistema;
- c) Controle de acesso para restringir o conjunto de informações que uma pessoa pode acessar ou modificar;
- d) O interfaceamento ou formas de acesso gráfico;
- e) A esquematização para possibilitar a compreensão dos relacionamentos existentes nas tabelas visando uma futura manutenção;
- f) Controle de integridade para impedir que aplicativos ou interfaces possam comprometê-la; e
- g) Possibilidade de recuperação de dados através de Back-ups.

Logo, utiliza-se uma linguagem de modelagem de dados para propor um Banco de Dados. Este modelo possui três etapas: Projeto Conceitual, Projeto Lógico e Projeto Físico. Os três estão correlacionados entre si (SOARES, 2003, p. 14).

Conforme Laudon e Laudon (2007, p. 140), para o projeto de banco de dados, o modelo relacional é o mais utilizado. Este organiza os dados em tabela bidimensionais com colunas e linhas. O mesmo será o objeto de estudo do próximo tópico.

2.4.1 Modelagem Entidade-Relacionamento (MER)

Para Gane (1988, p. 8), a Modelagem Entidade-Relacionamento (MER) analisa como a estrutura de dados deve ser armazenada. Para isso, necessita-se identificar quais as entidades de interesse e quais os dados devem ser armazenados.

As entidades podem se caracterizar de duas maneiras. A primeira como objetos, que persistem através do tempo, e a segunda como eventos, que ocorrem em um momento específico. Cada representará pelo menos uma tabela ou um armazém de dados (GANE, 1988, p. 67).

A MER é classificada como um modelo de dados semântico, pois existe uma representação explícita das entidades e relacionamentos. Assim, corresponde a um modelo gráfico do processo real o qual se deseja construir o banco de dados visando guardar informações (SOARES, 2003, p. 14 e 15).

Ilustração 3 - Exemplo de Entidade-Relacionamento



Fonte: Soares (2003, p.18)

A Ilustração 3 mostra como são representados os modelos gráficos de Entidades-Relacionamentos. O retângulo é utilizado para representar as entidades. O losango representa os Relacionamentos.

Conforme Soares (2003, p. 18), os Relacionamentos são definidos como a associação entre os objetos, indicando uma interdependência entre eles. Conforme a Ilustração 3, a relação entre as entidades Departamento e Pessoa é a Lotação.

Contudo, os tipos de relacionamentos irão definir a estrutura lógica da modelagem, junto a as entidades por meio dos atributos e das chaves primárias armazenadas. Todos serão caracterizados nos tópicos seguintes.

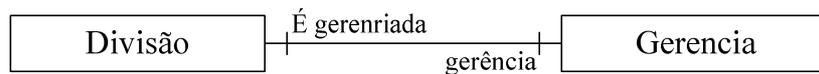
2.4.1.1 Tipos de relacionamentos

Após identificar as entidades necessárias para o sistema em Estudo e formar a relação entre elas, classifica-se o tipo de relacionamento existente. De acordo com Gane (1988, p. 68), existem três tipos de relacionamentos entre objetos: Um-para-um (1:1); um-para-muitos (1:N); muitos-para-muitos (N:N).

2.4.1.1.1 Relacionamentos um-para-um (1:1)

Segundo Gane (1988, p. 70), A notação um-para-um (1:1) é utilizada para indicar unicidade entre duas entidades. A Ilustração 4 abaixo deve ser lida como cada divisão é gerenciada por um único gerente ou cada gerente administra uma única divisão.

Ilustração 4 - Exemplo de relacionamento 1:1



Fonte: Gane (1988, p. 68).

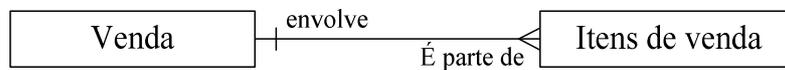
Quando ocorrer esse relacionamento, deve ser questionado se as duas entidades são distintas ou podem ser unidas. A implicação em unir as duas entidades é se a Divisão for gerenciada por mais de um gerente o sistema aceitará a duplicidade. Então, a lógica é perguntar se um dia esta relação pode se tornar um-para-muitos. (GANE, 1988, p. 72).

Korth *et al.* (2006) *apud* Araujo (2008) definem este tipo de relacionamento como sendo uma relação entre a instância em “A” que está associada com no máximo uma instância em “B”, e uma instância em “B” está associada com no máximo uma instância em “A”;

2.4.1.1.2 Relacionamentos um-para-muitos (1:N).

O próximo tipo de relacionamento consiste em um-para-muitos (1:N). Este indica uma repetição de informação de uma Entidade por outra. Na Ilustração 5 abaixo, observa-se que uma venda pode envolver um ou mais itens ou cada um deste é parte de uma venda.

Ilustração 5 - Exemplo de relacionamento 1:N



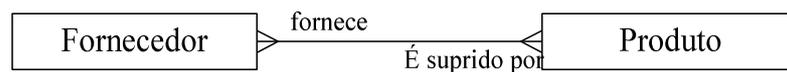
Fonte: Gane (1988, p. 68).

Korth *et al.* (2006) *apud* Araujo (2008) definem esse tipo de relacionamento como uma instância em “A” está associada a qualquer número de instâncias em “B”, e uma instância em “B” pode estar associado no máximo uma instância em “A”.

2.4.1.1.3 Relacionamentos muitos-para-muitos (N:N).

No caso de relacionamento muitos-para-muitos (N:N), sempre ocorre a simplificação deste em dois um-para-muitos, inserindo uma entidade de intersecção do fluxo de dados entre as duas entidades originais (GANE, 1988, p. 74).

Ilustração 6 - Exemplo de relacionamento N:N



Fonte: Gane (1988, p. 68).

Logo, de acordo com Gane (1988, p. 74), cria-se uma nova Entidade para receber e armazenar a concatenação de dados do fornecedor e do produto, conforme se observa na Ilustração 7 a seguir. Isto implica em dados exclusivos para identificar esta nova entidade.

Ilustração 7 - Exemplo de relacionamento N:N dividido em dois 1:N



Fonte: Gane (1988, p. 75).

Korth *et al.*(2006) *apud* Araujo (2008) definem que uma instância em “A” está associada a qualquer número de instâncias em “B” e vice-versa. Alguns autores preferem chamar esta cardinalidade de m:n, por considerar que podem representar valores diferentes.

2.4.1.1.4 Auto-Relacionamento

Existem casos em que a Entidade possui o relacionamento com ela mesma. Segundo Heuser (1998), o Auto-relacionamento ocorre entre atributos de uma mesma Entidade adicionando o conceito de papel. Na Ilustração 8, a Entidade PESSOA possui

o relacionamento de casamento. Uma pessoa pode exercer o papel de marido e outra exercer o papel de esposa. Nestes casos, deve ocorrer o auto-relacionamento.

Ilustração 8 – Auto-Relacionamento

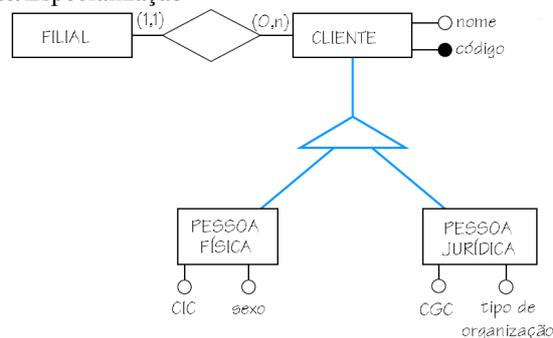


Fonte: Heuser (1998).

2.4.1.1.4 Especialização

Heuser (1998) define que a especialização é o conceito relacionado com a transferência de propriedades entre uma entidade e um subconjunto especializado. O triângulo isósceles é utilizado para representar isto, conforme observa-se a Ilustração 9. A entidade Cliente é dividida em dois subconjuntos, Pessoa Física e Pessoa Jurídica.

Ilustração 9 – Generalização/Especialização



Fonte: Heuser (1998).

Desta forma, a entidade especializada herda as propriedades, ou seja, além de suas próprias propriedades, como atributos e relacionamentos, possui também as propriedades da ocorrência da entidade genérica correspondente.

Contudo, após identificar principais tipos de relacionamentos, devem ser caracterizados os dados a serem armazenados nas entidades. Para isto, o próximo tópico introduz o conceito de atributos.

2.4.1.2 Atributos

Cada entidade será caracterizada por um conjunto de dados armazenados. Todos devem possuir um nome exclusivo e ser o mais significativo possível. Gane (1988, p. 84) utiliza a notação para a descrição do atributo como sendo uma frase contendo um substantivo mais de/que mais um qualitativo, objetivando-se a preservar o significado do atributo, conforme o exemplificado no Quadro 1, abaixo.

Quadro 1 - Exemplos de nomenclatura de atributos

Descrição	Nome	Nome abreviado
Substantivo + de/que + qualificativo	Substantivo + qualificativo	
Quantidade de um produto que está pedido	Quantidade_Pedida	QTDE_PEDIDA
Data do efetivo embarque	Data_Efetiva_do_Embarque	DATA_EMBARQUE

Fonte: Gane (1988, p. 85)

Para Date (1995, p 38), o domínio do atributo corresponde ao reservatório de valores do quais atributos extraem seus valores reais. Por exemplo, o atributo Código_fornecedor, observado no Quadro 2, abaixo, corresponde número de um fornecedor ao conjunto de fornecedores legais cadastrados no Banco de dados. Exemplos de atributos também são observados neste mesmo quadro.

Quadro 2 - Exemplos de Entidade e Atributos

Entidade	Atributos
Cliente	Nome; Endereço; CPF.
Produto	Código; Nome; Peso; Prazo de Entrega.
Fornecedor	Código_fornecedor; Nome; Endereço.

Fonte: Adaptado de Gane (1988, p. 74).

Soares (2003, p. 17) descreve o atributo como a menor decomposição de uma informação dentro de uma Entidade e responsável por armazenar as informações relevantes. Também, indica que o universo de valores aceitáveis a serem assumidos por um atributo corresponde ao domínio. Por exemplo, sexo do funcionário, assume os valores de masculino ou feminino.

Assim, cada entidade corresponderá a uma tabela ou armazém de dados. De acordo com Soares (2003, p. 26), a mesma será formada pelo conjunto de linhas, chamadas de tuplas, onde cada uma delas é caracterizada por uma série de chamados de atributos, que corresponderão às colunas da tabela. Para o banco de dados, cada tupla deve ser única para facilitar sua busca. Para isso, introduz-se o conceito de Chave no próximo item.

2.4.1.3 Chaves e Tipos de Chaves

Segundo Gane (1988, p. 90), as chaves são escolhidas após definidos os dados de uma tabela e objetivam-se a identificar singularmente cada linha da tabela. Também, define que a chave deverá ser exclusiva, ou seja, não poderá mudar. São identificadas por um asterisco antes do atributo.

Para Soares (2003, p. 27), as chaves servem para identificar de cada linha ou tupla. Também, são utilizadas para indicar ou estabelecer relações entre tabelas. Existem pelo menos três tipos de chaves: Primária, Estrangeira e Alternativa.

2.4.1.3.1 Chave Primária

Date (1995, p. 38) define que a chave primária corresponde a um identificador único para a tabela. Possui a propriedade de, em qualquer momento, possuir valor único para esta coluna na tabela. Um exemplo de chave primaria pode ser observado na Ilustração 10, abaixo.

Ilustração 10 - Exemplo de Chave Primária

```
DIVISÃO
*Código_Unidade
Nome_Divisão
Orçamento
```

Fonte: Adaptado de Gane (1988, p. 71).

Conforme Soares (2003, p. 27), a Chave primária corresponde, na tabela, a uma coluna ou combinações delas que visam identificar unicamente as tuplas entre as

demais no Banco de dados. Para ser considerada primária, deve-se garantir que a chave seja a mínima possível necessária para a unicidade dos valores,

2.4.1.3.2 Chaves Alternativas ou Candidatas

Para Date (1995, p. 54) as chaves candidatas são a combinação de atributos da relação que possuem a propriedade de unicidade, ou seja, duas tuplas diferentes não possuem o mesmo valor. No caso da Ilustração 10, o atributo Nome_Divisão poderia ser utilizado para identificar uma tupla específica, caso o Código por si só não conseguisse. Neste caso, Nome_Divisão é uma chave alternativa.

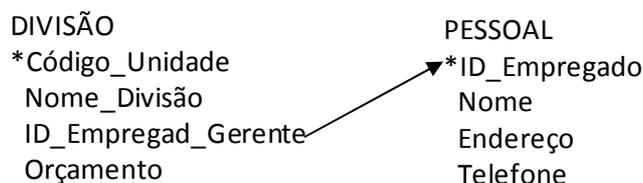
As Chaves Alternativas são necessárias quando uma única coluna não é suficiente para identificar unicamente uma tupla sendo necessárias mais combinações de atributos para garantir a unicidade (SOARES, 2003, p. 30).

2.4.1.3.3 Chave Estrangeira

Para Date (1995, p. 56) a chave estrangeira é um conjunto de atributos onde existe uma relação com outra tabela, onde existe uma chave candidata ou primária. Não existe exigência que a chave estrangeira seja um componente da chave primária. Também, os valores correspondentes entre as tabelas de origem e a tabela que recebe a chave estrangeira devem ser iguais de valores e domínio.

Assim, Soares (2003, p. 28) define que chave estrangeira caracteriza-se por ser uma coluna ou combinações delas onde os valores correspondentes uma tabela aparecem como um conjunto de atributos em uma nova tabela referenciada e utilizada como identificador da tupla. Este é o mecanismo que permite ao banco de dados formarem os relacionamentos entre as tabelas.

Ilustração 11 - Exemplo de Chave estrangeira.



Fonte: Gane (1988, p. 71).

Na operação de alterações no banco de dados, as restrições impostas pela existência de chaves estrangeiras devem ser garantidas. A atualização, inclusão ou exclusão da linha ou valor correspondente à chave estrangeira deve aparecer na respectiva coluna da chave primária referenciada. A inclusão e exclusão de linhas na tabela da chave primária também devem ser analisadas e garantidas. (SOARES, 2003, p. 29).

2.4.2 Projeto Conceitual

O projeto conceitual consiste em descrever a realidade da empresa ou de qualquer outra realidade, independentemente de restrições de implementação. A finalidade desta etapa da modelagem é reunir as informações ou ideias que são inicialmente vagas e transformá-las em definições precisas para o desenvolvimento do banco de dados. (Gane, 1988, p. 5)

Para Soares (2003, p. 14 e 15) é a etapa onde ocorre a decomposição das classes dos dados em atributos e os processos gerenciais em atividades. Também, registra os dados que devem ser armazenados no banco de dados, mas não indica como isso deve ser feito em nível de SGBD. É um modelo abstrato onde representa as atividades a serem exercidas pelo banco de dados quando finalizado.

2.4.3 Projeto Lógico

O projeto lógico corresponde ao segundo nível de modelagem e deriva-se da etapa anterior. É nesta etapa onde se analisa os diagramas de Entidade-Relacionamento e direciona-se como a estrutura irá armazenar os dados (GANE, 1988, p. 8).

Para o mesmo autor, ao final desta etapa, nenhum relacionamento muitos-para-muitos deve aparecer no Diagrama E-R e todos os relacionamentos um-para-um devem ser analisados e considerados comuns não sendo mais subdivisíveis. (GANE, 1988, p. 81)

De acordo com Laudon e Laudon (2004, p. 236) *apud* Ramos (2007) descreve:

(...) O processo também identifica elementos redundantes e os agrupamentos e dados requisitados por programas específicos. Os grupos de dados são organizados até emergir uma visão lógica das relações entres todos os elementos do banco de dados.

Para isso utiliza-se a Normalização de dados, que consiste no processo de simplificação de grupos complexos visando minimizar dados redundantes e relações inadequadas (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 144). Este processo será descrito no próximo item.

2.4.3.1 Normalização

Gane (1988, p. 11) descreve a normalização como um processo de simplificação de tabelas bidimensionais. Neste mesmo contexto, Date (1995, p. 139) descreve o procedimento de normalização como sendo uma redução sucessiva de conjuntos de relações a formas mais simples.

De acordo com Soares (2003, p. 21 e 22), a normalização de dados é a metodologia utilizada para definir o formato lógico adequado dos objetos identificados e objetiva-se a minimizar o espaço utilizado pelos atributos, garantindo a integridade e confiabilidade das informações. Para isso, utilizam-se os conceitos de Formas Normais (FN), que restringem os atributos de acordo com uma estrutura definida.

Existem três níveis de FN, sendo que a passagem de um nível acima depende diretamente do resultado obtido no nível anterior. Os três níveis serão conceituados nos próximos itens.

2.4.3.1.1 Primeira Forma Normal (1FN)

Para Gane (1988, p. 94), a Primeira Forma Normal (1FN) consiste em analisar se um atributo possui apenas um valor que o caracteriza. Observa-se na Ilustração 12, abaixo, que o atributo Depósito esta caracterizado por mais de um valor. Conclui-se então que esta tabela não está na primeira forma normal.

Ilustração 12 - Exemplo de tabela

Peça no	Depósito
T232	Chicago, Denver, Orlando
H995	Denver, Chicago

Fonte: Gane (1988, p. 94).

De acordo com Soares, (2003, p. 22):

“Uma estrutura encontra-se na Primeira Forma Normal se todos os domínios de atributos possuírem apenas valores atômicos (simples e indivisíveis), e que todos os atributos compostos devem ser divididos em atributos atômicos.”

Analisando-se a Ilustração 12 novamente após as definições, faz-se necessário colocá-la na 1FN. Uma proposta disto pode ser analisada na Ilustração 13, abaixo. Nesta, observa-se que todos os atributos são caracterizados apenas por valores atômicos. Com isso, a tabela está na 1FN.

Ilustração 13 - Exemplo de tabela na 1FN

Peça no	Depósito	Qtde. em estoque	Fone	N de embalagens
T232	Chicago	467	312/222-9876	47
T232	Denver	319	313/675-9786	32
T232	Orlando	121	305/745-0934	13
H995	Denver	578	313/675-9786	58
H995	Orlando	227	312/222-9876	23

Fonte: Gane (1988, p. 94)

Contudo, a tabela presente na Ilustração 13 pode ser melhorada ou simplificada. Isto será objeto de estudo para a próxima forma normal, a ser definida no próximo tópico.

2.4.3.1.2 Segunda Forma Normal (2FN)

Observa-se na Ilustração 13, presente no tópico anterior, que ao utilizar o atributo Peça como chave primária será identificado três tuplas e impossível identificar unicamente uma delas. Por exemplo, a Peça T232 caracterizaria três tuplas. Para isso, concatenam-se os atributos Peça e Depósito para formar uma nova chave.

Neste ponto, Gane (1988, p. 94) define que uma tabela na 1FN estará na 2FN se toda coluna não chave depender da totalizada da chave primária. A definição para Soares (2003, p. 23) é:

“Uma estrutura encontra-se na Segunda Forma Normal quando estiver na Primeira Forma Normal e todos os atributos que não participarem da chave primária sejam dependentes desta.”

Ao analisar a Ilustração 13 novamente, separam-se os atributos que não dependem da chave primaria em uma nova tabela. Como o número do telefone depende apenas do atributo Depósito para ser identificado, isto é, uma dependência parcial da chave primária, deve-se subdividir em duas novas entidades, como se observa na Ilustração 14, abaixo.

Ilustração 14 - Exemplo de tabela na 2FN

Peça no	Depósito	Qtde. em estoque	N de embalagens
T232	Chicago	467	47
T232	Denver	319	32
T232	Orlando	121	13
H995	Denver	578	58
H995	Orlando	227	23

Depósito	Fone
Chicago	312/222-9876
Denver	313/675-9786
Orlando	305/745-0934
Denver	313/675-9786
Orlando	312/222-9876

Fonte: Gane (1988, p. 95).

2.4.3.1.3 Terceira Forma Normal (3FN)

Para Gane (1988, p. 96), deve-se analisar se algum atributo não chave de uma entidade é dependente de algum outro não chave. Com isso, ao analisar Ilustração 14, nota-se existe a regra de embalar as peças em grupos de dez, pois o número de embalagens é a quantidade em estoque dividido por dez. Ao identificar tal dependência, conclui-se que a tabela não está na 3FN.

A definição de Terceira Forma Normal segundo Soares (2003, p. 24) é:

“Uma estrutura encontra-se na Terceira Forma Normal quando estiver na Primeira Forma Normal e todos os atributos, que não participam da chave primária, são dependentes desta, porém não transitivos.”

Desta forma, para eliminar a regra contida na Ilustração 14, pode-se excluir a coluna de número de Embalagens. Assim, o objetivo final da normalização é projetar estruturas de dados onde estão eliminadas as inconsistências e redundâncias dos dados

evitando problemas durante a atualização e operação do sistema. (SOARES, 2008, p. 25).

2.4.3.1.4 Decomposição sem perdas

Um aspecto fundamental para a normalização é a decomposição sem perda. Nota-se que ao percorrer as FNs algumas tabelas são decompostas em duas ou mais tabelas. É importante garantir que além de ser um processo reversível, deve-se garantir que nenhuma informação seja perdida no processo. (DATE, 1995, p. 140)

Ilustração 15 - A relação F e duas possíveis decomposições.

F	F#	STATUS	CIDADE			
	F3	30	Paris			
	F5	30	Atenas			
(a)	FST	F#	STATUS	FC	F#	CIDADE
		F3	30		F3	Paris
		F5	30		F5	Atenas
(b)	FST	F#	STATUS	STC	STATUS	CIDADE
		F3	30		30	Paris
		F5	30		30	Atenas

Fonte: Date (1995, p. 140).

Por exemplo, a Ilustração 15, acima, uma relação entre fornecedores, status e cidade a qual sugere duas possíveis decomposições (a) e (b). Examinando-as temos que apenas no segundo caso existe perda de informação, pois não se pode indicar o fornecedor de Paris que está com status 30 apenas olhando para a tabela STC no caso (b). O mesmo não ocorre na decomposição (a). (DATE, 1995, p. 140)

2.4.4 Projeto Físico

O projeto físico corresponde ao terceiro e último nível de modelagem. Objetiva-se por propor uma estrutura física para os dados da estrutura lógica definida na etapa anterior. Por exemplo, as visões de tabelas, colunas, entre outros, de acordo com os padrões da estrutura definida como estudo de caso. (SOARES, 2003, p. 25).

Conforme Mecenas *et al.* (2005) *apud* Lavor Junior. (2009, p. 24), esta etapa finaliza o processo de desenvolvimento de um sistema de informações. Também, define como os dados serão armazenados e como as regras empresariais são tratadas pelo sistema.

2.5 Sistema de Informação no Processo de Desenvolvimento de Produtos

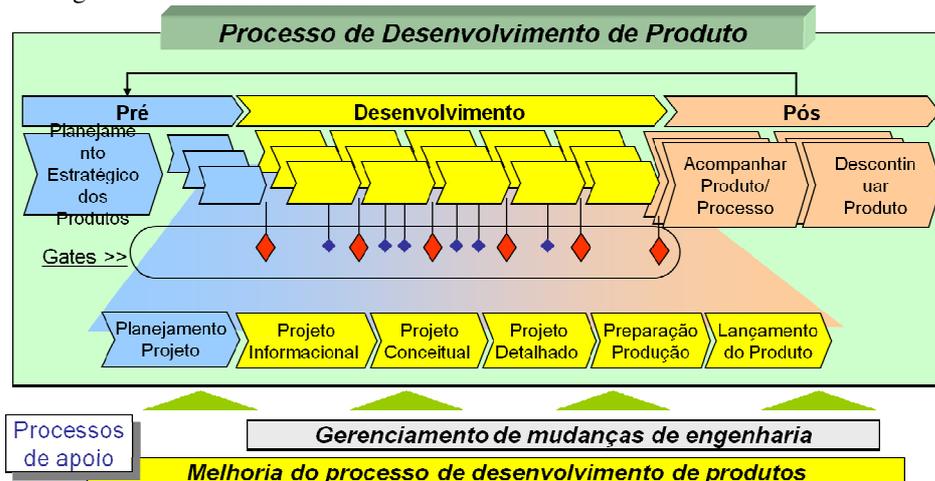
De acordo com Rozenfeld (2006, p. 3 e 4), o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) consiste em um processo de transformação de informações tecnológicas e de mercado em produtos ou serviços de acordo com as estratégias da empresa, atendendo às necessidades da produção, acompanhamento e retirada de um produto do mercado.

Neste contexto, os sistemas de informação são utilizados como ferramenta para o desenvolvimento de novos, serviços e até novos modelos de gestão. Facilitam a criação de novos produtos e serviços ou auxiliam tornar os produtos atuais mais convenientes aos usuários finais. (LAUDON e LAUDON, 2007, p. 6 e 74)

2.5.1 Etapas de Desenvolvimento de Produtos

Segundo o modelo de Rozenfeld (2006, p. 43 e 44), existem três macros fases do PDP: Pré-desenvolvimento; Desenvolvimento; e Pós-Desenvolvimento. Cada macro fase é caracterizada por um conjunto de resultados a serem entregues. Quando aprovada, as informações sobre os resultados obtidos ou soluções são congelados e não podem ser modificados.

Ilustração 16 - Visão geral do modelo de referência.



Fonte: Rozenfeld (2006, p. 44).

Conforme se observa na Ilustração 16, a fase de desenvolvimento subdivide-se em Projeto Informacional, Conceitual, Detalhado, Preparação para a Produção e Lançamento do Produto. Segundo Rozenfeld (2006, p. 61), estas etapas caracterizam-se pelas escolhas de soluções de projeto e por determinar aproximadamente 85% do custo final do produto. As escolhas são relacionadas com Materiais, peças entre outros, que estão presentes na Lista de Materiais ou *Bill of Material* (BOM) descrito no próximo tópico.

2.5.1.1 Estrutura do Produto ou Bill of Material (BOM)

Para a *American Production and Inventory Control Society* (APICS, 1992) *apud* Oliveira (1999) define que a estrutura de produto:

“... consiste em uma lista de todas as submontagens, componentes intermediários, matérias-primas e itens comprados utilizados na fabricação ou montagem de um produto, mostrando as relações de precedência e quantidade de cada item necessário.”

Portanto, a importância do BOM está relacionada com o conteúdo informativo que cada função empresarial necessita para as suas atividades. De acordo com Clement *et al.* (1992) *apud* Oliveira (1999), os problemas ocorrem quando este não contém informação precisa, podendo interferir ou impedir a tomada de decisão empresarial, contribuindo para o mau planejamento e execução das atividades relacionadas e falta de credibilidade dos sistemas de informações.

Segundo Rozenfeld (2006, p. 239 e 294), a representação do produto inicia-se no Projeto Conceitual. É nesta fase onde os itens e os relacionamentos entre eles são especificados em uma estrutura de produto é conhecida como *Bill of Material* ou BOM. A próxima etapa, Projeto Detalhado, objetiva-se em desenvolver a versão final desta estrutura e repassa-lá para a manufatura na etapa seguinte do PDP.

Neste contexto, o BOM servirá como base de informações para todos os setores e processos envolvidos na fabricação. Deve-se garantir que estas informações sejam completas e precisas. A falta de qualidade pode impactar nos resultados a serem alcançados pelos processos e sucesso da empresa. (ROZENFELD, p. 294 e 335).

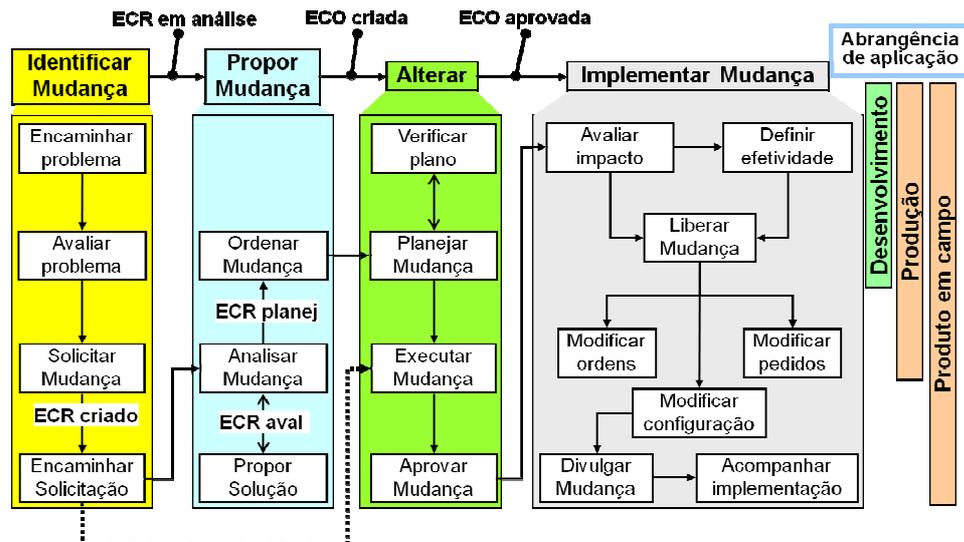
Depois de aprovado, caso seja necessário alguma mudança na estrutura do BOM, elas devem ser gerenciadas através do processo de apoio chamado de *Engineering Change Management* ou Gerenciamento de Mudanças de Engenharia. (ROZENFELD, p. 338). Este será descrito no item 2.5.1.2.

2.5.1.2 Gerenciamento de Mudanças de Engenharia (GME)

Segundo Rozenfeld (2006, p. 456 e 457), alterações no produto são comuns e sempre acontece independente da fase de desenvolvimento. Todas as mudanças implicam em uma atualização de informações, seja especificação de material, atualização de desenho, entre outros. O gerenciamento de mudanças de engenharia visa um processo controlado para que os impactos destas mudanças sejam verificados por todas as áreas funcionais envolvidas no PDP.

Como se observa na Ilustração 17, abaixo, o processo principal de ECM caracteriza-se por quatro macros processos: Identificar Mudança; Propor Mudança; Alterar; e Implementar Mudança.

Ilustração 17 - Fases e atividades do processo de ECM.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld (2006, p. 460).

Primeiramente, deve-se identificar as mudanças necessárias, reportando problemas ou propostas de melhorias e encaminhando-as para análise. Se aprovadas, cria-se uma ordem de mudança e tornam-se oficiais dentro da empresa. Após a atualização dos documentos relacionados, a mudança é implementada e acompanha o ciclo de vida do produto. (ROZENFELD, 2006, p. 460)

Para Bueno *et al.* (2011), uma mudança de Engenharia solicita a aplicação de um processo de redesign, onde mudança de documentação e relativos processos administrativos podem ser envolvidos. Esta é uma importante área, que muitas vezes pode ser lenta e com pouco valor agregado nas atividades.

Ainda segundo o mesmo autor, o processo envolve um grande número de informações compartilhadas e de participantes. O suporte de computadores torna-se indispensável para uma boa comunicação durante o Gerenciamento de Mudanças de Engenharia. Contudo, deve ser determinado um fluxo flexível para o processo, onde cada participante recebe apenas os documentos os quais se necessita realizar alterações.

3 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta o Estudo de caso e descreve as etapas da pesquisa que visam à determinação dos dados para a Modelagem Entidade-relacionamento e a proposta de um banco de dados para o processo de Mudanças de Engenharia no desenvolvimento de produtos. Será apresentada uma sequência do método e, após isso, o desenvolvimento do modelo proposto e as considerações finais do estudo de caso. Para o Estudo de Caso, alguns dados foram modificados para preservar os dados do processo real da empresa.

3.1 Planejamento do Estudo de Caso

Etapa 1 – Caracterização da Empresa

Nesta Etapa haverá descrição das características atuais da empresa escolhida para o estudo de caso. Por exemplo, histórico do setor, estruturas organizacionais, principais produtos, dentre outras informações necessárias para a caracterização da mesma. Junto a isso, também delineados os principais problemas que foram encontrados durante a pesquisa.

Etapa 2 – Descrição do processo em Estudo

Uma vez caracterizada a empresa na etapa anterior, faz-se necessário caracterizar o processo em estudo. Neste item devem ser apresentados dados e informações relacionados a fluxogramas, as restrições e as oportunidades de melhoria encontradas durante o estudo.

Etapa 3 – Obter dados do processo

Nesta etapa serão coletados os dados necessários ao desenvolvimento do estudo de caso tais como áreas envolvidas, formulários e planilhas existentes, responsáveis, tipos de datas para controle utilizadas, estimativas e cotações de peças,

tipos código de peças, dentre outras informações. Serão obtidas através de consultas aos documentos da empresa e utilizadas para a identificação de entidades, relacionamentos e atributos nas etapas a seguir.

Etapa 4 – Projeto Conceitual

Como o ressaltado na etapa anterior, as informações sobre o processo serão utilizadas para identificar as entidades e relacionamentos do estudo de caso visando elaborar o primeiro diagrama de ERs. Também, consiste na etapa onde os atributos e chaves serão caracterizadas, pois são necessárias para a próxima etapa.

Etapa 5 – Projeto Lógico

Esta etapa busca identificar lógica entre as entidades e relacionamentos identificados na etapa anterior. Todas as entidades serão analisadas através do processo de normalização visando à simplificação das mesmas. Por fim, deve-se analisar todas as relações 1:N e substituir todas as relações N:M por relações 1:N conforme o modelo proposto.

Etapa 6 – Projeto Físico

Por último, esta etapa objetiva-se em elaborar as tabelas de armazenamento de dados e apresentar o diagrama de entidade relacionamento final, contendo todas as entidades e relacionamentos identificados no estudo.

3.2 Desenvolvimento do Estudo de Caso

Etapa 1 - Caracterização da Empresa

A empresa escolhida para estudo de caso caracteriza-se por ser uma divisão de uma montadora multinacional. Atualmente, possui por volta de 460 funcionários, sendo classificada como empresa de médio porte, e produz um único veículo destinado para utilização fora de estrada.

No cenário atual, a empresa visa à substituição do veículo atual de linha utilizando o Processo de Desenvolvimento de Produtos. Este processo é de vital importância para a sobrevivência da empresa no curto prazo, uma vez que o ciclo de vida dos produtos do setor automotivo está cada vez menor. Uma introdução ágil e eficaz no mercado deste novo modelo implica em oportunidades de ampliar o *marketshare*, atender os anseios dos consumidores cada vez mais exigentes e diminuir o risco de lançar um produto obsoleto.

Desta forma, a organização empresarial foi dividida em times para suportar este processo, tais como engenharia de desenvolvimento e experimental, manufatura, qualidade, finanças, compras, marketing, gestão de projetos e logística interna, cada um com a respectiva função no desenvolvimento caracterizada a seguir.

O primeiro time, a engenharia de desenvolvimento, é responsável pelo desenvolvimento dos componentes do veículo. Todos os conceitos utilizados são documentados através de desenhos 2D e 3D com informações de materiais, peso, dimensões, tolerâncias, código e nome dos itens, entre outras características. Desta forma, o time de engenharia experimental fica responsável por testar os protótipos do produto com o objetivo de aprovar as especificações do time anterior.

Por seguinte, o time de manufatura é responsável por todos os processos de montagem do veículo no interior da fábrica, que vão desde a produção da carroceria, passando pela pintura, até a montagem final e liberação para vendas. Além disso, este time apresenta todas as informações de Layout de processo e investimentos de ferramental da fábrica e dos fornecedores.

O time da qualidade é responsável por apresentar dados de reclamações dos clientes e auxiliar na resolução desses problemas assim como analisar os processos de manufatura visando garantir de qualidade do produto. Neste quesito, também é de responsabilidade deste visitar e homologar o processo de todos os fornecedores.

O próximo time, o marketing, estuda a interação do produto com o cliente, ou seja, analisa as interfaces do produto com as necessidades e desejos dos mesmos. Também, estima um volume de mercado para o produto assim como um mix de vendas por cor, por exemplo, e nome do produto final.

Se por um lado os times anteriores são responsáveis pela a parte técnica do projeto, o time de finanças é responsável pelos investimentos, custos e retorno

financeiro do projeto, assim como analisar as todas as partes do veículo e estimar os valores visando suportar o time de compras. Este último é responsável direto pela negociação com os fornecedores, onde utiliza os valores estimados como alvo para as negociações. Além disso, auxilia o processo de solicitação de peças de engenharia para serem testadas nos protótipos.

Todos os times devem seguir um cronograma e um escopo de projeto consolidado pelo time de gestão de projetos. Este é responsável por administrar os aspectos de qualidade, tempo e custo do programa. Também, administra os conflitos internos entre os times e direciona o trabalho para o objetivo final.

Por fim, o time de logística interna fica responsável por consolidar as informações de engenharia contidas no *Bill of Material* (BOM) e lançá-las para a manufatura ao final do desenvolvimento, visando o início da produção e lançamento do veículo. Com o decorrer do ciclo de vida do produto, cada componente deverá ser desenvolvido pela engenharia e, em alguns casos, podem ser modificados ou substituídos. Assim, caracterizando o processo de mudança de engenharia, gerenciado por este time. Uma vez aprovada a modificação, a mesma deve ser informada para as outras áreas da empresa para introduzi-la no processo produtivo para alcançar o cliente final.

Por fim, conforme o caracterizado anteriormente, a empresa escolhida está desenvolvendo o produto e este processo se caracteriza por apresentar o gerenciamento de mudança de engenharia como suporte para as operações entre a Engenharia e Manufatura e também pela formalização do *Bill of Material* (BOM).

Este processo requer muita informação e organização por parte a empresa, pois envolve vários desses times descritos. Por exemplo, para se mudar uma peça, faz-se necessário desenvolver a nova peça, obter as cotações do fornecedor, testar internamente, homologar o processo do fornecedor, implementar na linha de produção, entre outras etapas necessárias.

Portanto, justifica-se o objetivo deste trabalho, onde visa gerenciar estas informações através de um banco de dados a ser desenvolvido nas próximas etapas do Estudo de caso.

Etapa 2 - Descrição do Processo em estudo

O gerenciamento de mudanças de engenharia inicia-se na fase de Projeto Conceitual. O responsável por este processo é o analista de logística interna. Nesta fase, a principal responsabilidade da engenharia é o desenvolvimento de todos os conceitos do produto final e estimar quantidades de peças a serem utilizadas e enviar todas as informações para serem consolidadas pela logística.

Todas as informações são reunidas e organizadas na lista de materiais ou *Bill of Material* (BOM). Esta é a primeira versão desta lista. O processo de atualização desta lista necessita da entrada de informação, que consiste na formalização do conceito através do formulário de produto, preenchido pelo engenheiro e liberado pelo analista de logística, e da saída, sendo a própria lista completa de conceitos a ser utilizados.

O formulário de produto consiste em documento numerado o qual contém informações sobre o responsável, os componentes que estão sendo adicionados, cancelados, substituídos ou revisados do BOM, assim como justificativa e descrição da necessidade do mesmo, impactos para manufatura e logística, códigos e nomes dos itens, entre outras informações.

Após completar o BOM, o time de finanças fica encarregado de estimar os valores para cada item. O valor total estimado para o novo produto é encontrado assim como os valores estimados para o investimento nos fornecedores e na manufatura para produzi-lo. Ao final deste processo, com a coordenação do time de gestão de projetos, todos os times revisarão a lista e os valores a fim de encontrar erros e oportunidades para reduzir o preço estimado do veículo. Uma vez finalizado, o projeto será levado para a aprovação da diretoria da organização que analisará os dados financeiros e decidirá a aprovação, a revisão ou o cancelamento do projeto. Quando contemplada a aprovação, os valores contidos neste primeiro BOM são congelados e servem de base para a negociação final com os fornecedores, necessárias para a próxima fase do projeto.

Neste ponto, o projeto avança para a fase de Projeto Detalhado. Inicialmente, todos os itens contidos no BOM, congelado na fase anterior, devem ser desenvolvidos, ou seja, estruturados através de desenhos 2D e 3D e, junto com o formulário de produto, são enviadas para o analista de logística. Este fará uma auditoria em todos os formulários que necessitarem passar por este processo.

Este fato ocorre, pois as informações contidas neles são base para a negociação e homologação dos fornecedores, para a compra e teste dos itens, entre outros processos que dependem diretamente dessas informações corretas. Caso for identificado alguma necessidade de correção o analista devolve o formulário para o engenheiro responsável. Caso contrário, o libera enviando através de email para todo time, além de atualizar o controle de logística.

Cada time verifica a necessidade que ação deverá ser tomada e atualiza a respectiva lista de controle manualmente de acordo com a origem de suprimento do item. Existem as seguintes possibilidades de fontes:

- a) *Make*, manufaturado na própria empresa;
- b) *Buy*, comprado no mercado nacional;
- c) Importado de outro país; e
- d) *Carry over*, proveniente de outro projeto.

Desta forma, o time de compras será responsável por fazer as cotações e negociações de investimento de ferramental junto aos fornecedores de itens *buy*. A manufatura é responsável pelos itens *make*. E o time de finanças é responsável pelos itens importados e *carry over*. Para este tipo, o analisa de finanças busca o valor dos itens em um banco de dados corporativo. Contudo, todos devem manter um controle das respectivas responsabilidades.

Uma vez com os valores em mãos e os controles atualizados, os dados são consolidados pela Logística e repassados para a aprovação de Finanças. Neste ponto, são comparados com os valores estimados presentes no BOM congelado na fase anterior com o valor real obtido. Caso este for maior que o estimado, o formulário é enviado para um comitê interno formado pelos gerentes de todos os times, chamado de *Team One*, que analisa a situação do componente em questão. Aqui, todas as possibilidades são esgotadas para que os valores tornem-se iguais ou reduzidos ao máximo tanto para a cotação como para os investimentos. Quando o valor estimado não é atingido, a diretoria ficará responsável por aprovar ou rejeitar o item.

Com a aprovação dos componentes em *Team One*, assim como para aqueles que contêm valores reais iguais ao estimados, todas as informações são enviadas novamente para o analista de logística para formalização da aprovação, através do formulário de aprovação. Este contém as assinaturas de todos os gerentes dos times.

Quando todas são coletadas, o analista de logística consolida o formulário de produto e todos os times atualizam seus respectivos controles, caso necessário.

A final do processo ocorre a atualização do BOM. Os dados como, código da peça, nome, quantidade, número de formulário, nome do responsável, fonte de suprimento, peso, entre outras que caracterizam cada componente são consolidados na lista final. Também, os formulários são armazenados em rede e fisicamente em um armário organizados por número devido a requisitos legais e empresariais.

Contudo, existem casos em que componentes aprovados tanto na fase de projeto Conceitual como Detalhado necessitem ser atualizados, modificados, substituídos ou até cancelados devido a melhores análises, oportunidades identificadas pelos times, falha em testes ou até por incapacidade do fornecedor de produzir o item com as especificações necessárias. Desta forma, as novas propostas são enviadas para o analista de logística para iniciarem o processo de Mudança de Engenharia.

Devido à falta de sistemas internos, os times utilizam planilhas em Microsoft Excel para controlar as informações. Muitas são redundantes e necessitam de constantes atualizações para o gerenciamento, pois dados de item por item são necessários para a formação de indicadores e status do processo. Por exemplo, o código de um item *buy* está presente na planilha de logística, compras, BOM e formulários de produto e aprovação. Todas são atualizadas manualmente pelo respectivo responsável.

Observou-se que durante esta fase de projeto que os times apresentavam informações da semana anterior, tais como os indicadores de progresso, devido à demora em atualizar todas as planilhas. Todas as informações são apresentadas para a diretoria em uma reunião semanal. Também, existiram casos em que a informação estava incorreta, afetando a integridade das planilhas e necessitando muitas reuniões conjuntas para alinhamento entre os times, além de muito estresse dos funcionários para isto.

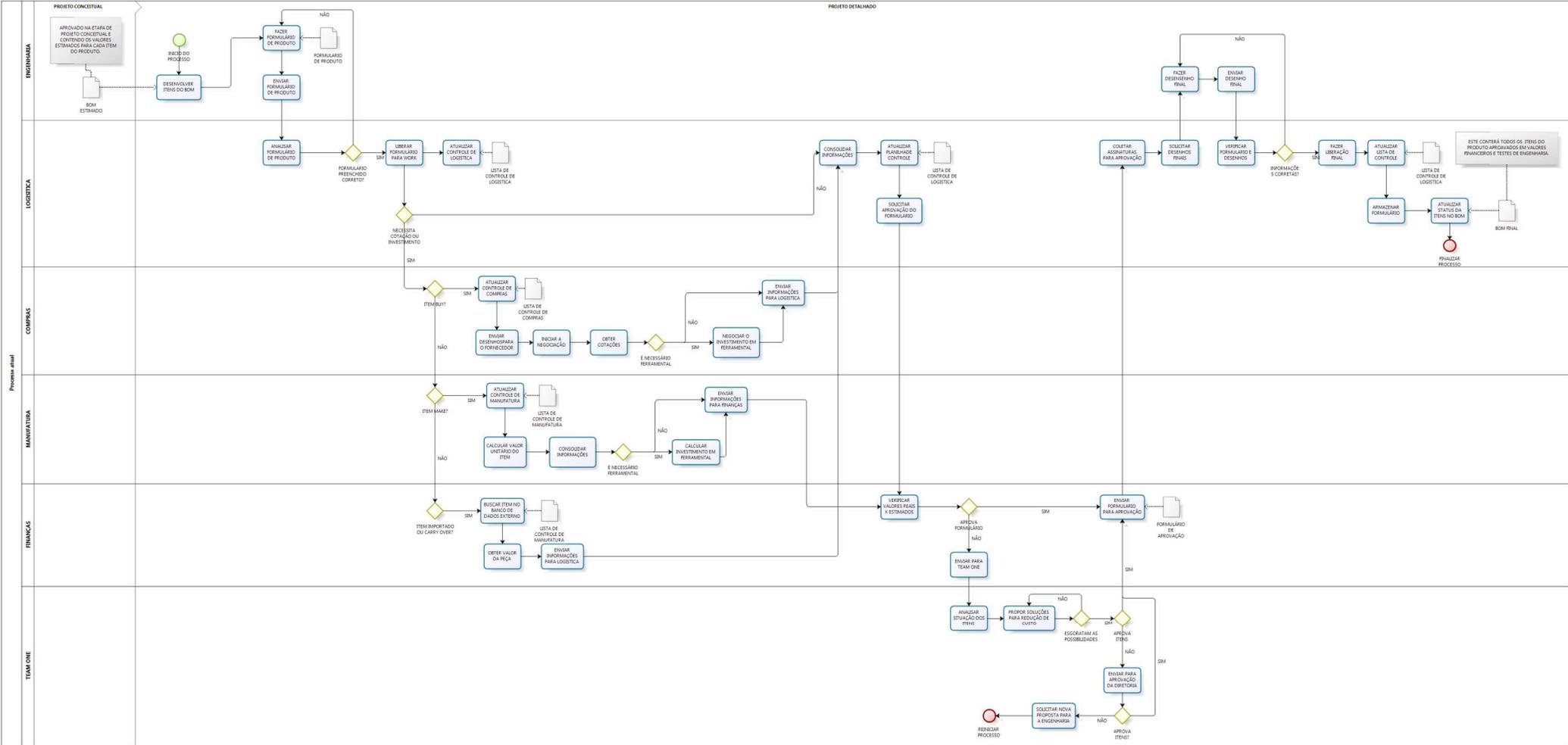
Todo o processo está representado no fluxograma do processo de Gerenciamento de Mudança de Engenharia apresentado na Ilustração 18, a seguir. Utilizaram-se os diagramas do *Business Process Modeling Notation* (BPMN) para a representação do processo. Desta Forma, a legenda deste processo esta representada no quadro abaixo.

Quadro 3 – Principais Elementos do BPMN

Tipo	Representação
Processo	
Decisões	
Documentos ou Formulários	
Início ou final de processo	
Fluxos	

Fonte: Elaboração própria.

Ilustração 18 – Processo de Gerenciamento de Mudanças de Engenharia



Fonte: Elaboração própria.

Etapa 3 – Obter dados do processo

A partir do fluxograma presente na Ilustração 18, identificou-se todos os controles necessários para o desenvolvimento componentes do produto final utilizados durante o processo de Gerenciamento de Mudanças de Engenharia. Todos correspondem a planilhas em Excel feitas a partir da necessidade de controle individual de cada área. Os controles foram listados no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 – Controles identificados no Estudo de Caso

	Controle
1.	Formulário de Produto
2.	Lista de Controle de Logística
3.	Lista de Controle de Compras
4.	Lista de Controle de Manufatura
5.	Lista de Controle de Finanças
6.	Formulário de Aprovação
7.	<i>Bill of Material- BOM</i>

Fonte: Elaboração própria.

Assim, através de consultas a estes documentos, foram identificados todos os atributos necessários para a manutenção do processo e atualização do mesmo. Todos serão relacionados com o respectivo controle nos parágrafos seguintes e o significado de cada um está presente no Apêndice A – Dicionário de dados do Estudo de Caso.

O formulário de produto é preenchido pelo Engenheiro responsável pelos componentes em desenvolvimento. Existem 32 atributos contidos neste formulário a serem preenchidos. Todos os atributos identificados estão no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 – Atributos identificados no Formulário de Produto

Controle	Atributos encontrados
Formulário de Produto	Número de formulário; ano; Nome formulário; Área solicitante; Nome do supervisor; Nome responsável; Relatórios (S/N); Número relatório de Processo; Número relatório de Engenharia; Número relatório de Qualidade; Data de solicitação; Data de work; Data Liberação final; Observações; Causa/ Motivo da Modificação; nível de montagem; Código do item excluído; Nome do item excluído; Projeto; Quantidade; Origem item excluído; Código do item adicionado; Nome do item adicionado; Origem do item adicionado; Relação entre item deletado e item adicionado; Descrição da modificação do item.

Fonte: Elaboração Própria

O engenheiro envia o formulário para o analista de logística analisar as informações. Este insere a data envio para *work* no formulário e atualiza a lista de controle de logística. Neste último, existem 35 atributos a serem atualizados. Todos estes estão identificados no Quadro 6 abaixo.

Quadro 6 - Atributos identificados na Lista de Controle Logística

Controle	Atributos encontrados
Lista de Logística	Status do Formulário; Número de formulário; ano; Nome formulário; Área solicitante; Responsável; Data de Work; Data de Cancelamento; Data de envio para aprovação de Finanças; Data de envio para <i>Team One</i> ; Data de envio para aprovação de Compras; Data de envio para aprovação de Manufatura; Data de envio para aprovação de Engenharia; Data de envio para aprovação de Gestão de Projetos; Data liberação final; Códigos do item excluído; Nomes do item excluído; Quantidade; Origem do item excluído; Códigos do item adicionado; Nomes do item adicionado; Quantidade; Origem do item adicionado; Valor total unitário; Valor total de investimento; Valor unitário de Manufatura; Valor de investimento de Manufatura; responsável de Manufatura; Valor unitário de Finanças; responsável de Finanças; Valor unitário de Compras; Valor de investimento de Compras; Responsável de Compras; Comentários.

Fonte: Elaboração própria.

A lista de compras é atualizada no caso do formulário de produto apresente componentes *buy*. Um analisa de compras é responsável por esta atualização. Neste controle, apresentam-se 52 atributos a serem atualizados, representados no Quadro 7, abaixo.

Quadro 7 - Atributos identificados na Lista de Compras

Controle	Atributos encontrados
Lista de Compras	Responsável; Grupo do item; Código do item; Nome do item; Formulário Aprovado (S/N); SC enviada (S/N); Cotação enviada (S/N); SC aprovada por Engenharia (S/N); SC aprovada por Finanças (S/N); Pedido de compra colocado (S/N); Pedido de ferramental colocado (S/N); Permissão para iniciar o molde enviado (S/N); Responsável de Compras; Status Desenho 2D Final; Data de promessa da Engenharia; Última data para envio do Formulário; Última data para desenho protótipo; Última data para desenho produção; Tempo de desenvolvimento de protótipo; Tempo de desenvolvimento de produção;

	Ferramental para protótipo Engenharia; Dia de requisição de Material para o protótipo; Dia de requisição de Material para a produção; Número do formulário; Data de liberação do formulário; Número da SC para protótipo; SC para protótipo aprovada (S/N); Área pendente de aprovação; Data de promessa área pendente; Data de aprovação da SC protótipo; Status colocação de pedido SC; Número do pedido; Previsão de chegada; Quantidade; Cotação Unitária; Cotação total; Cotação de ferramental; Fornecedor; Negociação; Valor negociado unitário; Valor negociado total; Número de SC para ferramental; Status SC ferramental; Data de aprovação SC ferramental; Colocação de pedido de ferramental; Número do pedido SC ferramental; Liberação da permissão para o molde; Valor estimado para o item; Valor estimado para o ferramental; Documentação assinada pelo fornecedor; Comentários.
--	---

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, em caso de item *make* presente no formulário de produto, um analista de manufatura irá atualizá-los no controle de manufatura. Neste observou-se 13 atributos correspondendo os seguintes presentes no Quadro 8, por seguinte.

Quadro 8 - Atributos identificados na Lista de Manufatura

Controle	Atributos encontrados
Lista de Manufatura	Número de formulário; ano; Nome formulário; Responsável; Data de Work Códigos do item excluído; Nomes do item excluído; Quantidade; Códigos do item adicionado; Nomes do item adicionado; Quantidade; Valor unitário de Manufatura; Valor de investimento de Manufatura; responsável de Manufatura.

Fonte: Elaboração própria.

De forma semelhante, a partir de itens importados ou *carry over*, a Lista de Controle de Finanças é atualizada pelo respectivo analista. Este deve adicionar 13 os atributos do quais identificados no Quadro 9, abaixo.

Quadro 9 - Atributos identificados na Lista de Finanças.

Controle	Atributos encontrados
Lista de Finanças	Número de formulário; Ano; Nome formulário; Responsável; Data de Work; Códigos do item excluído; Nomes do item excluído; Quantidade; Códigos do item adicionado; Nomes do item adicionado; Quantidade; Valor unitário de Finanças; responsável de Finanças;

Fonte: Elaboração própria.

O próximo controle constitui o formulário de aprovação. O controler do projeto envia este formulário quando os valores são aprovados por finanças. Este formulário contém 14 atributos, todos presentes no Quadro 10, a seguir.

Quadro 10 - Atributos identificados no Formulário de Aprovação.

Controle	Atributos encontrados
Formulário de Aprovação	Número de formulário; Projeto; Data de Criação; Código do Produto; Valor unitário total deletado; Valor de investimento total deletado; Valor unitário total adicionado; Valor de investimento total deletado; Número de Relatório de Processos; Número de Relatório de Engenharia; Número de Relatório de Qualidade; Responsável por cada Área; Ramal do Responsável; Área;

Fonte: Elaboração própria.

Por último, o *Bill of material* ou BOM. Observou-se que a empresa utiliza um funcionário do time de Gestão de Projetos para a atualização desta lista devido ao número reduzido de integrantes do time de Logística. Assim, esta lista contém os seguintes 25 atributos, presentes no Quadro 11, abaixo.

Quadro 11 - Atributos identificados no BOM

Controle	Atributos encontrados
<i>Bill of Material</i> (BOM)	Número de formulário; ano; Nome formulário; Responsável; Grupo; Subgrupo; Código do 1ª nível de montagem; Código do 2ª nível de montagem; Código do 3ª nível de montagem; Nome do item; Quantidade estimada na fase anterior do projeto; Quantidade informada na última revisão do BOM; Unidade; Source; Data de Liberação Inicial; Peso; Observações gerais de cada item; Detalhe; Status de formulário de produto: Número de formulário; Data de Aprovação; Novo formulário revisando o item; Número do novo formulário; Data de Aprovação do novo formulário; Responsável pelo item.

Fonte: Elaboração própria.

Observou-se durante a coleta destes dados, que muitos atributos são redundantes. Por exemplo, o número de Formulário de Produto, é adicionado a cada componente presente quando incluído nos controles individuais. Tornando-o atributo mais repetido entre os Controles.

Contudo, o objetivo desta etapa era identificar as entidades e os atributos presentes nos controles. Os mesmos serão utilizados para a criação das entidades, Relacionamentos e Atributos nas próximas etapas do estudo de caso.

Etapa 4 – Projeto Conceitual

O objetivo do Projeto Conceitual consiste em analisar as entidades identificadas na Etapa 3 – Coleta de Dados, assim como a relação existente entre elas. Vale ressaltar que as entidades são armazéns de dados e por isto o nome destes foi preservado para facilitar a compreensão do modelo. Desta forma, a partir dos dados obtidos, as entidades identificadas estão listadas no Quadro 12 a seguir.

Quadro 12 – Entidades Identificadas no Processo

	Entidades Identificadas
1.	ITEM
2.	FORMULÁRIO DE PRODUTO
3.	PROJETO
4.	SOLICITAÇÃO DE COMPRAS
5.	CONTROLE DE LOGÍSTICA
6.	CONTROLE DE COMPRAS
7.	CONTROLE DE MANUFATURA
8.	CONTROLE DE FINANÇAS
9.	FORMULÁRIO DE APROVAÇÃO
10.	<i>BILL OF MATERIAL - BOM</i>
11.	FORNECEDOR

Fonte: Elaboração própria.

As primeiras entidades observadas estão representadas na Ilustração 19, abaixo. O Item representa qualquer parte do veículo e está contido no Formulário de Produto e este contém os Itens.

Ilustração 19 – Entidades Item e Formulário de Produto



Fonte: Elaboração Própria.

O próximo conjunto de entidades refere-se ao fornecimento de itens. Nos casos da origem do item ser *buy*, todos deverão possuir um fornecedor no mercado local. Desta forma, os itens são relacionados com o Fornecedor em questão, conforme se verifica na Ilustração 20, abaixo.

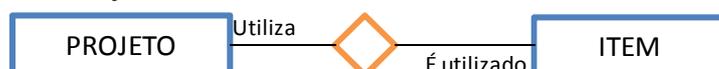
Ilustração 20 – Entidades Fornecedor e Item



Fonte: Elaboração Própria.

Por seguinte, tem-se que um produto é caracterizado por um conjunto de itens utilizados dentro de um projeto específico. Desta forma, cada item poderá ser utilizado por um projeto. Logo, as entidades Projeto e Item possuem a relação representada pela Ilustração 21, a seguir.

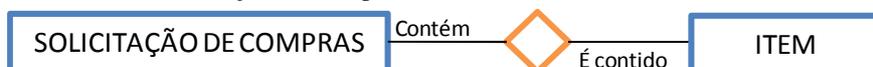
Ilustração 21 – Entidades Projeto e Item



Fonte: Elaboração Própria.

Para solicitar itens físicos ou cotação para os fornecedores é necessário preencher uma Solicitação de Compras. Esta irá conter todos os itens cujo engenheiro deseja solicitar. A relação é observada na Ilustração 22, a seguir.

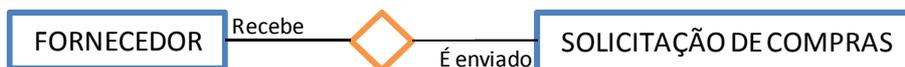
Ilustração 22 – Entidades Solicitação de Compras e Item



Fonte: Elaboração Própria.

Portanto, uma vez preenchida, a solicitação é enviada para o Fornecedor como documento oficial. Através desta, ele irá responder a requisição de itens ou fornecer os valores solicitados. A relação entre o Fornecedor e a Solicitação de Compras está representada na Ilustração 23, abaixo.

Ilustração 23 – Entidades Fornecedor e Solicitação de Compras



Fonte: Elaboração Própria.

Para o controle dos Formulários de Produto, o analista de logística utiliza o um controle. O objetivo deste é indicar o progresso de todos os formulários através do processo utilizando métodos a partir datas de *work* e aprovação, por exemplo. Desta

forma, a relação de gerenciamento entre as entidades é representada na Ilustração 24, abaixo.

Ilustração 24 – Entidade Controle de Logística e Formulário de Produto



Fonte: Elaboração Própria.

O Formulário de Produto apenas é aprovado através do preenchimento do Formulário de Aprovação. Este conterá os itens e os valores finais aprovados por finanças. Desta forma, a relação de aprovação é representada pela Ilustração 25, a seguir.

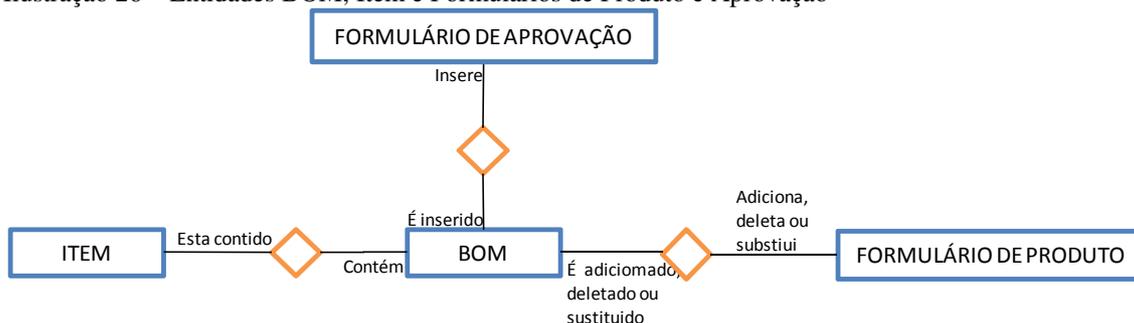
Ilustração 25 – Entidades Formulário de Produto e Aprovação



Fonte: Elaboração Própria.

Contudo, o BOM é a relação entre todos os itens que estão em Formulários de Produtos e foram devidamente aprovados. Ou seja, o BOM irá conter os itens, mas estes apenas serão inseridos através de Formulários de Aprovação e a modificação aprovada provém do Formulário de Produto. Com isso, tem-se a relação entre estas entidades está representada na Ilustração 26, abaixo.

Ilustração 26 – Entidades BOM, Item e Formulários de Produto e Aprovação

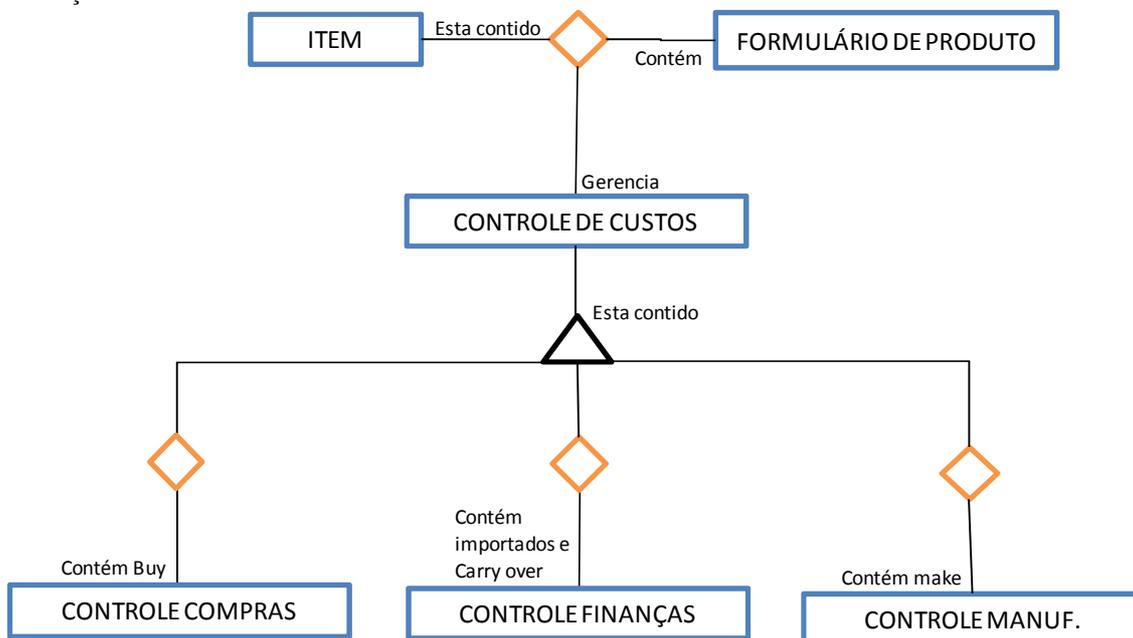


Fonte: Elaboração Própria.

Por último, o Controle de Custos do projeto é gerenciado através dos controles de compras, finanças e manufatura. Cada um destes é uma especialização do

controle de Custos, feito a partir do *source* do item e do Formulário de Produto. Com isso, chega-se na relação mostrada na Ilustração 27, abaixo.

Ilustração 27 – Entidades de Controle de Custos



Fonte: Elaboração Própria.

Contudo, no final desta etapa, obtêm as entidades identificadas e as relações entre elas. Devido uma análise mais detalhada nas próximas etapas da modelagem, algumas entidades poderão sofrer modificações ou até serem descartadas.

Etapa 5 – Projeto Lógico

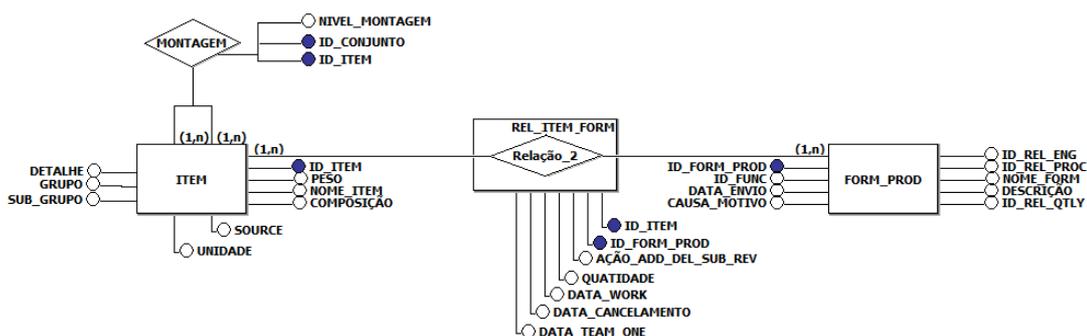
O objetivo desta Etapa é analisar os Atributos encontrados na Etapa 3 – Coleta de Dados e associá-los com as entidades identificadas. Desta forma serão caracterizados os armazéns de dados. Também, será objetivo desta etapa caracterizar as chaves que servirão para identificar as tuplas e as respectivas informações contidas no banco de dados.

A primeira relação descrita na etapa anterior refere-se às entidades Item e Formulário de Produto e a Relação Contém. Analisando-as, nota-se que um item pode estar contido em mais de um formulário e este pode conter mais de um item. Este fato indica uma relação N:N que implica a criação de uma Entidade associativa, neste caso, chamada de REL_ ITEM_FORM, que relaciona o item e o formulário.

Na Entidade Item inseriu-se um auto relacionamento chamado de Montagem. Nesta, um item pode conter vários conjuntos de montagem e este vários itens, caracterizando outro relacionamento N:N. Conforme a Ilustração 28, tem-se os seguintes atributos:

- a) ITEM: (#ID_Item; Nome_item; Peso; Composição; Source; Unidade; Detalhe; Grupo; Sub_Grupo);
- b) MONTAGEM: (#ID_Conjunto; #ID_Item; Nível_Montagem);
- c) FORM_PROD: (#ID_Form_Prod; Nome_Form; ID_Func; Data_Envio; Causa_Motivo; Descrição; ID_Rel_Eng; ID_Rel_Proc; ID_Rel_Qtly); e
- d) REL_ITEM_FORM: (#ID_Item; #ID_Form_Prod; Ação_Add_Del_Sub_Rev; Quantidade; Data_Work; Data_Cancel; Data_Team_One).

Ilustração 28 – Entidades Item e Formulário de Produto



Fonte: Elaboração Própria.

A Entidade Controle de Logística, presente na Ilustração 24, indicava uma relação de gerenciamento com Formulário de Produto. Porém, será substituída pela REL_ITEM_FORM, pois todos os atributos observados neste controle na Etapa 3, estão associados a esta nova Entidade associativa. Por isto, o Controle de Logística não será mais considerado.

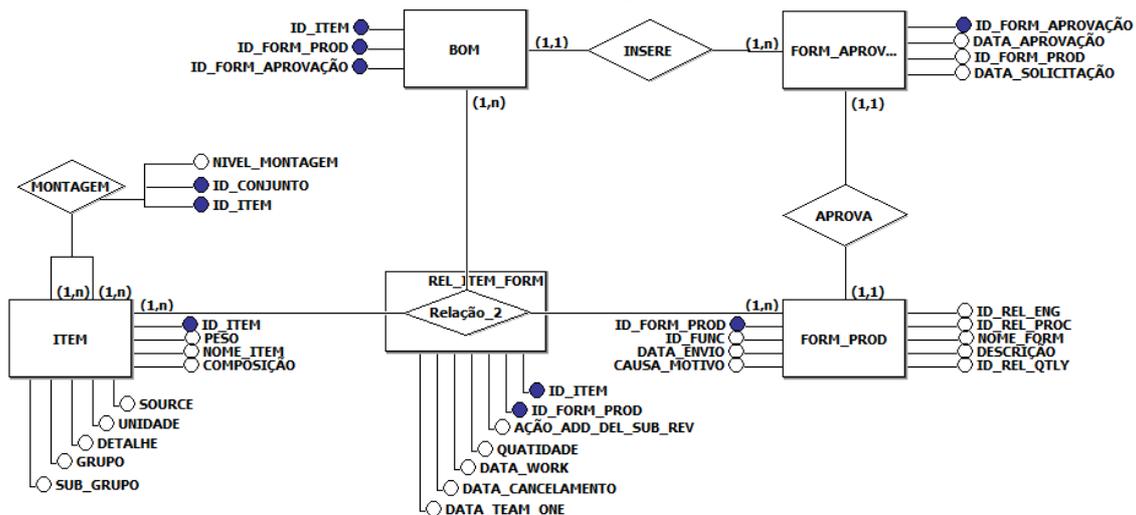
Por seguinte, expande-se a relação mostrada na Ilustração 28 e inclui-se o Formulário de Aprovação. Este aprova apenas um Formulário de Produto e apenas um Formulário é aprovado por ele, encontrando-se uma relação do tipo 1:1, conforme o mostrado na Ilustração 29. Para o processo, notou-se a importância controlar as informações presentes nestes formulários, como Data de Solicitação e Data de Aprovação do Formulário, pois se necessita que o time de Finanças aprove e depois

preencha este, para dar continuidade no Fluxo do processo. Nem sempre isto é feito imediatamente, podendo até demorar alguns dias.

Contudo, a Ilustração 26 mostra que o BOM é um conjunto de informações de Itens, Formulários de Produto e Formulários de Aprovação, não sendo necessário adicionar novos dados. Portanto, o BOM é mostrado na Ilustração 29 relacionando-se com a entidade REL_FORM_ITEM, pois esta especifica qual a ação a ser tomada e a quantidade de itens necessários a serem atualizados no BOM. Com isso, tem-se os seguintes atributos:

- e) FORM_APROVAÇÃO: (#ID_Form_Aprovação; Data_Aprovação; ID_Form_Prod; Data_Solicitação);
- f) BOM: (#ID_Item; #ID_Form_Prod; #ID_Form_Aprovação);

Ilustração 29 – Entidades Item, Formulário de Produto e Aprovação e o BOM



Fonte: Elaboração Própria.

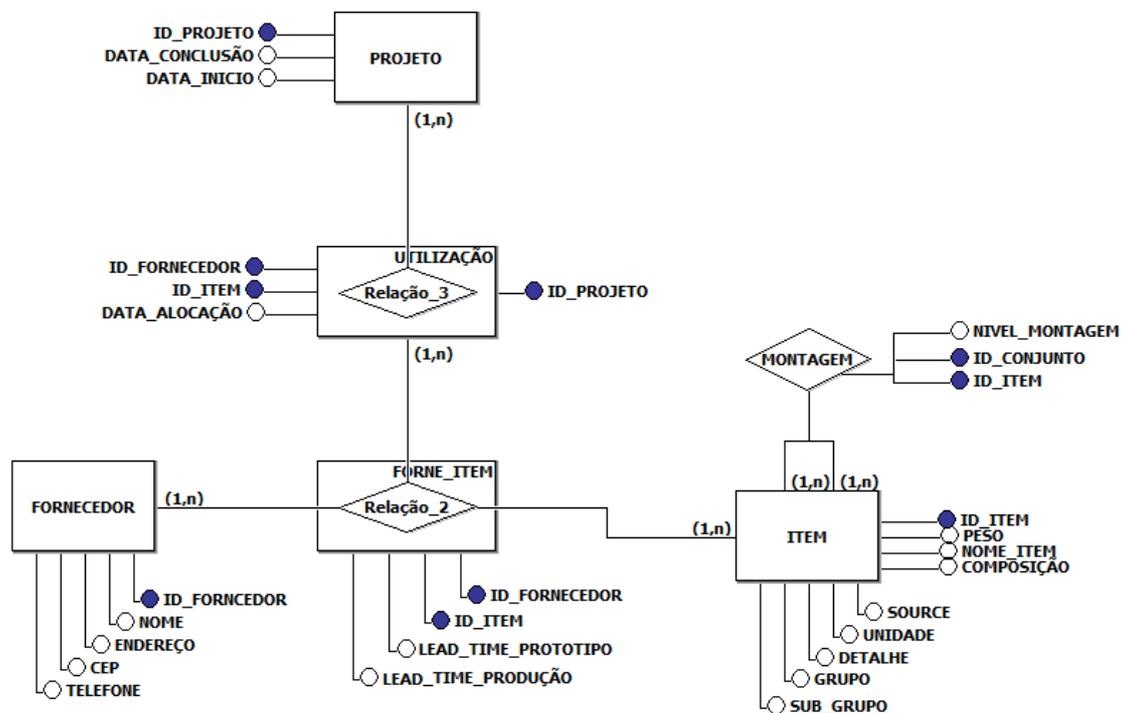
O próximo conjunto de entidades refere-se ao Item, Fornecedor e Projeto, conforme se observa na Ilustração 30. Primeiramente, um item pode ser fornecido por vários fornecedores e estes podem fornecer vários itens gerando uma relação de N:N, chamada de FORNE_ITEM, que indica a tempo de desenvolvimento de itens para o protótipo e produção.

A entidade Projeto relaciona-se através da utilização de itens selecionados dos respectivos Fornecedores. Portanto, a relação é formada com a entidade FORNE_ITEM, conforme a Ilustração 30. Ao analisá-la, encontra-se uma relação de

N:N, pois utiliza-se vários itens de um fornecedor e um item pode ser utilizados de vários fornecedores. Isto implica em nova Entidade associativa chamada de UTILIZAÇÃO. Contudo, temos associados a estas os seguintes atributos:

- g) FORNECEDOR: (#ID_Fornecedor; Nome; CEP; Endereço; Telefone);
- h) FORNE_ITEM: (#ID_Fornecedor; #ID_Item; Lead_time_prototipo; Lead_time_produção);
- i) UTILIZAÇÃO: (#ID_Projeto; #ID_Fornecedor; #ID_Item; Data_alocação);
- j) PROJETO: (#ID_Projeto; Data_Inicio; Data_Conclusão)

Ilustração 30 – Entidades Item, Fornecedor e Projeto



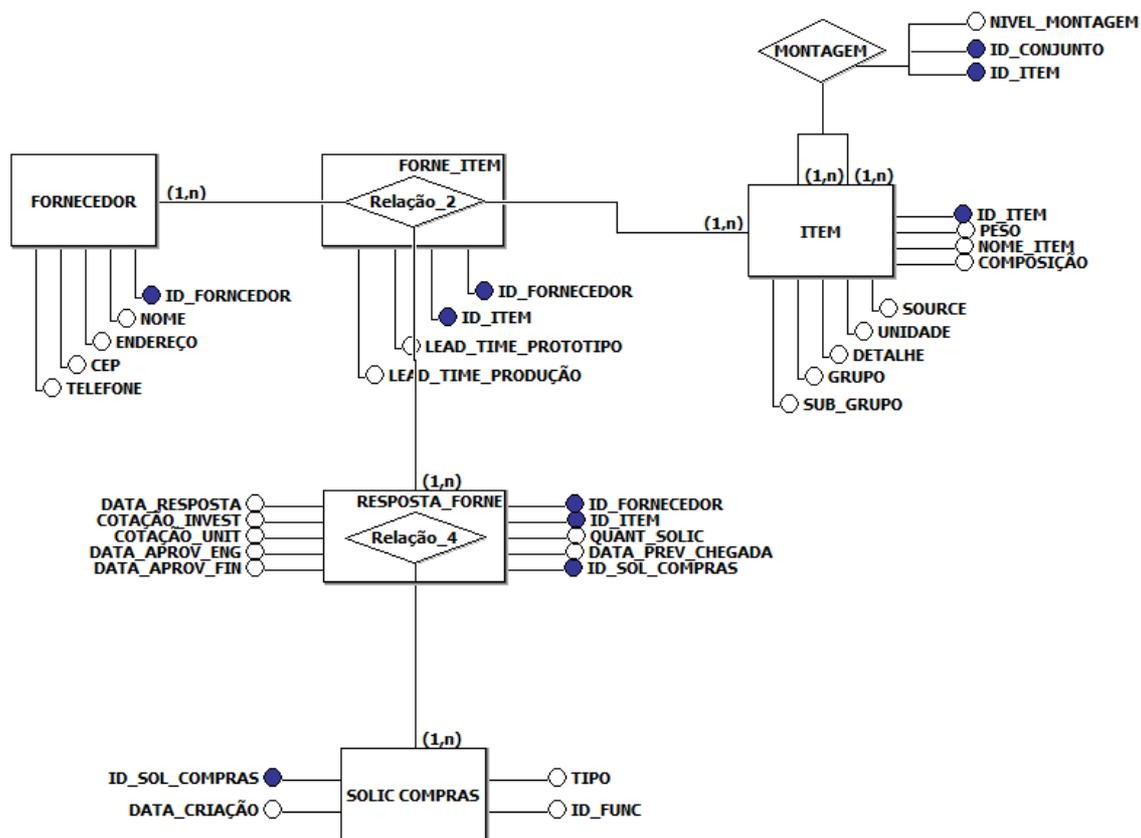
Fonte: Elaboração Própria.

Por seguinte, analisando-se a relação entre as entidades Fornecedor e Item e incluindo a Solicitação de Compras obtém-se as relações mostradas na Ilustração 31. Esta última entidade pode conter vários itens de um fornecedor ou vários fornecedores podem ser requisitados para cotar um item. Novamente, tem-se uma relação de N:N implicando em uma nova Entidade associativa, chamada de Resposta_Forne, que significa a resposta do fornecedor.

Novamente observando a Ilustração 31, a entidade Solic Compras necessita de informações do Fornecedor e do Item, a relação é feita a partir da entidade associativa Forne_Item objetivando-se utilizar os ID_Fornecedor e ID_Item para a transmissão destas informações. Contudo, os atributos associados a essas entidades são:

- k) SOLIC COMPRAS: (#ID_Solic_compras; Data_criação; Tipo; ID_Func);
- l) RESPOSTA_FORNE: (#ID_Fornecedor; #ID_Item; #ID_Solic_compras; Cotação_Invest; Cotação_unit; Data_resposta; Data_Prev_Cheg; Data_aprov_Eng; Data_aprov_Fin; Quant_Solic);

Ilustração 31 – Entidades Item, Fornecedor e Solicitação de Compras



Fonte: Elaboração Própria.

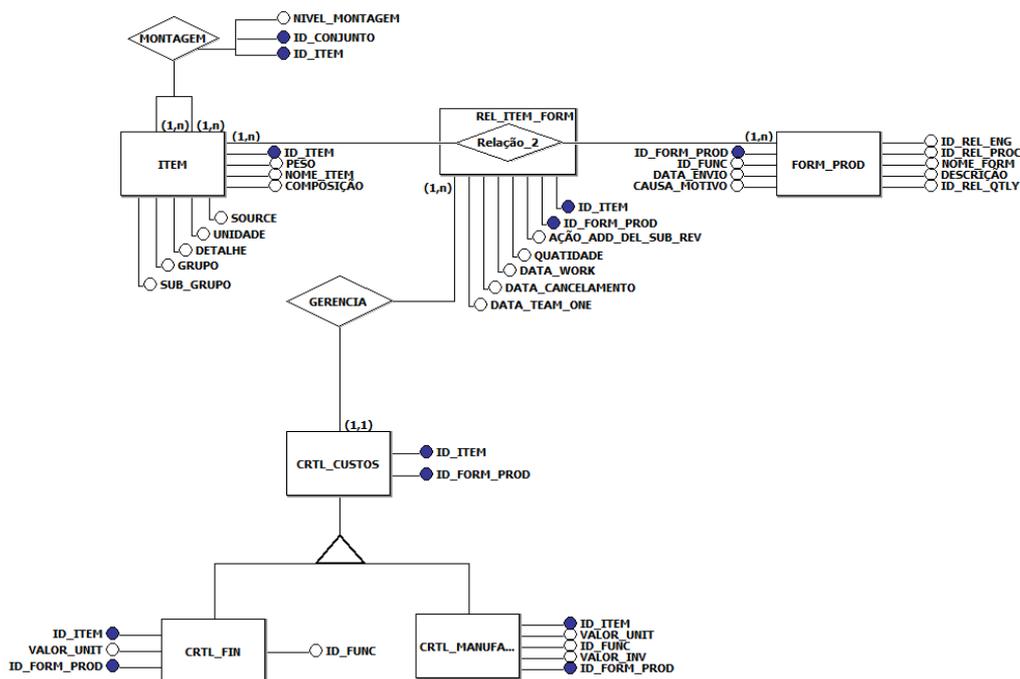
Na Ilustração 32 tem-se a relação entre as entidades Item, Form_Prod e Controles de Custos. Nota-se que o Ctrl_custos gerencia os itens importados, *carry over* e *make*. Para isto, necessita das informações tanto do Item, principalmente do *source*, atributo que indica a origem da peça, tanto do Form_Prod. Logo, a relação entre os

controles de custos foram feitas através da entidade Rel_Item_Form. Assim, um controle gerencia vários formulários, porém, este é gerenciado apenas por um controle. Observa-se os atributos destas entidades, as especificadas a seguir:

- m) CTRL_CUSTOS: (#ID_Item; #ID_Form_Prod);
- n) CTRL_FIN: (#ID_Item; #ID_Form_Prod; Valor_unit; ID_Func);
- o) CTRL_MANUFATURA: (#ID_Item; #ID_Form_Prod; Valor_Inv; Valor_unit; ID_Func);

A Ilustração 27, presente na etapa anterior, apresentou a relação entre as entidades Item, Form_Prod e Controles de Custos. Três controles especializados estavam presentes: Compras, Finanças, e Manufatura. Ao observar a Ilustração 32, tem-se apenas os dois últimos casos foram considerados. Isto se deu porque os atributos que pertenceriam ao Controle de Compras estão presentes na entidade Resposta_Forne. A adição apenas duplicaria alguns dados, que foi considerado redundante.

Ilustração 32 - Entidades de Controle de Custos



Fonte: Elaboração Própria.

Assim, o próximo passo da modelagem corresponde ao processo de Normalização. Cada atributo deve possuir apenas um valor característico para ser considerado na 1FN. Todos os atributos da respectiva entidade devem ser dependentes das chaves para serem considerados na 2FN e não devem ser transitivos para estarem na 3FN.

A partir disso, ao analisar novamente a Ilustração 28, tem-se entidades Item, Form_Prod, Rel_Item_Form. Todos os atributos presentes foram considerados nas três formas normais. O mesmo ocorreu ao analisarem-se as entidades BOM e Form_Aprovação presentes na Ilustração 29.

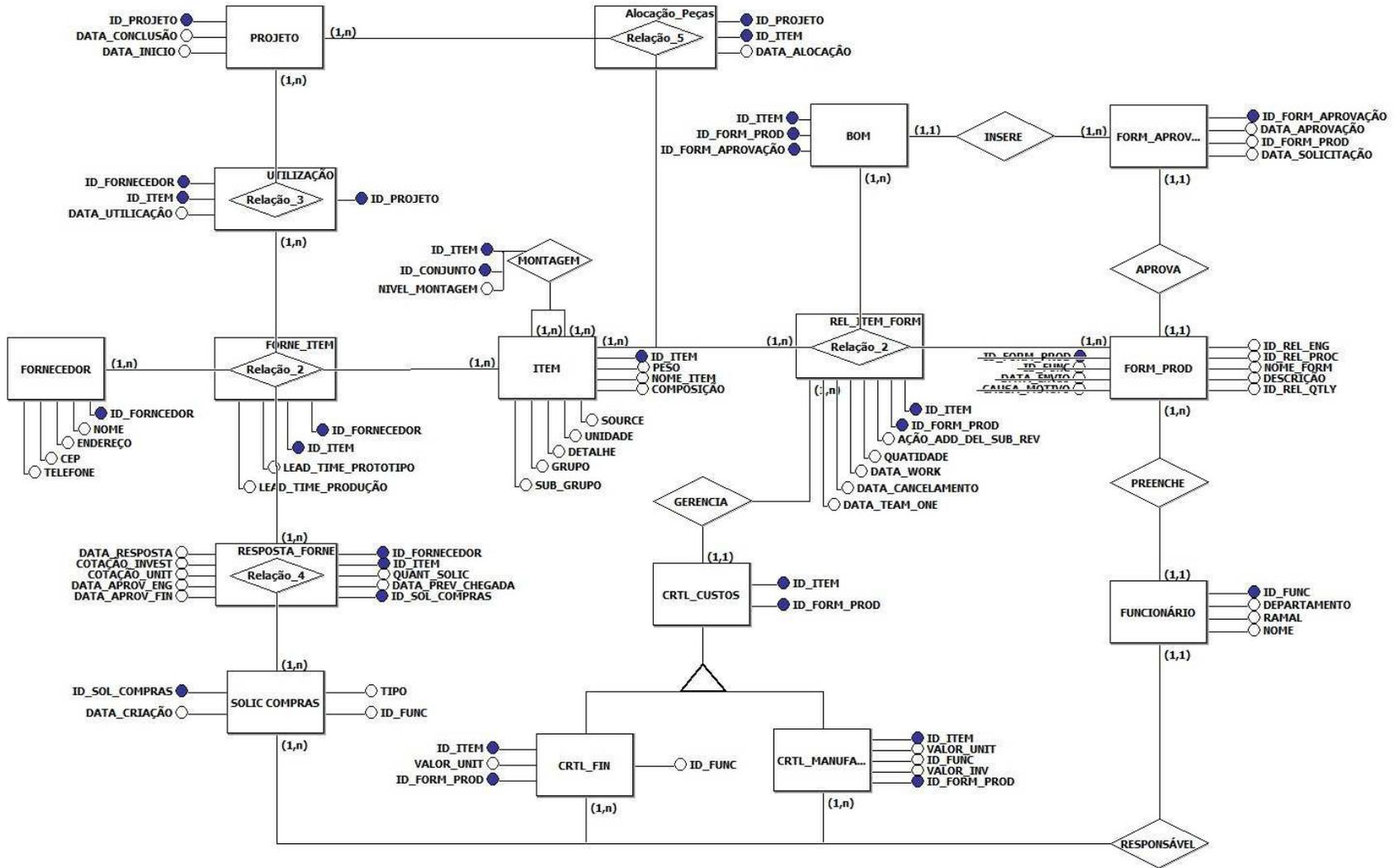
Por seguinte, as Ilustração 30 e Ilustração 31, remetem-se as entidades Projeto, Fornecedor, Utilização, Forne_Item, Resposta_Forne e Solic Compras. Ao analisar os atributos, novamente foram considerados nas três formas normais.

Por último, na Ilustração 32, tem-se as entidades Crtl_Custos e as especializações Crtl_Fin e Crtl_Manufatura. Estes utilizaram o ID_Item e ID_Produto como chave composta. Mas mesmo neste caso, os atributos estão na 3FN.

Por fim, ao conectar todas as Ilustrações desta Etapa, obtém-se o diagrama final composto por todas as relações entre as entidades. Conforme se observa na Ilustração 33, uma nova relação entre as entidades Projeto e Rel_Item_Form foi adicionada, pois o projeto utiliza peças aprovadas através dos formulários e as peças podem ser alocadas para vários projetos, resultando, desta forma, em uma relação associativa e na entidade Alocação_Peças. Também, a entidade Funcionário foi incluída relacionando-se com a Entidade Form_Prod através da relação Preenche (1:N), e as entidades Crtl_Manufatura, Crtl_Fin e Solic Compras através da relação Responsável (1:N). Os atributos desta entidade são:

- p) ALOCAÇÃO_PEÇAS: (#ID_ITEM; #ID_PROJETO; Data_Alocação);
- q) FUNCIONÁRIO: (#ID_FUNC; Nome; Departamento; Ramal).

Ilustração 33 – Diagrama Final



Fonte: Elaboração Própria

Contudo, a Ilustração 33 corresponde à lógica de como o banco de dados irá relacionar, armazenar e transmitir as informações. Foram necessárias 16 entidades e 83 atributos para suportar todas as relações entre estas entidades. Desta forma, finaliza-se o Projeto Lógico do banco de dados proposto.

Etapa 6 – Projeto Físico

A partir do Diagrama Final mostrado na Ilustração 33, inicia-se a última etapa da modelagem, o Projeto Físico. O objetivo agora é desenvolver os armazéns de dados e o tipo de dado que está armazenado neles.

A Ilustração 43 define uma visão de software para o modelo proposto. Cada retângulo corresponde a um armazém de dados e cada linha dentro destes corresponde a um atributo. Destes, tem-se os tipos de dados a ser inserido por um responsável, seja um analista de compras ou controler de finanças. Os tipos de dados encontrados no diagrama são: Data, número, texto e Moeda.

Desta forma, obtiveram-se os seguintes exemplos de visões das Tabelas finais e dos dados.

Ilustração 34 – Entidade Projeto

ID_PROJETO	DATA_INICIO	DATA_CONCLUSÃO
15	01/02/2009	29/07/2013
20	01/08/2009	01/08/2014
25	01/05/2005	01/06/2007

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 35 – Entidade Utilização

ID_FORNE	ID_ITEM	ID_PROJETO	DATA_ALOC
11	11 001 001 AA	15	15/09/2010
12	11 281 002 AB	15	31/07/2010
11	11 001 001 AA	20	15/09/2010

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 36 – Entidade FORNE_ITEM

ID_FORNE	ID_ITEM	LEAD_TIME_PROTO	LEAD_TIME_PRODUÇÃO
11	11 001 001 AA	120	90
12	11 281 002 AB	90	90
9	08 012 003 AA	210	120

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 37 – Entidade Fornecedor

ID_FORNE	NOME	ENDEREÇO	CEP	FONE
11	MWM	Avenida Nações Unidas	04795-000	3882-3200
12	MAIA	Avenida Eusébio Queirós	61760-000	3260-7070
9	VISTEON	Avenida O Bérghamo	07232-151	2678-9122

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 38 – Entidade Resposta_Forne

ID_FORNE	ID_ITEM	ID_SOL_COMPRAS	DATA_PREV_CHEGADA
11	11 001 001 AA	400	29/03/2012
12	11 281 002 AB	450	04/05/2012
9	08 012 003 AA	561	13/04/2012

DATA_RESPOSTA	COTAÇÃO_INVEST	COTAÇÃO_UNIT	QUANT_SOLIC
02/02/2012	R\$ 1.200.000,00	R\$ 15.000,00	8
02/03/2012	R\$ 0,00	R\$ 1.000,00	10
26/02/2012	R\$ 100.000,00	R\$ 500,00	5

DATA_APROV_ENG	DATA_APROV_FIN
03/02/2012	04/02/2012
03/03/2012	05/03/2012
28/02/2012	03/03/2012

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 39 – Entidade Solic_Compras

ID_SOL_COMPRAS	DATA_CRIAÇÃO	TIPO	ID_FUNC
400	02/01/2012	PROTOTIPO	NGOMES2
450	02/02/2012	PROTOTIPO	GPENHA
561	26/01/2012	FERRAMENTAL	JTOMAZ2

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 40 – Entidade Montagem

ID_CONJUNTO	ID_ITEM	NIVEL_MONTAGEM
11 001 001 AA	11 281 001 AA	3
01 001 001 AA	01 020 001 AA	2
01 001 001 AA		1

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 41 – Entidade Item

ID_ITEM	NOME	GRUPO	SUBGRUPO
11 281 001 AA	Parafuso do Suporte do Chassis	CHASSIS	SUPORTES
01 020 001 AA	Ventilador do Motor	MOTOR	SISTEMA ARREFECIMENTO
01 001 001 AA	Motor 3.0 MWM	MOTOR	MOTOR

COMPOSIÇÃO	PESO	SOURCE	UNIDADE
FERRO	0,01	BUY	PC
PLASTICO	2	BUY	PC
	280	BUY	CONJUNTO

DETALHE
FASTERS
CARRY OVER T4
CARRY OVER T4

Fonte: Elaboração Própria

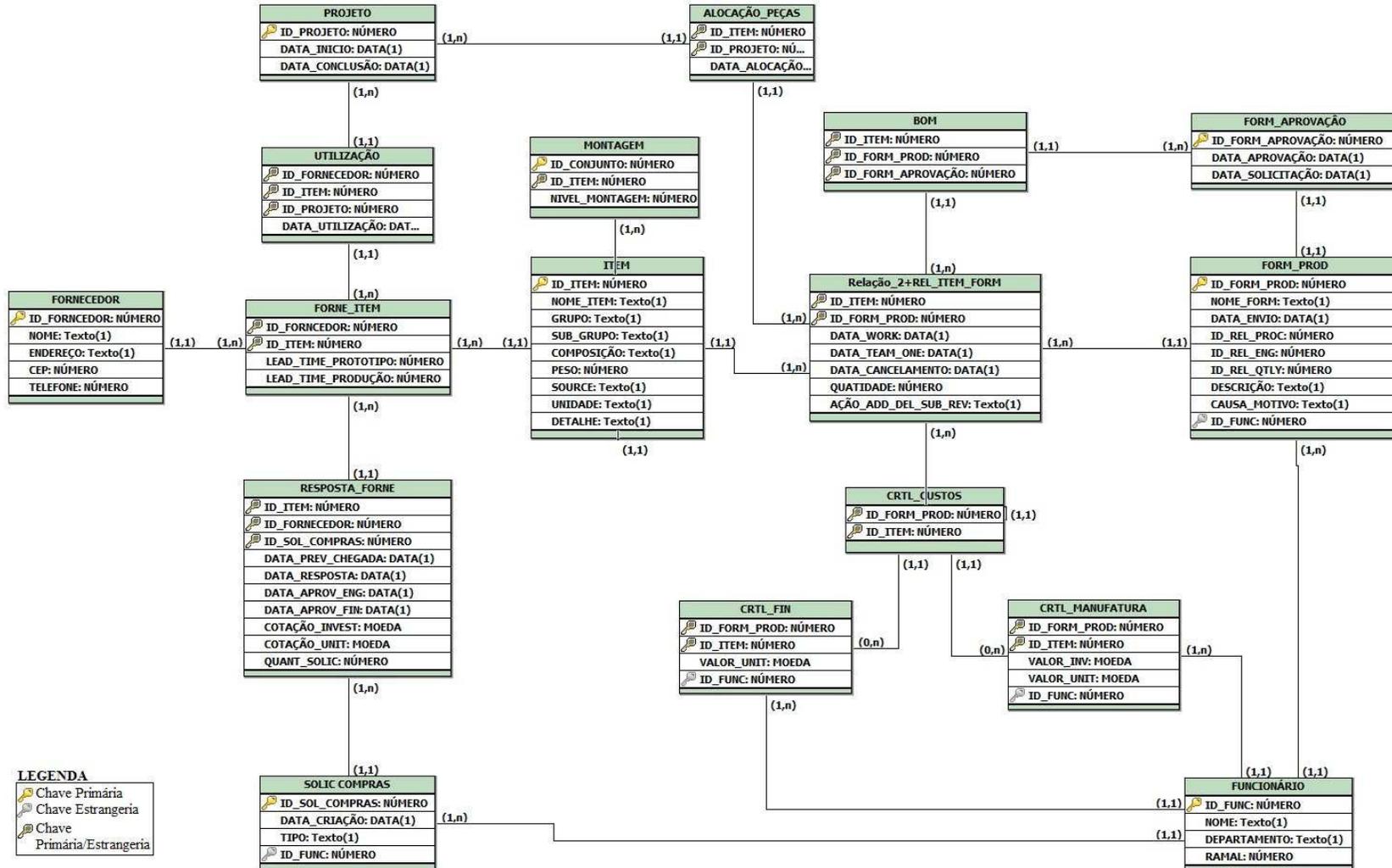
Ilustração 42 – Entidade Rel_Item_Form

ID_ITEM	ID_FORM_PROD	DATA_WORK	DATA_TEAM_ONE
11 281 001 AA	331	08/08/2011	
01 020 001 AA	400	07/04/2011	07/05/2011
01 001 001 AA	400	07/04/2011	07/05/2011

DATA_CANCELAMENTO	QUANTIDADE	AÇÃO
	1	DEL
	1	ADD
	1	ADD

Fonte: Elaboração Própria

Ilustração 43 – Projeto Físico das Entidades



Fonte: Elaboração Própria.

3.3 Considerações Finais do Estudo de caso

Chega-se, portanto, inferir que a adequada utilização da modelagem Entidade Relacionamento pode auxiliar na racionalização do processo de Mudanças de Engenharia no Desenvolvimento de Produtos.

Antes da Modelagem, o processo de Gerenciamento de Mudanças de Engenharia da Empresa utilizava 7 entidades e 184 atributos para a manutenção dos dados. Isto consumia tempo dos analistas para atualização. Após a modelagem, obteve-se 16 entidades e 83 atributos, menos da metade encontrada no início do Estudo.

Porém, vale ressaltar que nem todos os atributos iniciais correspondiam a dados, mas sim a métodos. Um exemplo disto é status do formulário de produto que consiste em um método que indica o progresso do formulário no processo e feito a partir da data de *work* e aprovação. Também, ao analisar o modelo proposto, tem-se que muitos atributos serão atualizados automaticamente a partir de uma entrada no banco de dados. É o caso do *Id_Form_Prod* e *Id_Item*, necessários para diversas entidades.

Por fim, mostrou-se o BOM como um depósito de informações. Este fato liberou uma pessoa da função de manutenção e atualização do mesmo. Alguns controles não foram mais necessários da forma como existiam, caso do controle de logística e compras.

4 CONCLUSÕES

Ao longo do Estudo, o trabalho objetivou-se em definir a Modelagem de Banco de dados, coletar os dados do processo e aplicar o modelo no Gerenciamento de Mudanças de Engenharia no Desenvolvimento de Produtos, conforme o explicado a seguir.

Para a Modelagem de Banco de Dados foram definidas três etapas. A primeira, o projeto Conceitual objetivou-se em identificar as entidades e os relacionamentos existentes na realidade da empresa. O segundo, o projeto Lógico analisou as relações encontradas, associou os atributos as entidades e escolheu as chaves de cada uma destas. Também, nesta etapa inicia-se o processo de normalização com o objetivo de simplificar as entidades e analisar a relação entre os atributos e chaves. Por seguinte, o projeto Físico definiu como serão as tabelas finais no banco de dados.

Assim, os dados necessários foram obtidos através de consultas aos documentos da empresa. Com isso, os Atributos foram identificados, tais como: O número do formulário de produto, código do item, data de aprovação do formulário, fornecedor, projeto, formulário de aprovação.

As entidades foram selecionadas a partir das planilhas eletrônicas existentes e, somando a isso, mais algumas que foram consideradas importantes para o Estudo de caso, como os casos das entidades Item, Projeto e Fornecedor.

Uma vez verificados os dados, foram aplicados os três projetos do modelo ao Estudo de Caso. Na Etapa 4, utilizou-se o projeto Conceitual para formar as relações entre as 11 entidades identificadas no Quadro 12. Por seguinte, na Etapa 5, utilizou-se o projeto lógico para analisar os relacionamentos formados e admitir os atributos, de modo a identificar as chaves, finalizando com o diagrama final presente na Ilustração 33. A partir disto, na Etapa 6, o projeto Físico foi utilizado para determinar as tabelas e os tipos de dados associados aos atributos, finalizando os três projetos da modelagem de banco de dados.

A partir da coleta de dados foi identificado que a empresa utilizava no processo 7 entidades e 184 atributos. Após a aplicação do modelo, obteve-se 16 entidades e 83 atributos. Logo, o total de atributos necessários para a manutenção do processo foi reduzindo.

Também, mostrou-se o BOM como um depósito de informações. Este fato liberou uma pessoa da função de manutenção e atualização da lista de materiais citada. Alguns controles não foram mais necessários da forma como existiam, caso dos controles de logística e compras.

Em resumo, os objetivos deste trabalho foram atingidos, pois a proposta de Banco de Dados para o processo de Mudanças de Engenharia no Desenvolvimento de Produtos foi alcançada por meio do diagrama presente na Ilustração 43.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a implementação do Banco de Dados no processo para se concretizar a racionalização de mão-de-obra e identificação de melhorias. Também, aplicar o modelo proposto para outras empresas que utilizam o Gerenciamento de Mudanças de Engenharia no Desenvolvimento de Produtos visando a comparação entre os modelos. Por último, recomenda-se desenvolver um software com base neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A. P. **Modelagem de Dados – Teoria e Prática**. Saber Digital: Revista Eletrônica do CESVA, Valença, v. 1, n. 1, p. 33-69, mar./ago. 2008.

BAZZOTTI, Cristiane; GARCIA, Elias. **A importância do sistema de informação gerencial para tomada de decisões**. VI Seminário do Centro de Ciências Sociais Aplicadas de Cascavel, Paraná, 2007. Disponível em: <http://www.unioeste.br/campi/cascavel/ccsa/VISeminario/Artigos%20apresentados%20em%20Comunica%C3%A7%C3%B5es/ART%203%20-%20A%20import%C3%A2ncia%20do%20sistema%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o%20gerencial%20para%20tomada%20de%20decis%C3%B5es.pdf>

BUENO, M. R. ; BORSATO, M. . **Gerenciamento de Mudanças de Engenharia: Conceitos e Tendências**. 2011. Apresentado no 8ª Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP, Porto Alegre, RS, 2011.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados. Tradução da 6ª Edição Americana**. Editora Edgard Blucher Ltda. Campus, 1999.

GANE, Chris. **Desenvolvimento rápido de sistemas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988.

HEUSER, Carlos A.. **Projeto de Banco de Dados**. Instituto de Informática da UFRGS, 4ª Edição, 1998.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informações gerenciais**. 7ª edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LAVOR JUNIOR, José Ivo Leitão de; **Análise e proposta de melhoria no processamento de dados e obtenção de informações utilizando modelagem entidade relacionamento**. Monografia, Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção, Fortaleza, 2009.

MENEGHETTI, Ângelo Rogério. **Sistemas de Informações como Instrumento de Gestão**. Disponível em: <http://www.helionet.varginha.com.br/unifor/meneghetti.pdf>. Acessado em 15 de abril de 2012.

OLIVEIRA, Cristiano Bevitori Maffia de. **Estruturação, identificação e classificação de produtos em ambientes integrados de manufatura**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1999.

RAMOS, Jansy Moreira. **Aplicação de um modelo para a melhoria de indicadores de qualidade de telefonia fixa utilizando reengenharia de processos no apoio ao Modelo de Banco de Dados**. Monografia, Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção, Fortaleza, 2007.

ROZENFELD, H. ; FORCELLINI, F.; AMARAL, D.; TOLEDO, J. ; SILVA, S.; ALLIPRANDINI, D.; SCALICE, R. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. 1. Edição, São Paulo: Saraiva, 2006.

SOARES, Sílvia Pereira de Macedo. **Dominando ERWIN: modelagem de dados para bancos Oracle**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2003.

APÊNDICE A – Dicionário de Dados do Estudo de Caso

Atributo	Significado
Ano	Ano de criação do formulário
Área	Área do responsável pela modificação
Área pendente de aprovação	Indica qual a área está pendente para a aprovação do formulário
Área solicitante	Identificar área funcional solicitante do formulário
Causa/ Motivo da Modificação	Explicar o porquê da modificação
Código do 1ª nível de montagem	Código do primeiro nível de montagem que caracteriza o conjunto de peças
Código do 2ª nível de montagem	Código do segundo nível de montagem que caracteriza o conjunto de peças
Código do 3ª nível de montagem	Código do terceiro nível de montagem que caracteriza o conjunto de peças
Código do item adicionado	Código de identificação do item a ser adicionado ao produto
Código do item deletado	Código de identificação do item a ser deletado do produto
Colocação de pedido de ferramental	Data de solicitação formal ao fornecedor para iniciar o investimento em ferramental
Comentários	Observações feitas pelo analista para auxiliar o processo ou controle
Cotação de ferramental	Valor do investimento em ferramental negociado com o fornecedor
Cotação enviada (S/N)	Indica se o analista de compras responsável pelo item já enviou o valor do item negociado com o fornecedor (Sim ou Não)
Cotação total	Valor total negociado com o fornecedor
Cotação Unitária	Valor unitário negociado com o fornecedor
Data de aprovação da SC protótipo	Data de aprovação da solicitação de compras para protótipo
Data de Aprovação do novo formulário	Data final do novo formulário no processo de mudança de engenharia
Data de aprovação SC ferramental	Data de aprovação da solicitação de compras para investimento no fornecedor
Data de Cancelamento	Data de cancelamento do formulário correspondente
Data de Criação	Data de criação do formulário de aprovação pelo analista de finanças
Data de envio para aprovação de Compras	Data de envio para aprovação do gerente de Compras
Data de envio para aprovação de Engenharia	Data de envio para aprovação do gerente de Engenharia
Data de envio para aprovação de Finanças	Data de envio para aprovação do gerente de Finanças
Data de envio para aprovação de Gestão de Projetos	Data de envio para aprovação do gerente de Gestão de Projetos

Data de envio para aprovação de Manufatura	Data de envio para aprovação do gerente de Manufatura
Data de envio para Team One	Data de envio para aprovação do comitê de interno entre as áreas funcionais
Data de promessa área pendente	Data de promessa da área pendente para a aprovação do formulário
Data de promessa da Engenharia	Data de promessa da engenharia para enviar o desenho 2D para o fornecedor
Data de solicitação	Data que o engenheiro responsável solicita a criação do formulário
Data de work	Data de início do processo de mudança de engenharia
Data liberação Final	Data final do processo de mudança de engenharia
Descrição da modificação do item	Descrição correta da proposta de mudança
Desenho 2D Final Status	Indica o status do desenho 2D
Detalhe	Classifica o item de acordo com a padronização, pode ser Fasterns, Carry over, new.
Dia de requisição de Material para a produção	Data para requisição de material contida no cronograma de projeto
Dia de requisição de Material para o protótipo	Data para requisição de material contida no cronograma de projeto
Documentação assinada pelo fornecedor	Indica se a documentação foi assinada pelo fornecedor
Ferramental para protótipo Engenharia	Indica se vai existir investimento em ferramental para item protótipo
Formulário Aprovado (S/N)	Indica se o formulário correspondente foi aprovado (Sim ou Não)
Fornecedor	Identifica o fornecedor para a respectiva peça
Grupo	Identifica o grupo ou conjunto pertencente ao item, como motor, carroceria, chassis.
Liberação da permissão para o molde	Indica se já houve aprovação para iniciar o molde para o item
Negociação	Identifica se o item foi ou está sendo negociado em termos de valor
Nível de montagem	Identifica o nível de montagem em um conjunto ou subconjunto
Nome do item adicionado	Nome correspondente ao item a ser adicionado ao produto
Nome do supervisor	Nome do responsável pela área funcional responsável pela solicitação da modificação
Nome formulário	Nome do formulário de produto
Nome responsável	Nome do engenheiro responsável diretamente pela solicitação
Nomes do item adicionado	Nome correspondente ao item a ser adicionado ao produto
Nomes do item excluído	Nome correspondente ao item a ser deletado do produto
Novo formulário revisando o item	Nome do novo formulário de produto que esteja revisando o anterior
Número da SC para protótipo	Número sequencial de Solicitação de Compras
Número de formulário	Número sequencial para cadastro de formulário de Produtos

Número de SC para ferramental	Número sequencial de Solicitação de Compras para ferramental de fornecedor
Número do novo formulário	Número do novo formulário de produto que esteja revisando o anterior
Número do pedido	Indica o número do pedido formal do item para o fornecedor
Número do pedido SC ferramental	Indica o número do pedido formal do item para o fornecedor
Número relatório de Engenharia	Número sequencial para cadastro de relatório de Engenharia
Número relatório de Processo	Número sequencial para cadastro de relatório de Processo
Número relatório de Qualidade	Número sequencial para cadastro de relatório de Qualidade
Observações	Informações adicionais para ajudar a entender a modificação proposta no formulário
Observações gerais de cada item	Informações adicionais para ajudar na identificação de um item ou conjunto
Origem item adicionado	Identifica o source do item, podendo ser buy, make, importado ou carry over
Origem item deletado	Identifica o source do item, podendo ser buy, make, importado ou carry over
Pedido de compra colocado (S/N)	Indica se o analista de compras responsável pelo item já enviou a solicitação formal de compra do item para o fornecedor (Sim ou Não)
Pedido de ferramental colocado (S/N)	Indica se o analista de compras responsável pelo item já autorizou o fornecedor a iniciar o investimento em ferramental (Sim ou Não)
Permissão para iniciar o molde enviado (S/N)	Indica se já existe permissão para inicial o molde (Sim ou Não)
Peso	Peso em quilogramas do item
Previsão de chegada	Data de previsão de chegada do item
Projeto	Identifica o projeto correspondente ao formulário de produto
Quantidade	Quantidade de itens solicitados
Quantidade de itens	Identifica a quantidade de itens que está sendo adicionado ou excluídos do produto
Quantidade estimada na fase anterior do projeto	Quantidade de cada item, estimadas para o primeiro BOM na fase de projeto conceitual
Quantidade informada na última revisão do BOM	Quantidade de cada item informada pelo engenheiro antes da consolidação do BOM na fase de projeto detalhado
Ramal do Responsável	Ramal do gerente responsável pela respectiva área funcional, presente no formulário de aprovação
Relação entre item deletado adicionado	Identifica se existe relação entre os itens adicionados e excluídos, podendo ser caracterizados como adicionar (add), deletar (del), substituir (sub), revisão (ver)
Relatórios (S/N)	Identifica se existe relatórios em anexo (Sim ou Não)

Responsável de Compras	Nome do responsável pela solicitação na área funcional correspondente
Responsável de Finanças	Nome do responsável pela solicitação na área funcional correspondente
Responsável de Manufatura	Nome do responsável pela solicitação na área funcional correspondente
Responsável pela Área	Gerente da área funcional correspondente
Responsável pelo item	Nome do engenheiro responsável diretamente pelo item
SC aprovada por Engenharia (S/N)	Indica se a solicitação de compras foi aprovada pelo gerente de engenharia (Sim ou Não)
SC aprovada por Finanças (S/N)	Indica se a solicitação de compras foi aprovada pelo gerente de finanças (Sim ou Não)
SC enviada (S/N)	Indica se a solicitação de compras foi aprovada (Sim ou Não)
SC para protótipo aprovada (S/N)	Indica se a solicitação de compras foi aprovada (Sim ou Não)
Status colocação de pedido SC	Indica o status da solicitação de compras no processo
Status do Formulário	Identifica o progresso do formulário no processo
Status SC ferramental	Indica o status da solicitação de compras de ferramental no processo
Subgrupo	Identifica o subgrupo ou subconjunto pertencente ao item, como ar condicionado, freio dianteiro.
Tempo de desenvolvimento de produção	Lead time de desenvolvimento do respectivo item para produção
Tempo de desenvolvimento de protótipo	Lead time de desenvolvimento do respectivo item para protótipo
Última data para desenho produção	Última data permitida para envio do desenho de produção sem atrasar o cronograma
Última data para desenho protótipo	Última data permitida para envio do desenho de protótipo sem atrasar o cronograma
Última data para envio do Formulário	Última data permitida para envio do Formulário sem atrasar o cronograma
Unidade	Identifica a unidade correspondente, como litro, peça, conjunto.
Valor de investimento de Compras	Valor necessário para o investimento no fornecedor
Valor de investimento de Manufatura	Valor necessário para o investimento interno
Valor de investimento total adicionado	Soma dos valores totais de investimento que serão necessários para os itens adicionados
Valor de investimento total deletado	Soma dos valores totais de investimento que não serão mais necessários para os itens deletados
Valor estimado para o ferramental	Valor estimado do ferramental fornecido por finanças par auxiliar a negociação
Valor estimado para o item	Valor estimado do item fornecido por finanças par auxiliar a negociação
Valor negociado total	Valor final total negociado com o fornecedor
Valor negociado unitário	Valor final negociado com o fornecedor

Valor total de investimento	Soma entre os valores de investimento de compras e manufatura
Valor total unitário	Soma entre os valores unitário de compras e manufatura
Valor unitário de Compras	Valor negociado com o fornecedor do respectivo componente
Valor unitário de Finanças	Valor estimado para um componente para auxiliar compras na negociação com os fornecedores ou valor dos itens importados ou carry over no banco de dados corporativo.
Valor unitário de Manufatura	Valor unitário calculado para os itens feitos internamente na empresa
Valor unitário total adicionado	Valor total adicionado do produto devido a modificação, multiplicado pela quantidade
Valor unitário total deletado	Valor total excluído do produto devido a modificação, multiplicado pela quantidade