



KENNER PAULO DE MORAIS ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOFTWARE
ERP DE ACORDO COM A NORMA ISO/IEC
9126**

**LAVRAS - MG
2010**

KENNER PAULO DE MORAIS ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOFTWARE ERP DE ACORDO
COM A NORMA ISO/IEC 9126**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador:

Dr. Paulo Henrique de Souza Bermejo

**LAVRAS - MG
2010**

KENNER PAULO DE MORAIS ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOFTWARE ERP DE ACORDO
COM A NORMA ISO/IEC 9126**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

APROVADA em ____ de _____ de _____

Dr. Antônio Maria Pereira de Resende UFLA

Dr. Rêmulo Maia Alves UFLA

Dr. Paulo Henrique de Souza Bermejo

Orientador

LAVRAS – MG

2010

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, saúde e direção.

A Paulo de Almeida e Giovana de Moraes Almeida, pelo apoio incondicional e sábios conselhos durante toda minha vida. Aos meus irmãos, Kelton e Kezer pela atenção e carinho.

Ao professor orientador Dr. Paulo Henrique de Souza Bermejo, pela atenção e valiosos conselhos durante o desenvolvimento deste trabalho.

A Universidade Federal de Lavras por me proporcionar uma excelente estrutura durante estes anos de estudos.

A todos os professores e amigos do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras.

A todos meus amigos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

A aparente diminuição das distâncias geográficas resultante da globalização faz com que a concorrência entre as organizações, seja cada vez mais acirrada. Deste modo, as empresas buscam soluções para se manterem no mercado perante as concorrentes e a Tecnologia da Informação tem sido uma forte aliada para o encontro de soluções inteligentes, dentre as quais se destaca o Planejamento de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning – ERP*). Neste contexto, a medida que cresce a gama de possibilidades por soluções de TI, cresce também a preocupação com a qualidade destas soluções. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de produto de software de Planejamento de Recursos Empresarias de acordo com a norma ISO/IEC 9126. Para a realização desta avaliação, inicialmente, foram identificados alguns produtos de software ERPs, além de modelos de avaliação da qualidade de software. Finalizando, foi avaliada a qualidade do Produto de Software ERP selecionado, de acordo com o modelo identificado que melhor atendeu o objetivo do presente trabalho. Além disto, foram propostas melhorias para os requisitos que não atenderam os padrões de qualidade.

Palavras-chave: Qualidade de Software. Planejamento de Recursos Empresariais. Norma ISO/IEC 9126.

ABSTRACT

The apparent decline in the geographic distances resulting from globalization makes the competition among organizations, more and more fiercer. Companies look for solutions to remain in the market, face competitors and, Information Technology (IT), has been a strong ally for finding intelligent solutions, among the ones that stands out the ERP. This way as the range of possibilities for IT solutions improves, so the same happens to the concerns with the quality of those solutions. This study aimed to evaluate the Quality of Software Product of ERP in accordance with ISO/IEC 9126. To accomplish this evaluation, initially, some software ERP products were be identified, besides also evaluate models of Software quality. Finally it was evaluated the quality of ERP software product selected, according to the identified model that best met the objective of this work. In addition, improvements were proposed to the requirements that do not met quality standards

Keywords: Software Quality. Enterprise Resource Planning. Standard ISO/IEC 9126.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Qualidade de software durante seu desenvolvimento. Fonte: NBR ISO/IEC 9126-1 Adaptado de Guerra e Colombo (2009).....	23
Figura 2 Atividades básicas de um Sistema de Informação	277
Figura 3 Evolução do MRP até o ERP. Fonte: Adaptado de Corrêa et al. (1999, pag. 350).....	299
Figura 4 Estrutura típica de funcionamento de um sistema ERP. Fonte: Davenport, Thomas (1998).....	31
Figura 5 Etapas de avaliação de acordo com Colombo (2004).....	388
Figura 6 Relação entre as normas ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126. Adaptado de ISO/IEC 9126 (2003).	433
Figura 7 Modelo de qualidade de McCall. Adaptado de Guerra e Colombo (TI).	455
Figura 8 Desenho das etapas da pesquisa para concluir o objetivo.....	55
Figura 9 Visão geral de como proceder para instalar o ERP Compiere.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Conceitos básicos em Sistema de Informação, Adaptado de Laudon & Laudon (1996).....	26
Tabela 2	Atividades básicas de um Sistema de Informação – Evolução do MRP até o ERP	29
Tabela 3	Normas da série ISO/IEC 14598: “Status” em (2009).....	39
Tabela 4	Características da Qualidade de Software de acordo com a ISO/IEC 9126-1.....	41
Tabela 5	Normas da série ISO/IEC 9126: “Status” em (2009).....	42
Tabela 6	Identificação de alguns softwares ERPs do mercado.....	47
Tabela 7	Resultado da aplicação dos critérios para a escolha do ERP a ser avaliado.....	57
Tabela 8	Resultado da aplicação dos critérios para a seleção do modelo para avaliar o ERP escolhido.....	59
Tabela 9	Características, Sub-características, Lista de Verificação e Valor Medido.....	63
Tabela 10	Resultados dos testes de usabilidade com uma amostra casual de usuários.....	74
Tabela 11	Características, Sub-características, Lista de Verificação e Valor Medido.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

ERP	Enterprise Resource Planning – Planejamento de Recursos Empresariais
MRP	Material Requirement Planning – Planejamento das Necessidades de Materiais
MRP II	Manufacturing Resource Planning – Planejamento de Recursos da Manufatura
ISO	International Organization for Standardization – Organização Internacional para Padronização
IEC	International Engineering Consortium – Comissão Eletrotécnica Internacional
TI	Tecnologia da Informação
SaaS	Software as a Service – Software como um Serviço
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CASE	Computer-Aided Software Engineering – Engenharia de Software Auxiliada por Computador
DRP	Distribution Requirement Planning – Planejamento das Necessidades de Distribuição
SOP	Sales and Operation Planning – Planejamento de Vendas e Operação
RCCP	Rough Cut Capacity Planning – Planejamento Grosseiro de Capacidade
CRP	Capacity Requirement Planning – Planejamento das Necessidades de Capacidade
PUR	Purchasing - Compra
SFC	Shop Floor Control – Controle do Chão de Fábrica
MPS	Master Production Schedule – Plano Mestre de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Apresentação	12
1.2	Definição do problema.....	15
1.3	Objetivo Geral.....	15
1.4	Objetivos Específicos.....	16
1.5	Justificativa	16
1.6	Estrutura do Trabalho	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	Apresentação	19
2.2	que é <i>software</i> ?.....	19
2.2.1	Qualidade de <i>software</i>	21
2.2.2	Qualidade de Processo de <i>Software</i>	21
2.2.3	Qualidade do Produto de <i>Software</i>	22
2.3	<i>Software</i> livre	23
2.4	Sistemas de informação	24
2.5	Sistemas de <i>Software</i> ERP: histórico e definição	27
2.5.1	Visão Geral dos Sistemas de Software ERP.....	30
2.5.2	Custos e riscos da implementação de um Sistema ERP.....	32
2.6	Normas e modelos aplicados à qualidade de produtos de <i>software</i>	34
2.6.1	Introdução e histórico das normas	35
2.6.2	A norma ISO/IEC 12119.....	36
2.6.3	A norma ISO/IEC 14598.....	38
2.6.4	A norma ISO/IEC 9126.....	40
2.7	Modelos de avaliação da qualidade de produtos de Software	43
2.7.1	O modelo de Qualidade McCall	44
2.7.2	O modelo de qualidade do MEDE-PROS	46
2.8	Identificação de alguns produtos de Software ERP existentes no mercado.....	47
2.8.1	Compiere.....	47
2.8.2	eGestor	49
2.8.3	Oracle.....	49

2.8.4	SAP.....	50
3	METODOLOGIA.....	52
3.1	Métodos de pesquisa.....	52
3.1.1	Natureza de pesquisa	52
3.1.2	Abordagem do problema de pesquisa	53
3.1.3	Características do objetivo da pesquisa.....	54
3.1.4	Procedimentos técnicos.....	54
3.2	Desenho da Pesquisa.....	55
4	RESULTADOS	56
4.1	Definição dos critérios de seleção do ERP que será avaliado neste trabalho	56
4.1.1	Resultado da aplicação dos critérios para escolha do sistema ERP a ser avaliado	56
4.1.2	Justificativa complementar da escolha do ERP Compiere	57
4.2	Definição dos critérios de seleção do modelo para avaliar o ERP escolhido	58
4.2.1	Resultado da aplicação dos critérios para a escolha do modelo para realizar a avaliação	59
4.2.2	Justificativa complementar da escolha do modelo MEDE-PROS	59
4.3	Funcionamento da avaliação de acordo com o modelo MEDE-PROS	60
4.4	Ambiente onde foi feita a avaliação do ERP Compiere.....	62
4.5	Passos básicos para a instalação do Compiere	62
4.6	Avaliação do produto de Software Compiere.....	63
4.6.1	A Lista de Verificação	63
4.6.2	Manual do Avaliador	64
4.7	Justificativas da avaliação e dos valores medidos	66
4.7.1	Sub-características de Funcionalidade	66
4.7.2	Sub-características de Confiabilidade.....	70
4.7.3	Sub-características de Usabilidade	73
4.7.4	Sub-características de Eficiência	75
4.7.5	Sub-características de Manutenibilidade.....	77
4.7.6	Sub-características de Portabilidade	80
4.8	Modelo de Relatório	85

4.9	Proposta de melhoria da qualidade do produto de Software ERP Compiere.....	85
4.9.1	Proposta de melhoria para a característica Funcionalidade.....	87
4.9.2	Proposta de melhoria para a característica Confiabilidade.....	86
4.9.3	Proposta de melhoria para a característica Manutenibilidade	88
4.9.4	Proposta de melhoria para a característica Portabilidade	87
4.10	Discussão dos resultados do trabalho.....	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
5.1	Conclusão.....	90
5.1.1	Limitações do trabalho.....	90
5.1.2	Avaliação sobre o atendimento dos objetivos do trabalho	91
5.2	Trabalhos futuros.....	93
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Para a conquista e manutenção da competitividade, as empresas buscam cada vez mais a sua eficiência e a tecnologia tem sido uma grande aliada neste processo. A tecnologia da informação está inserida neste contexto, vindo a contribuir com as empresas na busca da elevação de sua eficiência através da melhoria dos fluxos de informação (Andrade 2002). Com a grande competitividade entre as organizações, tem-se o aumento da busca por soluções que possam permitir um melhor controle e retorno das atividades ocorridas. Neste contexto, Keen (1996) afirma que, a tecnologia da informação se tornou componente essencial do estilo competitivo das empresas.

De acordo com Albertin (1999), as organizações têm buscado um uso cada vez mais intenso e amplo da Tecnologia da Informação (TI), utilizando-a como uma poderosa ferramenta, que altera as bases de competitividade, estratégicas e operacionais das empresas. As organizações passaram a realizar seu planejamento e criar suas estratégias voltadas para o futuro, tendo como uma de suas principais bases a TI, em virtude de seus impactos sociais e empresariais.

Entretanto, segundo Davenport e Short (1990), no início da década de 90, o uso da TI ainda era voltado somente para automatizar as atividades departamentais sem uma visão de integrar os processos. Souza (2000) afirma que, a ausência do enfoque em processos e as pressões para solução de problemas locais sobre os departamentos de TI, levaram ao desenvolvimento de sistemas isolados nas empresas. Davenport e Short (1990) citam que deste

modo, cada departamento (vendas, crédito, faturamento, outros) acreditava ter otimizado seu desempenho, mas o processo como um todo era lento e ineficiente. Além disto, os mesmos autores complementam que quando se utilizava a TI, era usualmente com a finalidade de acelerar ou automatizar componentes isolados de um processo. Com isto, surgiram problemas de comunicação entre os processos e barreiras para o seu redesenho. Visando suprir todos estes problemas surgiram os sistemas de informação integrados.

Alsène (1999) menciona que a idéia de sistemas de informação integrados existe desde a década de 60, com o início da utilização dos computadores em empresas, mas uma série de dificuldades de ordem tecnológica e prática não possibilitavam que esta visão fosse implementada em grande parte das empresas. Entretanto, Stair (1998) cita que, em pouco tempo, houve uma evolução que deu origem ao Planejamento das Necessidades de Materiais (*Material Requirement Planning* - MRP), passando pelo Planejamento dos Recursos da Manufatura (*Manufacturing Resource Planning* - MRP II), chegando ao Planejamento de Recursos Empresarias (*Enterprise Resource Planning* - ERP).

Pode-se dizer que o ERP é um sistema integrado de gestão, que possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa, sob uma única base de dados. É um instrumento para a melhoria de processos de negócios, como a produção, compras ou distribuição, com informações *on-line* e em tempo real. Em resumo, o sistema permite visualizar por completo as transações efetuadas pela empresa, desenhando um amplo cenário de seus negócios (Chopra e Meindl, 2003).

Apesar de inúmeras vantagens da utilização de um ERP, Padilha (2004) relata que, frequentemente, a implantação de um sistema ERP é complexa e demorada, gastando, em alguns casos, três ou quatro anos. Geralmente, um

sistema ERP divide-se em módulos cujas implantações são feitas em vários estágios. Um problema sério é que os prazos para a implantação desses módulos são críticos e raramente são cumpridos. Esses atrasos geram insatisfação dos clientes, pois resultam em custos adicionais não previstos.

Neste contexto, Wagle (1998) recomenda que, a decisão de implantar o ERP só deve ser tomada com base em um fluxo de caixa positivo, pois tratam-se de projetos nos quais o período de retorno do investimento (*payback*) é muito longo e o investimento é muito grande.

Como alternativa visando reduzir gastos com a implementação de sistemas ERP, Bacic (2003) citado por Dornelas (2009), menciona que a adoção do Software Livre pode trazer benefícios para a introdução da TI para tais organizações, diminuindo seus custos de implantação, apresentando uma outra possibilidade ao aprisionamento tecnológico imposto pelo software proprietário. Com isto, não se tem o gasto com a aquisição dos pacotes, ficando o consumo dos recursos financeiros por conta de treinamento, customização, etc.

Outra possível solução para redução de custos são ERPs do tipo Software como um serviço. SaaS é um acrônimo para a expressão “*Software as a Service*”. A ideia do SaaS é a construção de um sistema e oferecê-lo como um serviço, ou seja, o cliente não compra um sistema/software, mais sim adquirir o direito de utilizar um serviço (Claudio, 2008). Esta é uma nova tendência de mercado em se tratando de sistemas integrados de gestão empresarial.

À medida que cresce a gama de possibilidades dessas soluções de sistema de gestão, cresce também a preocupação com a qualidade desses sistemas. Pressman (1995) salienta que, diversos esforços foram feitos para desenvolver medições precisas da qualidade de software, e essas, às vezes, se frustraram pela natureza subjetiva da atividade. Neste contexto, visando avaliar a

qualidade de produto de software são criadas e, atualizadas periodicamente, normas internacionais e nacionais.

Neste âmbito, a norma ISO/IEC 9126 (ISO, 2003) define seis características que descrevem a qualidade de software. Segundo esta norma, tais características fornecem uma base para que se possa descrever a qualidade do software no qual se deseja avaliar. Além disto, essas características podem ser aplicadas em qualquer tipo de software, incluindo sistemas ERP. A norma ISO/IEC 9126 é voltada para pessoas relacionadas com desenvolvimento, aquisição, uso, suporte, manutenção ou auditoria de software .

Ainda segundo a mesma norma, esta é aplicável na definição dos requisitos de qualidade de software e na avaliação (medição, pontuação e julgamento) de produtos de software. Para se usar as seis características de qualidade com propósitos de definição e avaliação também é necessário estabelecer níveis de pontuação e critérios específicos para a organização ou para a aplicação ou para ambas.

1.2 Definição do problema

O presente trabalho visa responder a seguinte questão de pesquisa:

Como proceder na Avaliação de Qualidade em um Sistema de Software ERP?

1.3 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é: avaliar a qualidade de produtos de software ERP tendo como base a norma ISO/IEC 9126.

1.4 Objetivos Específicos

Para atender ao presente objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar um método de avaliação de qualidade de software atualizado, com base na norma ISO/IEC 9126;
- b) Avaliar a qualidade dos produtos de software ERP identificados a partir do método selecionado;
- c) Apresentar um plano de melhoria da qualidade do produto de software avaliado.

1.5 Justificativa

Laudon e Laudon (2007) mencionam que, as empresas estão investindo muito em sistemas de informação e tecnologias, visando atingir alguns objetivos organizacionais que são: a otimização da eficiência operacional, a busca de inovações em produtos, serviços ou modelos de negócios, atingirem um relacionamento mais estreito entre clientes e fornecedores, melhorar a tomada de decisão e alcançar uma vantagem competitiva.

Estima-se que, atualmente, existe uma forte tendência das organizações em implantarem sistemas ERP, as vezes redesenhando seus processos de negócio com o intuito de se ter uma base única de dados e informações mais precisas e confiáveis para uma melhor, mais precisa e eficiente tomada de decisão.

Neste âmbito, surgem alguns problemas dentre eles o alto custo para a aquisição de tais sistemas. Desta forma, muitas vezes, sendo inviável para pequenas e médias empresas. Para solucionar o problema do alto custo, existem no mercado sistemas ERP classificados como Software Livre. Além disto, há sistemas ERP que podem ser operacionalizados via WEB reduzindo, em grande parte dos casos, os custos para a aquisição de equipamentos para implantação do ERP.

Um fator importante para todas as pessoas envolvidas com esses sistemas integrados seja no uso, aquisição, desenvolvimento ou outro modo, é a qualidade. Para os usuários, a busca por um sistema com boa usabilidade é primordial. Para os desenvolvedores e/ou fornecedores, a alerta do que alterar para prover uma maior qualidade no seu produto e serviço.

Conforme afirmam Anjos e Moura (2005), a grande competitividade dos mercados globalizados tem criado uma enorme demanda por qualidade, motivando a comunidade de software para o desenvolvimento de modelos para a qualidade de software.

Diante de tais necessidades e motivado pelas dificuldades encontradas por pequenas e médias empresas com recursos financeiros escassos, este trabalho visa avaliar a qualidade do ERP, que será escolhido de acordo com critérios selecionados, para verificar se o sistema atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela norma ISO/IEC 9126.

Desta forma, este trabalho tenta mostrar que, existem soluções cabíveis para pequenas e médias empresas não serem esmagadas por grandes organizações, apenas pelo fator da Tecnologia da Informação. Além disto, tenta expor para empresas de qual porte for, que nem sempre é necessário investir em ERPs de alto custo para obter os resultados precisos. Tudo é uma questão de

conhecer as reais necessidades da organização e analisar profundamente se o sistema integrado se encaixa a tais necessidades.

1.6 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho encontra-se estruturado do seguinte modo:

- No capítulo 2 encontra-se o Referencial Teórico onde serão fundamentados os principais conceitos necessários para este trabalho.
- No capítulo 3 está definida a metodologia utilizada, contendo os métodos de pesquisa, além do desenho de pesquisa que visa esclarecer os passos necessários para alcançar os objetivos pré-estabelecidos.
- No capítulo 4 estão presentes os resultados da avaliação da qualidade do produto de software ERP escolhido, perante os critérios estabelecidos e justificados, além do plano de melhorias para o ERP avaliado.
- O capítulo 5 conclui o trabalho, além de analisar o atendimento dos objetivos do trabalho e direcionar possíveis trabalhos futuros.
- Finalizando, o capítulo 6 apresenta as referências bibliográficas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Apresentação

O referencial teórico inicialmente aborda conceitos de Qualidade de Software e Software Livre. Em seguida trata de Sistemas de Informação e Sistemas ERPs, além de mencionar algumas Normas e Modelos para Avaliação da Qualidade. Por fim identifica alguns dos principais Sistemas ERPs do mercado.

2.2 Qualidade de *software*

O termo qualidade vem do latim, *Qualitas*, e é utilizado em diversas situações, nem sempre tendo uma definição clara e objetiva, mas em geral é utilizado para significar a excelência de um produto ou serviço (Edwards, 1968).

Segundo Koscianski e Soares (2006), a ideia de qualidade é aparentemente intuitiva. No entanto, este conceito precisa ser bem definido para uma melhor compreensão do assunto. A norma ISO 8402 define qualidade como a totalidade das características de uma entidade que lhe possibilita satisfazer necessidades explícitas e implícitas.

Em geral, as necessidades explícitas são expressas na definição de requisitos propostos pelo produtor e as necessidades implícitas são aquelas que podem não estar expressas nos documentos do produtor, mas que são necessárias ao usuário (Gladcheff, 2001).

Para Pressman (1995), a qualidade de software é uma combinação complexa de fatores que vão variar conforme diferentes aplicações e clientes que

as solicitam. As necessidades de software solicitadas pelos clientes estão se tornando cada vez mais robustas, e assim, como resposta para atender essa gama de necessidades surgem diversas tecnologias.

A qualidade de software tem se aprimorado significativamente nos últimos 15 anos. Uma causa disto é o fato das empresas terem adotado novas técnicas e tecnologias, como o uso de desenvolvimento orientado a objetos e de ferramenta de apoio CASE associada. Além disso, contudo, tem havido uma conscientização maior da importância do gerenciamento de qualidade de software e da adoção de técnicas de gerenciamento de qualidade proveniente da manufatura de software (Sommerville 2007).

De acordo com Guerra e Colombo (2009), as organizações se têm deparado com projetos de software cada vez maiores, mais complexos e de grande impacto na sociedade. O software faz parte do cotidiano de toda a sociedade. Ele transfere fundos entre instituições financeiras, pilota aviões, controla equipamentos em centros médicos, diverte as crianças, torna possível pesquisa científica de grande complexidade aritmética e muito mais. O grande problema é que, em geral, a qualidade do software não é satisfatória, por não atender as necessidades dos usuários e apresentarem falhas.

Ainda segundo as mesmas, a qualidade de software continua, no entanto, necessitando melhorias. Um processo de qualidade não garante a produção de um produto de software de qualidade. Percebe-se, nesse ponto, uma lacuna nos esforços que vêm sendo realizados na busca pela qualidade de software. O processo, que irá resultar no produto de software, concentra seus esforços na busca pela qualidade do modo de produção e manutenção do software, ao passo que a qualidade do produto de software é focada com mais intensidade apenas quando ele já está pronto, por meio da avaliação de seu desempenho.

Alcançar um alto grau de qualidade nos produtos ou serviços é o principal objetivo da maioria das organizações. Desenvolver e entregar produtos com baixa qualidade e reparar os problemas e as deficiências existentes depois que os produtos foram entregues ao usuário, não é mais aceitável, nos dias atuais (Sommerville, 2003).

2.2.1 O que é *software*

É importante saber a definição de software, para assim então, desenvolver o assunto qualidade de software. Segundo Pressman (1997), software é:

- a) Instruções (programas de computador) que, quando executadas, produzem a função e o desempenho desejados;
- b) Estruturas de dados que possibilitam que os programas manipulem adequadamente a informação;
- c) Documentos que descrevem a operação e o uso dos programas.

2.2.2 Qualidade de Processo de *Software*

Já que foram definidos, anteriormente, os conceitos de qualidade (excelência de um produto ou serviço) e software (instruções, ou seja, programas de computador que, quando executadas, produzem a função e o desempenho desejados), agora será definido o conceito de processo para, a seguir, entender o conceito de Qualidade de Processo de Software. Pfleeger (2001) define processo como um conjunto de passos envolvendo atividades, limitações e recursos que produzem um resultado. Com isto, entendemos resumidamente a Qualidade de

Processo de Software, como a excelência de um conjunto de atividades realizadas para construir software.

Para se chegar num produto de software ou para a manutenção de um software já existente, são executadas diversas atividades, gerando diferentes subprodutos que são necessários para a concepção do software. Essas atividades podem ser agrupadas em processos, os quais definem, em geral, o conjunto de atividades, ferramentas e métodos utilizados no desenvolvimento de um determinado produto (Humphrey, 1989)

Tsukumo, et al (1997) afirma que, a qualidade é largamente determinada pela qualidade dos processos utilizados para o desenvolvimento. Deste modo, a melhoria da qualidade de software é obtida pela melhoria da qualidade dos processos.

2.2.3 Qualidade do Produto de *Software*

Conforme afirma Spinola (2003), quando entregamos a um cliente um pacote bem delimitado e identificado, podemos dizer que entregamos um produto.

Ainda de acordo com Spinola (2003), todo produto de trabalho de software, para ser gerado, necessita de um processo de software.

Para Tsukumo, et al (1997), a qualidade de um produto de software é resultante das atividades realizadas no processo de desenvolvimento do mesmo. Avaliar a qualidade de um produto de software é verificar, através de técnicas e atividades operacionais o quanto os requisitos são atendidos. Tais requisitos, de uma maneira geral, são as expressões das necessidades, explicitados em termos

quantitativos ou qualitativos, e têm por objetivo definir as características de um software, a fim de permitir o exame de seu atendimento.

Guerra e Colombo (2009) mencionam que, a qualidade de software deve ser avaliada durante seu desenvolvimento. Em seguida, deve-se avaliar o produto gerado e, por fim, o produto em uso, pois a qualidade do processo influencia a qualidade do produto e, da mesma forma, a qualidade do processo pode ser melhorada a partir da medição da qualidade do produto. A figura 1 ilustra as relações entre processo e produto de software e seus efeitos.

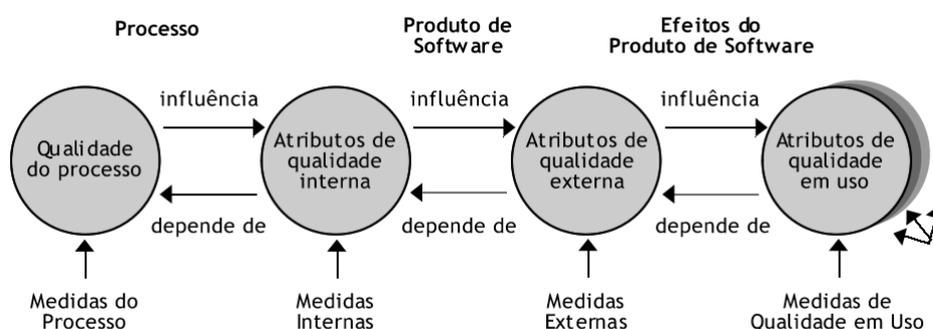


Figura 1 Qualidade de software durante seu desenvolvimento. Fonte: NBR ISO/IEC 9126-1 Adaptado de Guerra e Colombo (2009)

2.3 Software livre

Software Livre é o software disponível com a permissão para qualquer um usá-lo, copiá-lo e distribuí-lo, seja na sua forma original ou com modificações, seja gratuitamente ou com custo. Em especial, a possibilidade de modificações implica que o código fonte esteja disponível (Hexsel, 2002).

O modelo de Software Livre tem despertado interesse nos mais diversos segmentos da comunidade de software (governo, academia, indústria, outros) no Brasil e no exterior. O surgimento de uma rede virtual de desenvolvedores e usuários, complexa, auto-organizada, com motivações diversas, e a existência de novas formas de licenciamento de software sinalizam a introdução de novas variáveis no setor de software (Softex, 2005a).

Conforme afirma Reis (2003), uma proporção pequena, porém crescente de software vem sendo desenvolvida por grupos independentes, trabalhando geograficamente dispersos, segundo uma filosofia que pode ser descrita como original. Além disto, o software produzido por estes grupos, pode ser livremente utilizado e modificado por qualquer pessoa que se interessar. Ainda segundo o mesmo autor, originalmente raros e reduzidos, estes grupos vêm ganhando espaço gradualmente como organizações mais consolidadas, com nome próprio, equipe e missão: os Projetos de Software Livre.

Os mais de 20 anos de evolução permitiram ao modelo de Software Livre, avançar em diversos aspectos: técnico, político-estratégico, de adequação às necessidades dos usuários, de qualidade, segurança etc. Essa evolução é resultado de um conjunto heterogêneo de fatores e se trata, na verdade, de um processo evolutivo, cujos caminhos ainda estão sendo trilhados, envolvendo o desenvolvimento e a manutenção de software (e de material relacionado, como documentação), difusão, estímulo e apoio ao uso, chegando até a uma visão empresarial, que encontra no modelo de Software Livre uma nova opção de negócios (Softex, 2005a).

2.4 Sistemas de informação e Sistemas ERP

Definir o termo informação constitui uma tarefa bastante difícil, apesar de diariamente estarmos buscando, assimilando, trocando ou transmitindo informações, quando, por exemplo, acessamos a internet, participamos de um treinamento ou curso, nos comunicamos uns com os outros ou ensinamos outra pessoa (Junior 2008).

Ainda segundo o mesmo autor, muitas vezes o conceito de dado e informação são confundidos. Dado é o fato bruto e, por si só, pode ou não ser relevante. O termo informação deriva do latim *informare*, e significa “dar forma”. Deste modo, pode-se concluir que: a informação usa como matéria-prima os dados.

Além disto, Palmisano (2003) menciona que para utilizar dados na tomada de decisão, eles precisam ser tratados, ou seja, transformados em informação. Assim, informações são dados trabalhados para que sejam úteis.

Outro conceito que deve ser definido é o conceito de sistemas para posteriormente compreender melhor o termo Sistemas de Informação. Segundo Rezende (2005), sistemas podem ser definidos como um conjunto de partes que interagem entre si, com um objetivo comum.

Laudon & Laudon (2001) definem sistema de informação como um conjunto de componentes inter-relacionados para coletar, recuperar, processar, armazenar, e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações.

A tabela 1 abaixo apresenta algumas definições básicas dos conceitos mencionados acima.

Tabela 1 Conceitos básicos em Sistema de Informação, Adaptado de Laudon & Laudon (1996).

CONCEITO	DEFINIÇÃO BÁSICA
Dado	Elemento que representa eventos ocorridos na empresa ou circunstâncias físicas, antes que tenham sido organizados ou arranjados de maneira que as pessoas possam entender e usar.
Informação	Dado configurado de forma adequada ao entendimento e à utilização pelo ser humano.
Entrada	Ato e efeito de captura ou coleta de dados sejam internos ou externos à organização para processamento no sistema.

Tabela 1, conclusão

CONCEITO	DEFINIÇÃO BÁSICA
Processamento	Conversão, manipulação ou tratamento da matéria-prima que, entrando sob uma forma, assume outra diferente para ser compreensível pelo ser humano.
Saída	Saída e distribuição da informação processada às pessoas ou órgãos ou atividades, onde serão usadas para a tomada de decisão.
Realimentação	Saídas que retornam para apropriação pelos membros da organização para auxílio na avaliação ou correção de <i>input</i> .

A figura abaixo ilustra a relação dos conceitos citados acima.

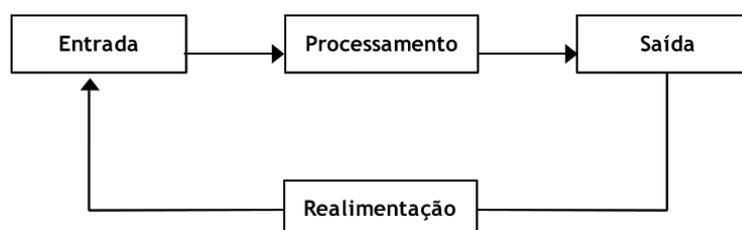


Figura 2 Atividades básicas de um Sistema de Informação. Fonte: Sistemas de Informação com Internet (Laudon e Laudon, 1999).

2.4.1 Sistemas de *Software* ERP: histórico e definição

Corrêa et al (1999), afirma que durante a década de 1960 surgiu uma nova técnica de Planejamento de Pedidos de Material, a qual foi chamada de MRP (*Material Requirement Planning*) e tinha o objetivo de ajudar a produzir e comprar apenas o necessário e no momento certo.

Já na década de 80, surgiu o sistema Planejamento de Recursos da Manufatura (*Manufacturing Resource Planning - MRP II*), que ampliou o sistema MRP. O novo sistema compartilhava informações com diversos outros departamentos funcionais fora da área de produção. Uma das principais características do MRP II era o armazenamento central de informações operacionais e o acesso a essas informações pelos departamentos que delas necessitavam (Gutierrez e Alexandre, 2005).

Ainda segundo Gutierrez e Alexandre (2005), com a evolução do MRP II, surgiu no início da década de 90, o ERP. O ERP incorporou, além das

funções antes contempladas pelo MRP II, as funcionalidades de finanças, custos, vendas, recursos humanos, entre outras, buscando integrar todos os departamentos da empresa. Na década de 90, o ERP, destacou-se como um dos aplicativos corporativos de maior expressão comercial. Ao final da década, a maior parte das grandes empresas já havia implantado algum tipo de Sistema de Gestão Empresarial.

Segundo Souza (2000), os sistemas ERP surgiram explorando a necessidade de rápido desenvolvimento de sistemas integrados, já que as empresas eram e, ainda são, pressionadas para terceirizarem todas as atividades que não pertencem ao seu foco principal de negócios. Além disto, contribuíram também para a expansão dos sistemas ERP, o amadurecimento das opções disponíveis no mercado, a evolução da tecnologia utilizada por esses pacotes (banco de dados relacionais, processamento cliente/servidor) e algumas histórias de sucesso de empresas no início da década.

A figura 3 ilustra a evolução dos módulos do MRP até o ERP.

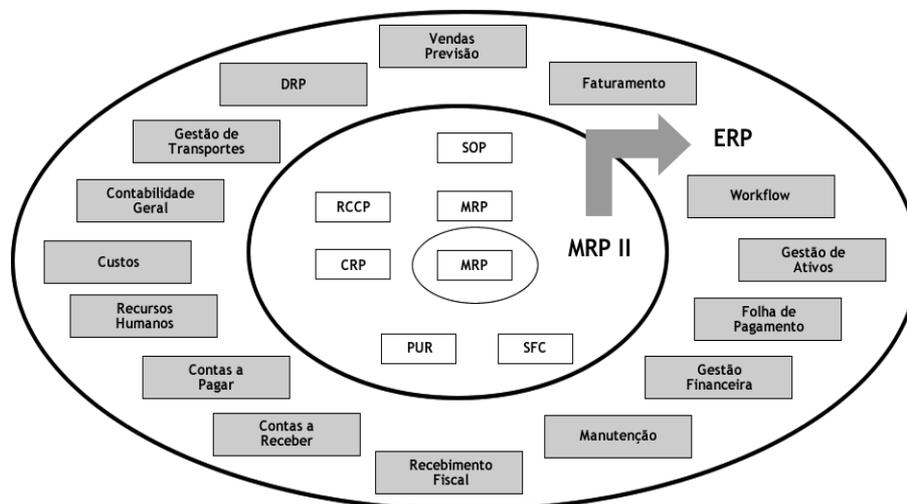


Figura 3 Evolução do MRP até o ERP. Fonte: Adaptado de Corrêa et al. (1999, pag. 350)

A tabela abaixo explica as siglas da figura acima.

Tabela 2 Atividades básicas de um Sistema de Informação – Evolução do MRP até o ERP

<i>Distribution Requirement Planning - DRP</i>	Planejamento de Recursos de Distribuição
<i>Sales and. Operations Planning - SOP</i>	Planejamento de Vendas e Operações
<i>Rough Cut Capacity Planning -RCCP</i>	Planejamento Grossoeiro da Capacidade
<i>Capacity Requirement Planning - CRP</i>	Planejamento Detalhado da Capacidade
<i>Purchasing - PUR</i>	Controle de Compras
<i>Shop Floor Control - SFC</i>	Controle de Chão de Fábrica
<i>Master Production Schedule - MPS</i>	Planejamento Mestre da Produção
<i>Material Requirement Planning - MRP</i>	Planejamento de Necessidades de Materiais
<i>Manufacturing Resource Planning - MRP II</i>	Planejamento de Recursos de

Tipicamente, um sistema ERP é um pacote de *software* composto por vários módulos, tais como produção, vendas, finanças e recursos humanos, disponibilizando uma integração de dados horizontal ao longo da organização e através dos seus processos de negócio. Esses pacotes podem ser customizados de forma a responder as necessidades específicas da organização (Esteves e Pastor 1999a).

O auge dos sistemas ERP ocorreu em torno de 1998 a 1999 por causa do *bug* do milênio, quando diversas empresas optaram por adotá-lo como nova plataforma tecnológica, uma vez que seus sistemas legados precisariam ser adaptados (Cliffe, 1999).

2.4.2 Visão Geral dos Sistemas de Software ERP

Segundo Azevedo et al (2006), basicamente um sistema ERP pode ser dividido em quatro blocos de características principais:

- Estrutura: banco de dados único e vários aplicativos.
- Generalista: robustez e flexibilidade.
- Arquitetura Cliente / Servidor: sistema centralizado.
- Referência nas Melhores Práticas: sua funcionalidade tem base nas melhores práticas de negócio existentes no mercado.

Diante destes quatro blocos de características, todas as transações realizadas pela empresa devem ser registradas, a fim de que as consultas extraídas do sistema possam refletir a realidade. Padilha, et al (2005), menciona que, o ERP é um sistema integrado que possibilita um fluxo de informações

único, contínuo e consistente por toda a empresa, sob uma única base de dados. É um instrumento que visa a melhoria de processos como a produção, compras ou distribuição, informações on-line e em tempo real. Resumidamente, o sistema permite visualizar as transações efetuadas pela empresa desenhando um amplo cenário de seus negócios.

A figura abaixo mostra este fluxo de informação centrado em um banco de dados.

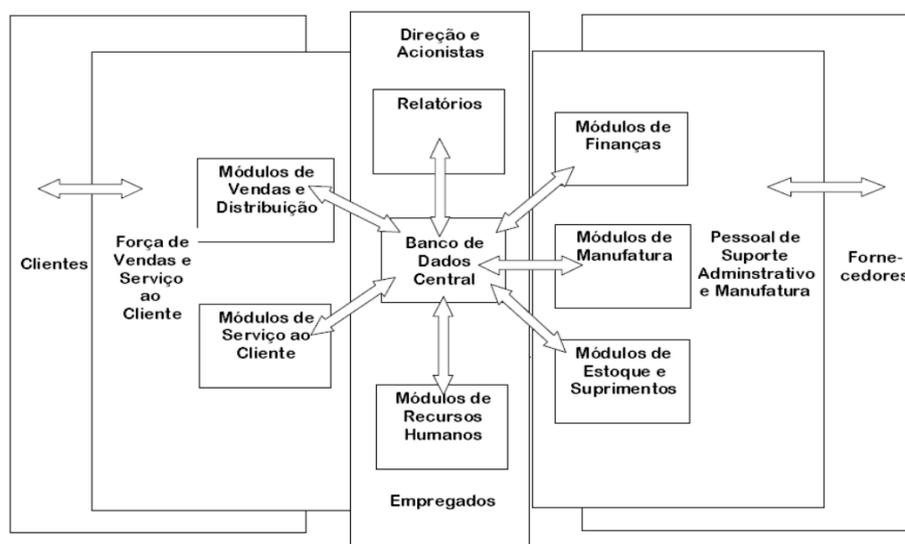


Figura 4 Estrutura típica de funcionamento de um sistema ERP. Fonte: Davenport, Thomas (1998).

Robey (2000), apresenta algumas vantagens e desvantagens da implementação de um Sistema ERP, que são listadas abaixo:

Vantagens:

- Reduz o número de documentos em papel, disponibilizando consulta e introdução online de informação;

- A informação é detalhada e vinda de várias áreas da empresa;
- Menor tempo na resposta;
- Maior controle da informação;
- Melhor monitoração do sistema e rápida consulta às bases de dados;
- Providencia uma base de dados única para ser utilizada por todas as aplicações.

Desvantagens:

- Muitas vezes o custo da implementação é muito elevado, ficando fora do alcance das pequenas e médias empresas;
- Durante a implementação do sistema a empresa poderá ficar sujeita a uma queda na produtividade e, como a implementação de um sistema ERP pode levar muito tempo, o resultado da empresa poderá também ficar comprometido;
- Altos gastos com treinamentos;
- Poderá haver demissão de pessoal, pois após a implantação, alguns dos processos deixam de ser manuais para serem automatizados.

2.4.3 Custos e riscos da implementação de um Sistema ERP

Bingi, et al (1999), afirmam que os sistemas ERP é um dos mercados que mais crescem na indústria de software. Inicialmente, foi complicada a

implementação de tais sistemas, com várias falhas de projeto e uma falta enorme de profissionais qualificados e experientes. O investimento em sistemas ERP deve passar de US\$ 15 bilhões para US\$ 50.000 bilhões nos próximos cinco anos. As empresas têm ou terão em breve instalação de sistemas ERP e estão crescendo as iniciativas dos fornecedores de ERP para vender soluções para média e pequenas empresas. Para isto, fornecedores de sistemas ERP estão barateando os custos da aquisição dessas soluções para tornar seus produtos mais acessíveis.

Ainda segundo os mesmos, os gastos com a aquisição de tais sistemas costumam chegar a milhões de dólares e gastam-se muitos anos para implementar essas soluções em suas organizações. Entretanto, uma vez que um sistema ERP é implementado, recuar é extremamente difícil e caro demais para desfazer as mudanças que o mesmo traz para uma empresa. Existem várias tentativas fracassadas de implementação de Sistemas ERP, em que as empresas perderam não só o capital investido em pacotes de ERP e milhões pagos a consultores externos, mas também uma parte importante de seus negócios.

Slater (1999) afirma que, as organizações adquirem sistemas pagando milhões de dólares, para depois descobrir que estes não funcionam ou ao menos, não funcionam bem para um de seus processos de negócios. Segundo o mesmo, isto ocorre porque a compra destes sistemas está “na moda” e assim, a imprensa e consultores insistem tanto em suas possibilidades, que empresas adquirem tais soluções sem previamente fazer um estudo adequado.

Se não houver um rigoroso controle de custos, diversos problemas podem surgir em consequência disto, levando algo que deveria oferecer uma solução a se tornar um problema. Muitas vezes ocorre problemas organizacionais durante a implementação e a utilização de sistemas ERP, sendo

relativamente comum as empresas relatarem suas traumáticas experiências durante e após estes processos conforme NAH, et al (2001).

Santos (2000) afirma que muitas organizações adotam sistemas ERP, mas a maioria desconhece os custos associados, limitando-se a considerar apenas os custos relacionados com a compra do software. Críticas aos sistemas ERP focam, essencialmente, os elevados custos de cada projeto, elevadas taxas de fracasso e a complexidade. Entretanto, Davenport (1998) menciona que obviamente estes sistemas empresariais, podem trazer inúmeros benefícios, apesar de trazerem também vários riscos. Sendo assim, pode-se concluir que um completo estudo e uma análise de viabilidade deve ser feito na organização antes da implementação de um ERP.

Davenport, Marchand e Dickson (2004) citam outro possível risco da implementação de um ERP quando afirmam que, a mudança para uma nova tecnologia sempre encontra algum tipo de reação. Enquanto alguns ficam entusiasmados, outros ficam apreensivos ou temerosos e com receio de ter que enfrentar um novo processo de aprendizagem. É comum a observação de que a resistência à mudança é um traço humano fundamental.

2.5 Normas e modelos aplicados à qualidade de produtos de *software*

Apesar de norma ser um conceito, de certo modo, intuitivo, é importante defini-lo tendo em vista a importância do mesmo neste tópico. Jabobs (2000) define norma como, uma especificação definida publicamente de procedimentos, regras e exigências, emitido por uma autoridade reconhecida, que estabelece a base de uma política de entendimento do que de um determinado sistema ou serviço deve oferecer.

2.5.1 Introdução e histórico das normas

O desafio fundamental que a Engenharia de Software enfrenta é o mesmo há décadas: Como construir software melhor? Entre processos, ferramentas e organizações alternativas, a literatura consolida a experiência e inovação resultante do trabalho de milhares de pesquisadores, motivados em descrever e prescrever, formas mais eficazes de lidar com os problemas inerentes à construção de software (Reis, 2003). Neste âmbito, surgem um conjunto de normas e modelos para a produção de software.

Conforme menciona a norma ISO/IEC 9126 (ISO, 1991), o estado da arte em tecnologia de software, ainda não apresenta um esquema de descrição bem definido, amplamente aceito para se julgar a qualidade de um produto de software. A indústria de software está entrando em um período de relativa maturidade, e ao mesmo tempo o software está se tornando um componente decisivo para muitos produtos de nosso cotidiano. Além disto, com a nova demanda global por segurança e qualidade, torna-se importante a necessidade de acordos internacionais sobre procedimento para julgamento de qualidade de software.

Para criar os padrões e normas internacionais, existe o Organismo Internacional de Padronização, conhecido como ISO (*International Organization for Standardization*). A ISO é uma federação mundial fundada em 1947 e sediada na Suíça. O objetivo principal é promover o desenvolvimento da normalização das atividades relacionadas com intuito de facilitar o comércio internacional de produtos e serviços, eliminando as barreiras técnicas. Os resultados deste processo são publicados como normas internacionais (ABNT,

2000a). Conforme Cerqueira e Martins (1996), o nome ISO, foi escolhido por ser similar com o prefixo ISO, que deriva do inglês e significa igual, tendo em vista os objetivos da entidade normalizadora.

No contexto computacional, o Organismo Internacional de Normatização (ISO), definiu um conjunto de ISO e ISO/IEC relacionadas à qualidade de software. Inicialmente, deve-se mencionar a ISO 9000 que corresponde a três diretrizes para a aplicação da norma ISO 9001, que assegura a garantia de qualidade nos seguintes processos: desenvolvimento, fornecimento, instalação e manutenção de software de computador.

A norma ISO/IEC 9126-1 (ISO, 2003), afirma que, as normas para avaliação da qualidade de software estão divididas em padrões de inspeções de processo e de produto. Os padrões de inspeção de processo de software são atendidos e documentos pelas normas ISO 9000-3, ISO 12207, CMM, PSP, CMMI e ISO 15504 e são aplicáveis às empresas que desenvolvem seus próprios sistemas ou às empresas especializadas em desenvolvimento de software para terceiros. Já os padrões de inspeção de produto de software segundo Anjos e Moura (2005) estão alicerçados em três Normas:

- ISO/IEC 12119 – Requisitos de Qualidade e Testes de Pacotes de Software;
- ISO/IEC 14598 – Guias para Avaliação de Produto de Software;
- ISO/IEC 9126 – Características de Qualidade de Software.

Nas próximas sub-seções serão descritas as normas correspondentes aos padrões de inspeção de produto de software.

2.5.2 A norma ISO/IEC 12119

Tsukumo, et al (1997), afirma que esta norma pode ser aplicada a pacotes de software, estabelecendo requisitos e instruções a respeito de como testar um pacote de software em relação aos requisitos estabelecidos.

Segundo Anjos e Moura (2005), estes requisitos compreendem: descrição do produto, documentação do usuário e programas e dados. A descrição do produto inclui as principais propriedades do pacote. A documentação do usuário nada mais é que um documento que será avaliado em relação à sua completitude, correção, consistência, inteligibilidade, apresentação e organização. Programas e dados, na verdade, são os requisitos de programas e dados que devem estar descritos, caso existam, para funcionamento do produto.

Para Colombo (2004), a norma ISO/IEC 12119 trouxe uma definição universal do que um pacote de software deve possuir para ter um mínimo de qualidade e profissionalismo. Deste modo, é sugerido avaliar os componentes de um pacote de software nas três etapas de utilização do software: Instalação, Execução e Desinstalação. A figura 5 mostra essas três etapas.

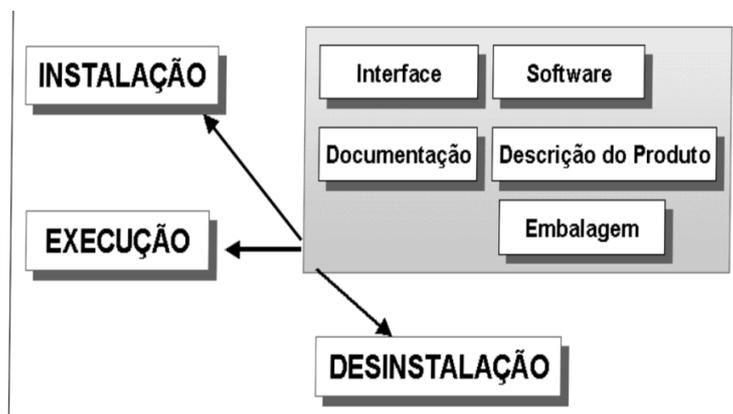


Figura 5 Etapas de avaliação de acordo com Colombo (2004).

2.5.3 A norma ISO/IEC 14598

Tsukumo, et al (1997) menciona que, esta série oferece uma visão geral dos processos de avaliação de produtos de software e fornece guias e requisitos para avaliação. Segundo a norma, podem existir três situações distintas para a avaliação da qualidade de produto, focando os processos para desenvolvedores, compradores e avaliadores, respectivamente as partes 3, 4 e 5 desta série.

Está dividida em seis partes, conforme a seguir:

- ISO/IEC 14598-1:(1999) – Parte 1: Visão Geral;
- ISO/IEC 14598-2:(2000) – Parte 2: Planejamento e Gerenciamento;
- ISO/IEC 14598-3:(2000) – Parte 3: Processo para a equipe de desenvolvimento;
- ISO/IEC 14598-4:(1999) – Parte 4: Processo para o comprador;

- ISO/IEC 14598-5:(1998) – Parte 5: Processo para o avaliador;
- ISO/IEC 14598-6:(2001) – Parte 6: Módulos de avaliação e documentação.

Tabela 3 Normas da série ISO/IEC 14598: “Status” em (2009)

Norma	Título resumido	Assunto	Estado Internacional	Estado Nacional
14598-1	Avaliação de Produto de Software – Parte 1: Visão Geral	Visão geral da estruturação dessa série de Normas e dos processos de avaliação	Norma, publicada em 1999	Norma, publicada em 2002
14598-2	Avaliação de Produto de Software – Parte 2: Planejamento e Gerenciamento	Atividades de planejamento e gerenciamento do processo de avaliação.	Norma, publicada em 2000	Norma, publicada em 2003
14598-3	Avaliação de Produto de Software – Parte 3: Processo para a equipe de desenvolvimento	Atividades de avaliação durante o processo de desenvolvimento de software.	Norma, publicada em 2000	Norma, publicada em 2002
14598-4	Avaliação de Produto de Software – Parte 4: Processo para o comprador	Atividades de avaliação no processo de seleção para aquisição de software.	Norma, publicada em 1999	Norma, publicada em 2003

Tabela 3, conclusão

14598-5	Avaliação de Produto de Software – Parte 5: Processo para o Avaliador	Processo de avaliação, com definição das atividades, incluindo	Norma, publicada em 1998	Norma, publicada em 2002
---------	---	--	--------------------------	--------------------------

		relações entre avaliador e requisitante.		
14598-6	Avaliação de Produto de Software – Parte 6: Módulos de Avaliação	Definição da estrutura de Módulos de Avaliação	Norma, publicada em 2001	Norma, publicada em 2004

2.5.4 A norma ISO/IEC 9126

A norma ISO/IEC 9126 é atualmente um dos padrões de qualidade mais generalizada. Na sua forma atual, ela engloba modelos de qualidade e métricas. Devido à sua natureza genérica, alguns dos conceitos apresentados devem ser refinados antes da utilização da norma em um projeto real (ISO, 1991).

Ainda segundo esta Norma, a qualidade de um software pode ser avaliada de acordo com as seis seguintes características: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

Fernandes (2008) explica resumidamente as seis características analisadas para a avaliação:

- Funcionalidade: As funções satisfazem as suas necessidades?
- Confiabilidade: O software é capaz de lidar com erros?
- Usabilidade: O software é de fácil de ser usado?
- Eficiência: Os recursos e os tempos são compatíveis com o desempenho requerido?
- Manutenibilidade: É fácil fazer alterações, atualizações e correções no software?

- Portabilidade: É possível usar o software em outras plataformas?

A tabela abaixo mostra as seis características de acordo com a norma ISO/IEC 9126 seguida de suas respectivas descrições.

Tabela 4 Características da Qualidade de Software de acordo com a ISO/IEC 9126-1.

Características	Descrição
Funcionalidade	Evidencia que o conjunto de funções atendem às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade a que se destina o produto.
Confiabilidade	Evidencia que o desempenho se mantém ao longo do tempo e em condições estabelecidas.
Usabilidade	Evidencia a facilidade para a utilização do software.
Eficiência	Evidencia que os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho requerido para o produto
Manutenibilidade	Evidencia que há facilidade para correções, atualizações e alterações
Portabilidade	Evidencia que é possível utilizar o produto em diversas plataformas com pequeno esforço de adaptação

Fonte: Adaptado de Tsukumo, et al (1997).

A série ISO/IEC 9126 é apresentada em quatro partes:

- ISO/IEC 9126-1:(2001) – Parte 1: Modelo de Qualidade;
- ISO/IEC TR 9126-2:(2003) – Parte 2: Métricas Externas;
- ISO/IEC TR 9126-3:(2003) – Parte 3: Métricas Internas;
- ISO/IEC FDTR 9126-4:(2004) – Parte 4: Medidas de Qualidade em uso;.

A seguir a tabela mostra o estado da série ISO/IEC 9126 no ano de 2009 contendo as quatro partes da norma, título, assunto, estado internacional e o estado nacional.

Tabela 5 Normas da série ISO/IEC 9126: “Status” em (2009)

Norma	Título	Assunto	Estado Internacional	Estado Nacional
9126-1	Engenharia de software – Qualidade de Produto – Modelo de Qualidade	Definição das características e subcaracterísticas da qualidade	Norma, publicada em 2001	Norma, publicada em 2003
9126-2	Engenharia de software – Qualidade de Produto – Medidas externas	Exemplos de medidas externas	Relatório técnico, publicado em 2003	Relatório técnico a ser publicado
9126-3	Engenharia de software – Qualidade de Produto – Medidas internas	Exemplos de medidas internas	Relatório técnico, publicado em 2003	Relatório técnico a ser publicado
9126-4	Engenharia de software – Qualidade de Produto – Medidas qualidade em uso	Exemplos de medidas de qualidade em uso	Relatório técnico, publicado em 2004	Relatório técnico a ser publicado

A figura abaixo ilustra como se relacionam as normas ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126, destacando a parte produto de software, que será alvo de nossa avaliação no presente trabalho.

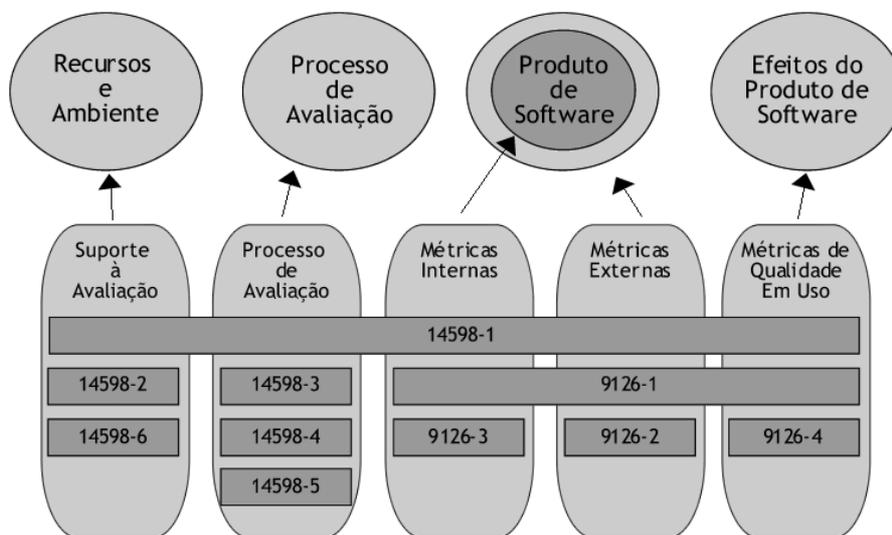


Figura 6 Relação entre as normas ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126. Adaptado de ISO/IEC 9126 (2003).

2.6 Modelos de avaliação da qualidade de produtos de Software

A qualidade pode ser medida ao longo do processo de engenharia de software e depois que o software foi entregue ao cliente e aos usuários. Na maioria dos empreendimentos técnicos, as medições de qualidade ajudam aos profissionais envolvidos a entender o processo técnico usado para desenvolver um produto, como também o próprio produto. O processo é medido com a intenção de aprimorá-lo. O produto também é medido com a finalidade de aumentar a sua qualidade (Pressman, 1995).

Para Khaddaj (2004), a qualidade é uma ideia multidimensional refletida em um modelo de qualidade, onde cada parâmetro no modelo define uma dimensão da qualidade. A seguir serão expostos alguns modelos de avaliação da qualidade de software.

2.6.1 O modelo de Qualidade McCall

Segundo Pressman (2000), o modelo de McCall, foi desenvolvido em 1977 e descreve fatores de qualidade, que envolve três pontos de vista distintos para avaliação de software:

- Operação do produto: características operacionais;
- Revisão do produto: capacidade de poder ser alterado;
- Transição do produto: adaptabilidade à novos ambientes.

A figura abaixo ilustra os três pontos de vista distintos, citados anteriormente, junto com os 11 fatores de qualidades conforme propõe o modelo de qualidade de McCall.

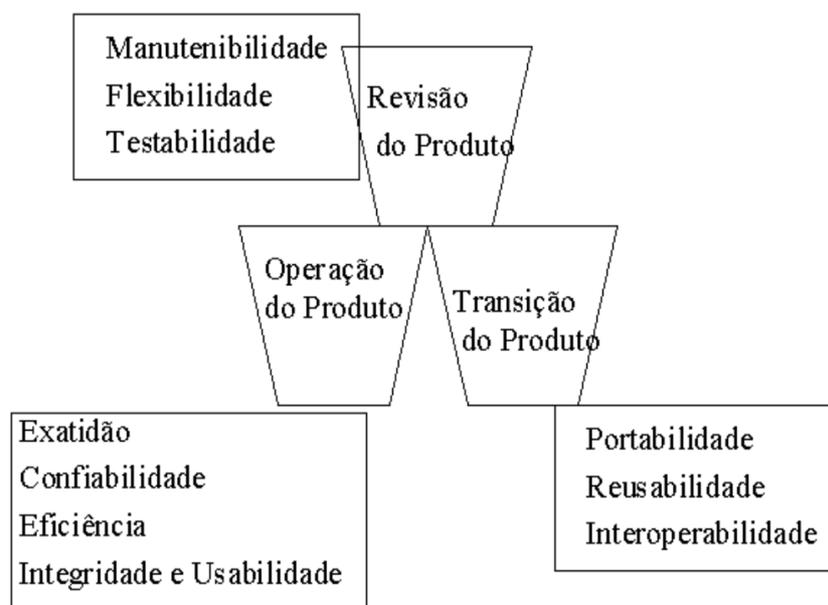


Figura 7 Modelo de qualidade de McCall. Adaptado de Guerra e Colombo (TI).

Para as autoras Guerra e Colombo (2009), os fatores de qualidade descrevem tipos diferentes de características comportamentais do software, e os critérios de qualidade são atributos a um ou mais dos fatores de qualidade. A ideia do modelo de qualidade de McCall é que os fatores de qualidade sintetizados devem fornecer um retrato completo da qualidade do software.

Ainda segundo as mesmas, os 11 fatores de qualidade, resumidamente são:

- exatidão, confiabilidade, eficiência, integridade e usabilidade que dizem respeito a operação do produto;
- manutenibilidade, flexibilidade e testabilidade que dizem respeito à revisão do produto;

- portabilidade, reusabilidade e interoperabilidade que dizem respeito à transição do produto.

2.6.2 O modelo de qualidade do MEDE-PROS

Segundo Guerra (2002), avaliar produtos de software constitui uma atividade em que a demanda cresce significativamente, pois os usuários exigem cada vez mais por qualidade, eficiência, eficácia, dentre outras características. Modelos e Métodos de avaliação da qualidade de processos e produtos de software têm se firmado como um valioso auxílio à obtenção de produtos de software com qualidade aprimorada e mais confiáveis.

Neste contexto, Colombo (2002) afirma que dentro de uma gama de vários modelos de avaliação de produto de software, uma iniciativa que tem se destacado, nos últimos doze anos, é a metodologia MEDE-PROS, desenvolvida no CENPRA (Centro de Pesquisas Renato Archer), uma instituição do Ministério da Ciência e Tecnologia, que obteve resultados positivos na avaliação de produtos de software em mais de 360 produtos avaliados até o ano 2002.

O MEDE-PROS (Método de Avaliação de Qualidade de Produto de Software) foi desenvolvido para avaliar a qualidade de produto de software, tendo como referência as normas ISO/IEC 9126 e NBR ISO/IEC 12119. Este método não está especializado para nenhuma área de domínio, sendo um exemplo de método de avaliação genérico (Guerra e Colombo, 2009).

Anjos e Moura (2005), mencionam que o propósito principal do MEDE-PROS é proporcionar, aos avaliadores, meios para apoiar a avaliação de produtos de software, do ponto de vista do usuário, de acordo com as Normas

ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 12119, com relação a características de qualidade e pacotes de software, respectivamente.

2.7 Identificação de alguns produtos de Software ERP existentes no mercado

Este tópico visa apresentar alguns tipos de sistemas ERPs, levando em conta diferentes tendências do mercado tais como: um ERP Software Livre, ERP SaaS e ERP proprietário.

Inicialmente é apresentada uma tabela, contendo o nome dos ERPs identificados, seguido de algumas principais características. Posteriormente os sub-tópicos seguintes abordam um breve histórico de cada ERP identificado.

Tabela 6 Identificação de alguns softwares ERPs do mercado

Nome	Fabricante	Característica
Compiere	Compiere Inc.	ERP do tipo Software Livre
eGestor	Zipline Tecnologia	Software as a Service (SaaS)
Oracle	Oracle Corporation	Além de desenvolver Banco de Dados, a partir de 1994, também passou a desenvolver ERP
SAP	SAP AG	Líder global de mercado em soluções de negócios colaborativas e multiempresas

2.7.1 Compiere

Lançado no ano 2000, o Compiere é um sistema ERP do tipo Software Livre e tem foco nas pequenas e médias empresas, embora tenha sido patrocinado originalmente pela grande empresa Goodyear da Alemanha. Ele é um dos projetos mais ativos no Sourceforge, com mais de um milhão de downloads.

O retorno em investir no Compiere não se deve ao fato, apenas, da redução das taxas de licenciamento, mas também de outras várias fontes tais como:

- Baixo custo na aquisição hardware;
- Baixo custo de configuração;
- Baixo custo de execução;
- Redução dos custos ao alterar e adaptar seus processos automatizados;
- Redução de custos com as atualizações para novos lançamentos do Compiere;
- Redução dos custos para cada operação;
- Melhor controle sobre os fornecedores e os custos;
- Acesso mais rápido às informações para a tomada de decisões;
- Rápido período para fechar ciclos de geração de demonstrativos financeiros;
- Maior autonomia do cliente;
- Crescimento das receitas e lucros

2.7.2 eGestor

O eGestor é um sistema de gestão empresarial totalmente online. Com ele é possível controlar estoque, ordens de serviço, notas fiscais, contas a pagar e receber, fluxo de caixa, imprimir relatórios, gerir tarefas, além de outras funções.

Este ERP é um sistema do tipo SaaS (*Software as a Service*), ou seja, um software como um serviço. O acesso ao sistema pode ser feito de qualquer lugar que tenha acesso à Internet. Além disto, os dados são gravados nos servidores da empresa eGestor, assim, caso algum computador do cliente for infectado por vírus, roubado ou acabar estragando, o acesso ao sistema ainda se mantém. Para isto, basta acessar o sistema de qualquer outra máquina, sem nenhuma diferença.

Por ser um sistema on-line, sempre que algo novo é criado, os clientes terão acesso instantaneamente, sem a necessidade de ter que atualizar ou fazer a instalação de algo mais.

2.7.3 Oracle

Gutierrez e Alexandre (2005) mencionam que, a recente aquisição da PeopleSoft pela Oracle ratifica o processo de concentração desse mercado, levando a que as duas maiores empresas do segmento, SAP e Oracle-PeopleSoft, somem uma participação de 56%, superior à metade.

Segundo Michel (1997), a Oracle passou de uma empresa que desenvolvia banco de dados para uma empresa que desenvolve ERP a partir de 1994. O seu sistema de software ERP apresenta mais de 35 módulos, mas ainda carece de maiores desenvolvimentos. Seu ponto forte é a grande flexibilidade.

2.7.4 SAP

Atualmente, as empresas mais bem administradas têm visibilidade de todo o negócio, possibilitando que elas reajam rapidamente com mais eficiência e flexibilidade. Neste contexto, ao adotarem as soluções SAP, as empresas conseguem reduzir os custos, otimizar o desempenho e ganhar a agilidade.

Sendo líder mundial absoluta em software de gestão de negócios, a SAP fornece produtos e serviços que impulsionam a inovação empresarial de seus clientes. A SAP acredita que alavancará o crescimento e criará novo valor para seus clientes, para todos os setores e para a economia em geral. Atualmente, empresas em mais de 120 países utilizam aplicações SAP.

Gutierrez e Alexandre (2005), afirmam que a história da SAP se confunde com o aparecimento e a consolidação dos sistemas ERP. Freitas (2009), menciona que um dos pacotes mais utilizados pelas grandes empresas do Brasil foi o sistema R/3, da empresa alemã SAP. É considerado um dos ERPs mais completo e complexo do mercado e conseqüentemente um dos sistemas que demandam maior investimento financeiro.

Fundada em 1972 por cinco engenheiros da IBM da Alemanha, a SAP atualmente, conta com locais de desenvolvimento e vendas em mais de 50 países em todo mundo e tem presença marcante em diversas bolsas de valores, inclusive na Bolsa de Valores de Frankfurt e na NYSE sob a denominação "SAP."

Segundo Gutierrez e Alexandre (2005), a empresa iniciou suas atividades como uma prestadora de serviços profissionais em TI e seu primeiro sistema foi denominado *System R* (a letra R tem origem do termo *Real Time* que

quer dizer em Tempo Real). Em seguida, dentro de alguns anos, surgiu um novo sistema, nomeado R/2.

Ainda segundo as mesmas autoras, em 1992, foi lançado na Alemanha um novo sistema, o R/3, que adotava o conceito novo de cliente-servidor (o sistema R/2 havia sido desenhado para *mainframe*), sendo extremamente complexo. Seu desenvolvimento custou cerca de US\$ 920 milhões. A mudança de tecnologia, associada ao movimento ocorrido em 1993 e 1994 de reengenharia dos negócios, impulsionou as vendas do produto no mercado norte-americano. A SAP se valeu da vantagem competitiva de ser a primeira a se posicionar no mercado, no momento em que ocorreu uma mudança do *mainframe* para o ambiente cliente-servidor, para se consolidar como a maior fornecedora desse sistema na década de 90.

3 METODOLOGIA

Conforme afirma Rampazzo (2005), na antiga Grécia o termo *methodos* (*methà + odon*) quer dizer “caminho para chegar a um fim”. O mesmo autor ainda define método como: “um conjunto de etapas, ordenadamente dispostas, a serem vencidas na investigação da verdade, no estudo de uma ciência ou para alcançar determinado fim. E metodologia (do grego *methodos + logia*) significa o estudo do método”.

A metodologia de pesquisa visa definir o que foi pesquisado no projeto tese e como foi realizado o trabalho por completo, desde o início até o término. A seguir, são mostrados os procedimentos metodológicos para atingir os objetivos.

3.1 Métodos de pesquisa

Para Gil (1999), a pesquisa tem um caráter pragmático, e tem processo formal e sistemático para desenvolver o método científico. Além disto, o mesmo ainda afirma que, o objetivo principal da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Segundo Silva e Menezes (2000), uma pesquisa pode ser classificada de diversas maneiras. Os pontos mais importantes são: em relação à natureza da pesquisa, o meio de abordagem do problema, os seus objetivos e os procedimentos técnicos.

3.1.1 Natureza de pesquisa

Em relação à natureza de pesquisa, esta pode ser considerada aplicada. Silva e Menezes (2000) afirmam que, o objetivo da pesquisa aplicada é gerar conhecimentos para que seja possível a aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

De acordo com os objetivos deste trabalho, entende-se que a pesquisa aplicada é adequada para a avaliação do produto de software ERP de acordo com as normas ISO cabíveis neste contexto, e em sequência para a proposta de criação de um plano de melhorias de qualidade de software.

3.1.2 Abordagem do problema de pesquisa

De acordo com o mencionado anteriormente, a proposta do presente trabalho objetiva avaliar a qualidade de software ERP de acordo com as normas ISO/IEC, verificando se os mesmos atendem as normas e, por fim, propor um plano de melhorias.

Em relação à abordagem do problema, a pesquisa enquadra-se como qualitativa. Silva e Menezes (2000), afirmam que na pesquisa qualitativa, considera que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.

Para Demo (1998), a intenção própria da pesquisa qualitativa, é perseguir faces menos formalizáveis dos fenômenos, às quais damos o nome de qualidade. Um dos problemas mais agudos dessa questão é a indefinição do

conceito de qualidade, o que tornam as pesquisas qualitativas, experimentos excessivamente tópicos e inconclusivos.

3.1.3 Características do objetivo da pesquisa

Em relação aos objetivos, a presente pesquisa pode ser classificada como do tipo descritiva e exploratória. Uma pesquisa descritiva, segundo Gil (1991), tem o objetivo de descrever as características de certa população, fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Além disto, envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados como questionário e observação sistemática. Em geral, assume a forma de Levantamento.

A caracterização como exploratória, segundo Polit e Hungler (1987), deve-se ao fato de que ela é uma extensão da pesquisa descritiva, desenvolvida preliminarmente para desenvolver ou refinar hipóteses, ou para testar e definir os métodos de coleção de dados.

A classificação da pesquisa, em relação ao seu objetivo, como sendo do tipo “descritiva exploratória” refere-se à pesquisa descrever, em detalhes, os passos necessários para a avaliação da qualidade de produto de softwares ERP conforme a norma ISO correspondente.

3.1.4 Procedimentos técnicos

Conforme os procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser caracterizada como um estudo de caso. Rampazzo (2005) define estudo de caso como uma

pesquisa sobre um determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade para examinar aspectos variados de suas vida.

Neste contexto de examinar aspectos variados, entra a avaliação da qualidade dos produtos de software ERPs selecionados, relacionando se os produtos analisados atendem as normas ISO específicas para tal verificação.

3.2 Desenho da Pesquisa



Figura 8 Desenho das etapas da pesquisa para concluir o objetivo

4 RESULTADOS

Inicialmente este capítulo define o ERP que será avaliado neste trabalho, além do modelo escolhido para a avaliação. Em seguida traz uma descrição do funcionamento do modelo de avaliação e o ambiente onde foi feita a avaliação. Por fim traz os resultados da avaliação, o plano de melhorias e a discussão dos resultados obtidos.

4.1 Definição dos critérios de seleção do ERP que será avaliado neste trabalho

Neste tópico serão apresentados os critérios e justificativa para seleção do sistema ERP que será utilizado para a avaliação atendendo ao objetivo deste trabalho. Os critérios foram os seguintes:

- a) Disponibilidade de obter acesso ao ERP;
- b) ERP de código aberto;
- c) ERP de custo mais acessível para pequenas e médias empresas (gratuito ou aberto);
- d) ERP robusto para atender às necessidades da empresa.

4.1.1 Resultado da aplicação dos critérios para escolha do sistema ERP a ser avaliado

A tabela 7 pondera o atendimento dos ERPs identificados, anteriormente neste trabalho, aos critérios pré-estabelecidos na seção 4.1. As partes da tabela que contém o caracter “X” dizem respeito ao atendimento do ERP ao critério pré-estabelecido.

Tabela 7 Resultado da aplicação dos critérios para a escolha do ERP a ser avaliado.

Critério	a	b	c	D
Nome do ERP				
Compiere	X	X	X	X
eGestor	X		X	

Tabela 7, conclusão

Critério	a	b	c	d
Oracle				X
SAP			X	X

4.1.2 Justificativa complementar da escolha do ERP Compiere

Inicialmente o Compiere, na sua forma original lançada no ano 2000, dependia do banco de dados proprietário Oracle (levando em conta que seu desenvolvedor principal veio da Oracle). Isto era uma barreira para a realidade das pequenas e médias empresas brasileiras, porém não era uma preocupação para a patrocinadora do projeto, a Goodyear. Entretanto quando a Finep, órgão ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, lançou em 2003 um edital para apoio em projetos de software livre, a Conceptia Consulting, em parceria com a Unicamp, enviou o projeto para adaptação do Compiere para usar o PostgreSQL

(banco de dados com uma versão gratuita). Esse projeto foi aceito e durou um ano.

Como resultado, além do código em si, foi lançado o site <http://www.compierebrasil.com.br>, com o objetivo de divulgar o projeto no Brasil, bem como disponibilizar a versão com o PostgreSQL para download. Esta divulgação no Brasil, contribuiu com o fato do Compiere ser um dos projetos mais ativos no Sourceforge, com mais de um milhão de downloads.

Outro fator importante é que, por ser um sistema de código aberto, o sistema ERP Compiere pode ser customizado (com o auxílio de empresas de consultorias ou através de outras formas) de acordo com as necessidades específicas de cada cliente, e com isto diminui o aprisionamento tecnológico impostos pelas grandes marcas vendedoras de sistemas ERP.

4.2 Definição dos critérios de seleção do modelo para avaliar o ERP escolhido

Neste tópico serão apresentados os critérios e justificativa para seleção do sistema ERP que será utilizado para a avaliação atendendo ao objetivo deste trabalho. Os critérios foram os seguintes:

- a) ser um modelo atualizado;
- b) ser um modelo nacional;
- c) modelo capaz de avaliar a qualidade de produto de software;
- d) Atender ou contemplar os requisitos da Norma ISO/IEC 9126 que é a base desse trabalho.

4.2.1 Resultado da aplicação dos critérios para a escolha do modelo para realizar a avaliação

Vale ressaltar que na tabela 8, os locais marcados com o caracter “X” dizem respeito ao atendimento dos critérios pré-estabelecidos para escolha do modelo de avaliação.

Tabela 8 Resultado da aplicação dos critérios para a seleção do modelo para avaliar o ERP escolhido

Critério	a	b	c	d
Modelo McCall			X	
MEDE-PROS	X	X	X	X

4.2.2 Justificativa complementar da escolha do modelo MEDE-PROS

O modelo selecionado para fazer a avaliação dos Softwares ERP foi o MEDE-PROS.

Colombo (2002), salienta que o Método de Avaliação da Qualidade de Produto de Software (MEDE-PROS) desenvolvido no CenPRA (Centro de Pesquisa Renato Archer), tem sido de grande utilidade para avaliar produtos de software sob o ponto de vista de um usuário final.

Segundo Anjos e Moura (2005), o MEDE-PROS tem sido referência no Brasil como método de avaliação de produtos de Software. Este modelo tem sido utilizado em laboratórios de avaliação de produtos de software de diferentes

regiões do país. Como exemplo pode-se destacar: na região Nordeste no Insoft (Instituto de Software do Ceará), na Unisinos no Estado do Rio Grande do Sul, sul do país, e outros credenciados em Juiz de Fora/MG e Londrina/PR.

Além disto, segundo os mesmos, o MEDE-PROS também foi utilizado como modelo certificador aos sistemas aplicativos que atendessem às necessidades do PNAFM (Programa Nacional de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros). Assim, conclui-se que este modelo enquadra-se como uma forte ferramenta de suporte a avaliação do ERP deste presente trabalho.

4.3 Funcionamento da avaliação de acordo com o modelo MEDE-PROS

O processo de avaliação começa através da instalação do produto como instruído na documentação e procedendo ao uso do mesmo. Durante todo o processo, o avaliador atribui valores ao produto de acordo com perguntas da Lista de Verificação. Além de atribuir valores, devem ser escritos comentários sobre assuntos específicos que eles considerem relevantes com relação ao produto. O passo final do processo de avaliação é a preparação do Relatório de Avaliação, que deve resgatar os principais aspectos positivos do produto avaliado, como também as sugestões para sua melhoria.

Guerra e Colombo (2009), afirmam que um método de avaliação genérico contém três partes: Lista de Verificação, Manual do Avaliador e o Modelo de Relatório.

Lista de Verificação: também conhecida como *Check List*, é uma ferramenta de avaliação que auxilia os avaliadores, durante o processo de avaliação da qualidade de produtos de software, a realizar uma inspeção

sistemática da qualidade. A qualidade do produto de software, decomposta hierarquicamente em um modelo que possua as características e sub-características do produto, pode ser utilizada como uma lista de verificação de tópicos relacionados com a qualidade.

Anjos e Moura (2005), confirmam esta ideia mencionando que, na lista de verificação cada componente de software, com seus respectivos atributos, é desdobrado em perguntas e itens os quais podem ser conferidos e respondidos pelo avaliador.

Ainda segundo os mesmo, a Lista de Verificação dá suporte à avaliação e as perguntas podem ser feitas de acordo com cada uma das sub-características conforme a norma ISO/IEC 9126. As medições devem ser realizadas de acordo com as perguntas e às repostas são atribuídos os valores:

- 1 (para as proposições verdadeiras);
- 0 (para as proposições falsas);
- NA (não aplicável: quando uma característica não se ajusta ao produto avaliado);
- AP (avaliação prejudicada: quando por algum fator, falta de meios, irrelevância, ou até mesmo falta de conhecimento específico no assunto, não for possível fazer a análise).

O Manual do Avaliador: Guerra e Colombo (2009) mencionam que, este manual deve possuir um conjunto de informações para a utilização da lista de verificação, durante a avaliação da qualidade de um produto de software, e fornecerem diretrizes e recomendações para a execução do processo de avaliação.

Modelo de Relatório: ainda segundo as mesmas autoras, o relatório da avaliação é basicamente um laudo técnico sobre a qualidade do produto de software que foi avaliado, do ponto de vista de um usuário final. Além disto, ele apresenta o resultado da avaliação, de acordo com a especificação estabelecida entre o solicitante e o responsável pela avaliação. Este relatório destaca os aspectos do produto de software que atendem as normas de qualidade de software e os aspectos a serem revistos, originados das não conformidades encontradas durante a avaliação. Por fim, um conjunto de sugestões deve ser fornecido, ao solicitante da avaliação, visando à adequação do produto às normas de qualidade de software, aos requisitos especificados visando a melhoria do produto de software a ser fornecido ao mercado.

4.4 Ambiente onde foi feita a avaliação do ERP Compiere

Antes de fazer a instalação e/ou configuração de qualquer sistema, é necessário estar ciente dos pré-requisitos necessários para que o mesmo funcione corretamente. Abaixo é informado o ambiente onde foram feitas as avaliações:

- Placa Mãe Intel Grand Country D101GGC
- Processador Intel Pentil 4 511, 2800 MHz
- Sistema Operacional Microsoft Windows XP Professional
- HD Samsung SP0802N de 80 GB;
- Memória RAM de 512 MB;

4.5 Passos básicos para a instalação do Compiere

Basicamente, para a instalação do ERP Compiere, é necessário ter o banco de dados Oracle ou EnterpriseDB, além do pacote Java JDK (*Java Development Kit*) na versão 1.5 ou superior. A figura abaixo mostra os passos básicos para a instalação do Compiere.

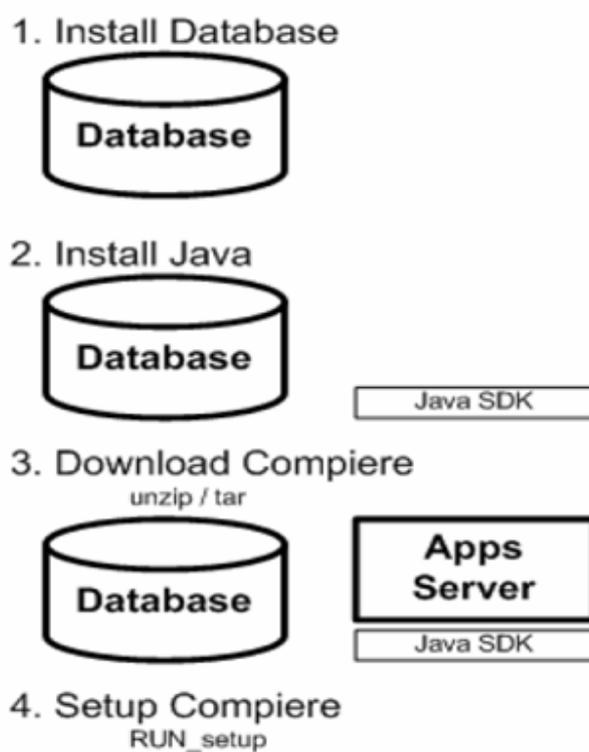


Figura 9 Visão geral de como proceder para instalar o ERP Compiere.

4.6 Avaliação do produto de Software Compiere

4.6.1 A Lista de Verificação

A Lista de Verificação irá dar suporte a avaliação através de perguntas feitas de acordo com cada uma das sub-características, conforme a norma ISO/IEC 9126.

Levando em conta a necessidade uma métrica que seja parcial (não totalmente verdadeira e não totalmente falsa), foi incrementada a métrica “P” ao modelo para quando a sub-característica atingir parcialmente a pergunta da Lista de Verificação. Desta forma, adaptando o modelo MEDE-PROS com esta métrica “P”, as medições serão feitas de acordo com as perguntas da Lista de Verificação e às repostas serão atribuídos valores:

- 1 (para as proposições verdadeiras);
- 0 (para as proposições falsas);
- P (quando atende parcialmente);
- NA (não aplicável: quando uma característica não se ajusta ao produto avaliado);
- AP (avaliação prejudicada: quando por algum fator, falta de meios, irrelevância, ou até mesmo falta de conhecimento específico no assunto, não for possível fazer a análise).

A seguir serão apresentadas características e sub-características da avaliação da qualidade de produto de software, além da Lista de Verificação definida de acordo com a norma ISO/IEC 9126.

Tabela 9 Características, Sub-características, Lista de Verificação e Valor Medido.

Característica	Sub-Característica	Lista De Verificação
Funcionalidade	Adequação	Propõe-se a fazer o que é apropriado?
	Acurácia	Faz o que foi proposto de forma correta?
	Interoperabilidade	Interage com os sistemas especificados?
	Conformidade	Está de acordo com as normas, leis, etc?
	Segurança de acesso	Evita acesso não autorizado aos dados?
	Maturidade	Apresenta falhas com qual frequência?

Confiabilidade	Tolerância a falhas	Ocorrendo falhas, como ele (o ERP) reage?
	Recuperabilidade	É capaz de recuperar dados em caso de falha?
Usabilidade	Intelegibilidade	É fácil entender o conceito e a aplicação?
	Apreensibilidade	É fácil aprender a usar?
	Operacionalidade	É fácil de operar e controlar?
Eficiência	Tempo	Qual é o tempo de resposta, a velocidade de execução?
	Recursos	Qual recurso usa? Durante quanto tempo?

Tabela 9, conclusão

Característica	Sub-Característica	Lista De Verificação
Manutenibilidade	Analisabilidade	É fácil encontrar uma falha quando ocorre?
	Modificabilidade	É fácil modificar e adaptar?
	Estabilidade	Há grande risco quando se faz alterações?
	Testabilidade	É fácil testar quando faz alterações?
Portabilidade	Adaptabilidade	É fácil adaptar a outros ambientes?
	Capacidade para ser instalado	É fácil instalar em outros ambientes?
	Conformidade	Está de acordo com os padrões de portabilidade?
	Capacidade para substituir	É fácil usar para substituir outro?

4.6.2 Manual do Avaliador

Este manual tem o objetivo de esclarecer as informações necessárias para a utilização da Lista de Verificação, durante a avaliação da qualidade do ERP Compiere, além de fornecerem diretrizes e recomendações para a execução do processo de avaliação.

Inicialmente o Sistema Compiere deve ser instalado, atentando-se para os requisitos necessários, de configuração da máquina, onde o sistema será instalado. Em seguida, deve ser feita a instalação do Compiere. Depois de

instalado o sistema, é indicado que sejam feitas manipulações, para que seja mais fácil entender seus conceitos e a aplicação do Compiere.

Posteriormente, tendo em mãos a Lista de Verificação, inicia-se a avaliação. Para avaliar a característica Funcionalidade e suas correspondentes funcionalidades, deve ser feitos alguns testes, analisando se o ERP faz o que foi proposto de forma correta. Além disto, se o mesmo interage com os sistemas especificados na documentação e se está de acordo com as normas e leis. Por fim, deve-se verificar, também através de alguns testes, se o Compiere evita o acesso não autorizado aos dados cadastrados.

Em relação a característica Confiabilidade, o avaliador deve executar diversas funções no ERP, além de tentar provocar falhas no sistema, de modo que, assim, seja possível verificar se o sistema apresenta maturidade, se é tolerante a falhas e por fim se é capaz de recuperar as falhas, caso ocorram.

A característica Usabilidade deve-se testada, tomando uma amostra casual com usuários diversos. É necessário que seja explicado aos usuários, quais tarefas devem ser feitas e, por fim, o avaliador poderá interpretar os resultados, podendo assim avaliar as sub-características Intelegibilidade, Apreensibilidade e Operacionalidade.

A avaliação da característica Eficiência, deve ser avaliada de acordo com testes que podem ser feitos. Para a sub-característica Tempo, deve ser executado o Compiere e analisado o tempo de resposta de certas operações tais como: abrir o ERP Compiere, cadastrar algum relatório, entre outros. Já para a sub-característica Recursos, deve ser utilizada alguma ferramenta para auxiliar a avaliação. Por exemplo, pode ser utilizado o Gerenciador de Tarefas do Windows, onde é possível analisar o desempenho.

Para avaliar a característica Manutenibilidade, é aconselhável ao avaliador encontrar alguma ferramenta que analise código Java (já que o Compiere foi implementado em Java). Facilmente podem ser encontradas na Internet, diversas ferramentas para isto: entre elas o *plugin* PMD do ambiente de desenvolvimento Eclipse. Com o auxílio desta ferramenta é possível buscar erros no código de acordo com as melhores práticas de programação, facilitando assim a análise das sub-características de Manutenibilidade.

Finalmente, para avaliar a característica Portabilidade, pode-se recorrer a documentação do sistema ERP Compiere, para verificar se o sistema pode ser facilmente adaptável à outros ambientes. A documentação do sistema menciona em quais ambientes podem ser instalados, além de mostrar como devem ser instalados.

4.7 Justificativas da avaliação e dos valores medidos

Esta sub-seção visa justificar a avaliação do ERP Compiere, explicando a conformidade ou não com o modelo MEDE-PROS de acordo com a Lista de Verificação feita de acordo com as sub-características de qualidade de software estabelecidos pela norma ISO/IEC 9126.

4.7.1 Sub-características de Funcionalidade

4.7.1.1 Adequação

O Compiere faz o que é apropriado a um sistema ERP. Isto pode ser visto durante sua execução, verificando que o mesmo engloba as primordiais funcionalidades que um ERP deve conter.

Além disto, verificando a documentação do ERP Compiere, pode ser confirmado que o mesmo atende as propriedades definidas. Deste modo, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação, contendo a pergunta “propõe-se a fazer o que é apropriado”, obteve o valor medido “1”. Devido ao fato do sistema ter sido construído a partir do zero, fez com que ele ficasse realmente integrado, possibilitando que seja feito o que é apropriado.

4.7.1.2 Acurácia

O Compiere, ao invés de tratar as funcionalidades como departamentais, muda o foco para processos de negócios dividindo suas funcionalidades em:

- a) Cotação ao recebimento: cuida do processo de vendas da empresa de um modo geral, inicializando com o primeiro contato com o cliente até o faturamento e recebimento;
- b) Requisição ao pagamento: diz respeito ao processo de criação de requisições e pedidos de compra, contas a pagar e recebimento;
- c) Gestão de relacionamento com o cliente: esta funcionalidade não é um módulo do sistema, mas sim uma parte integrante do sistema que deixa eficiente a relação entre a empresa e seus clientes;

- d) Gestão de relacionamento com parceiros: engloba além do relacionamento com clientes, a relação com empresas que prestam serviços à empresa e fornecedores;
- e) Gestão da cadeia de suprimento: cuida da gestão de materiais da empresa tais como envios e recebimentos de mercadorias, além de administrar o estoque;

Essas funcionalidades bem estruturadas, acima citadas, proporcionam ao Compiere o poder de realizar o proposto de forma correta. Portanto, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “faz o que foi proposto de forma correta”, obteve o valor medido “1”.

4.7.1.3 Interoperabilidade

O Sistema Compiere quando avaliado interagiu corretamente com parte dos sistemas especificados. Funcionou corretamente com Kit de Desenvolvimento Java 1.6 (Java Development Kit - JDK) e com o banco de dados EnterpriseDB.

A avaliação total da interação com os sistemas especificados foi prejudica devido ao fato do banco de dados Oracle ser proprietário, impossibilitando assim de testar o sistema com o mesmo.

Desta forma, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “interage com os sistemas especificados”, obteve o valor medido “AP” (avaliação prejudicada),

por não ter sido possível utilizar outros sistemas especificados por não estarem disponíveis.

4.7.1.4 Conformidade

O complexo sistema tributário brasileiro contém um grande número de regras e exceções das mesmas. Assim o Sistema Compiere necessita de uma melhor adaptação para um correto funcionamento no Brasil.

Levando em conta que o Compiere é um Sistema Integrado, as operações de pagamento, recebimento e outras mais que envolvem pagamentos de impostos, contém problemas. Isto devido ao fato das diferentes formas de se calcular o pagamento de tributos no Brasil. Estes tributos variam, por exemplo, de acordo com o estado brasileiro e se o produto é matéria-prima ou um produto final, além outras variadas regras.

Desta forma, a avaliação da sub-característica “conformidade”, utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “está de acordo com as normas, leis, etc”, obteve o valor medido “0”, já que não atende ao requisito.

4.7.1.5 Segurança de acesso

O Sistema possui uma flexibilidade para que o administrador possa criar regras de segurança de acesso a dados, definindo assim quais módulos e/ou funções poderão ser acessadas por cada grupo de usuário. Por exemplo, o acesso

aos dados pode ser definido de acordo com o cargo do usuário na empresa, prevalecendo a transparência da empresa.

Na avaliação de Segurança de acesso foi feito um login como usuário da *Web Store*, e assim, foi feita uma tentativa de acessar um registro gravado por um outro tipo de usuário. Entretanto mostrando a segurança de acesso que o sistema possui, o acesso não foi permitido exibindo a mensagem “com estas configurações de login, você não pode ver esta informação”.

Além disto, outra importante característica de segurança é a possibilidade de ser gravar logs dos usuários. Com isto, por exemplo, o administrador do sistema pode descobrir quem está fazendo operações indevidas na empresa.

Devido às condições mencionadas acima, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “evita acesso não autorizado aos dados”, obteve o valor medido “1”.

4.7.2 Sub-características de Confiabilidade

4.7.2.1 Maturidade

Para avaliar a maturidade do sistema foram executadas 20 rotinas gerais (cadastro de parceiros de negócio, criação de relatórios, atualização de dados, entre outras), para de verificar como o sistema se comportou.

Para as rotinas executadas o sistema se portou de forma consistente, e sempre que, alguma manipulação era feita de maneira incorreta, a mesma era explicitada por meio de uma tela de ajuda.

Portanto, de acordo com este critério, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “apresenta falhas com qual frequência”. Neste requisito, obtive o valor medido “1” por não apresentar falha durante a execução das rotinas diversas.

4.7.2.2 Tolerância à falhas

Já que executando as diversas rotinas o sistema se mostrou consistente, então para avaliar a tolerância à falhas do sistema foi proposta a seguinte medida: desligamento do computador pelo botão *reset*. Diante deste procedimento, após o reinício do computador e do sistema Compiere, verificou-se que a operação de cadastro de um parceiro de negócio que estava sendo realizada foi perdida.

Desta maneira, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “ocorrendo falhas, como ele (ERP), reage” o sistema Compiere recebe a métrica “P”, já que se portou de uma maneira que não corresponde com desejado, na qual teria que ser possível recuperar os dados que estavam sendo cadastrados.

4.7.2.3 Recuperabilidade

Diante do observado na sub-característica anterior (tolerância a falhas), o sistema não recuperou os dados no caso: desligamento inesperado do sistema. A avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é capaz de recuperar dados em caso de falha” recebeu a métrica “0”, por não ter recuperado os dados que estavam sendo cadastrados.

4.7.3 Sub-características de Usabilidade

Para avaliar a usabilidade do ERP Compiere foi feita uma amostra casual com 5 usuários (usuários diversos). Inicialmente, foi demonstrada uma visão geral do sistema aos usuários, com o objetivo de familiarizar e explicar o Sistema Compiere como um todo.

Em seguida, foi proposta uma sequência de atividades para os usuários, para que assim, pudesse ser avaliada a usabilidade do Compiere. Os passos propostos foram os seguintes:

- a) Inicializar o sistema e fazer o login;
- b) Pedir ao usuário que cadastrasse uma ordem de venda;
- c) Cadastrar um parceiro de negócio;
- d) Alterar dados de um parceiro de negócio;
- e) Gerar um relatório de um parceiro de negócio;

Após estes procedimentos, foram feitas algumas perguntas aos usuários para avaliar a conformidade do sistema com as sub-características Integridade, Apreensibilidade e Operacionalidade.

Parte dos usuários se queixou da tela inicial de *login* de sistema por conter erros, onde palavras que possuem acentos ficaram com caracteres. Por exemplo, o campo que deveria ser “ID Usuário”, ficou “ID Usuiç1/2rio”.

Além disto, outro problema citado foi do sistema estar em inglês, o que dificultou a utilização do ERP para alguns usuários.

Entretanto, várias características foram agradáveis conforme os usuários citaram. Por exemplo:

- A interface de fácil entendimento possibilitou que, durante a demonstração do sistema feita pelo avaliador, os usuários já memorizassem algumas opções do Compiere;
- A opção de ajuda fez com que algumas dúvidas pudessem ser esclarecidas, evitando assim que certas reclamações de usabilidade surgissem;
- Funcionalidades bem divididas, o que torna claro e objetivo para o usuário do sistema, qual caminho seguir para executar o que se deseja.

A tabela 10 mostra os resultados. Os campos marcados com “X”, confirmam que o usuário conseguiu atingir o objetivo.

Tabela 10 Resultados dos testes de usabilidade com uma amostra casual de usuários.

Procedimento	Login no Sistema	Cadastro de uma ordem de venda	Cadastro de um parceiro de negócio	Alterar dados de um parceiro de negócio	Gerar um relatório de um parceiro de negócio
Usuário					
Usuário 1	X	X	X		X

Usuário 2	X	X			
Usuário 3	X		X	X	
Usuário 4	X		X	X	X
Usuário 5	X		X	X	X

4.7.3.1 Intelegibilidade

A avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil entender o conceito e a aplicação”, obteve o valor obtido, para a sub-característica Intelegibilidade igual a “1”. Isto ocorre devido ao fato do usuário já conseguir entender parte do sistema Compire durante a demonstração do mesmo, feita pelo avaliador.

4.7.3.2 Apreensibilidade

A avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil aprender a usar”. O valor medido foi “1”. As janelas da aplicação seguem sempre o mesmo padrão (facilitando a memorização do usuário) e apresentam diversas facilidades de navegação como o *zoom*, além da função ajuda.

Outro recurso interessante nas janelas da aplicação é a definição de valores padrão para determinados campos. Esse pode ser um grande aliado do administrador do sistema, pois possibilita a criação de janelas “pré-preenchidas”, o que facilita o trabalho do usuário e reduz erros no momento da entrada dos dados.

4.7.3.3 Operacionalidade

A avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil de operar e controlar”. O valor obtido para este conceito foi “1”. Levando em conta que o operador do sistema conheça os processos de negócios da empresa, será fácil controlar as operações. Isto é devido ao fato da Intelegibilidade e Apreensibilidade do Sistema, que faz com que operá-lo se torne uma tarefa mais simples se comparado a outros sistemas.

4.7.4 Sub-características de Eficiência

Deve-se observar que o conceito tempo de resposta é algo que depende da máquina onde estiver sendo executado o sistema. Além disto, depende também de quais aplicativos estão sendo executados simultaneamente. Para a realização dos testes visando avaliar a Eficiência, deve ser considerada a especificação do sistema, feita anteriormente neste trabalho, além de ter sido executado apenas o Compiere durante os testes das sub-características Tempo e Recursos.

4.7.4.1 Tempo

Deve-se observar que o conceito tempo de resposta é algo que depende da máquina onde estiver sendo executado o sistema. Além disto, depende também de quais aplicativos estão sendo executados simultaneamente. Para a realização dos testes visando avaliar a Eficiência, deve ser considerada a especificação do sistema feita anteriormente neste trabalho, além de que foi executado apenas o Compiere durante o teste das sub-características Tempo de Recursos.

Para sua inicialização, após o *click* no ícone do Compiere, ele gastou 11,3 segundos para abrir a tela de *login*. Depois disto, após a escolha do usuário, para entrar de vez no sistema, foram gastos apenas 3,7 segundos. Além disto, durante o uso do Compiere, as operações são realizadas dentro de alguns segundos, o que mostra que o sistema é realmente rápido.

Diante destes critérios, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “qual é o tempo de resposta, à velocidade de execução”. O valor obtido é “1”, pois tanto o tempo de resposta quanto a velocidade de execução satisfazem a qualidade.

4.7.4.2 Recursos

Para avaliar os recursos utilizados, executando o Compiere, foi utilizada a função “Desempenho” do Gerenciador de Tarefas do Windows. Com isto, foi analisada a função “Uso de CPU” que chegou a 100% algumas vezes. Por exemplo, quando o sistema foi inicializado e quando foi gerado algum relatório.

Além disto, também com o auxílio do “Gerenciador de tarefas do Windows”, foi utilizada a função “Processos”, o uso de memória. Verificou-se que o Banco de Dados e o Compiere, necessitam de uma relevante quantidade de memória para um funcionamento adequado, se comparado a outros aplicativos tais como processador de texto, entre outros. Entretanto, como o sistema estudado é complexo devido às suas funcionalidades, pode considerar que o mesmo não ultrapassa os requisitos estipulados em sua documentação, por exemplo, quando indica a configuração mínima de 512 MB de memória RAM.

Foi comparado o tempo de inicialização Br Office 3.2, mais especificamente do aplicativo “*Writer*” deste pacote. Verificou-se que ele gasta um maior tempo para inicializar do que o ERP

Diante dos fatos citados, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “qual recurso usa e durante quanto tempo”, obtém o valor medido “1”, pois pode ser considerado satisfatório.

4.7.5 Sub-características de Manutenibilidade

Para avaliar a característica Manutenibilidade, foi feito um estudo de ferramentas que analisam código em Java, para, mediante isto, fazer a avaliação de cada uma das sub-características de Manutenibilidade, conforme a Lista de Verificação. Neste contexto, foi encontrado o *plugin* PMD para o aplicativo de desenvolvimento em Java chamado Eclipse.

O PMD é um projecto de software livre, desenhado para análise de código Java e apontar possíveis estruturas ineficientes tais como: variáveis locais

não usadas, duplicação de importações, ou blocos *try/catch* vazios, oferecendo aos programadores uma aproximação preemptiva para a limpeza do seu código.

A seguir serão avaliadas as sub-características de Manutenibilidade de acordo com a ferramenta PMD.

4.7.5.1 Analisabilidade

Executando a ferramenta PMD no ambiente de desenvolvimento Eclipse, foram encontrados variados erros durante toda a extensão do código. A maioria destes erros, não atrapalha diretamente o funcionamento correto do Compiere, pois são erros que consideram que não estão sendo utilizadas as conhecidas “melhores práticas” de programação.

Neste contexto das melhores práticas, foram encontradas erros do tipo:

- a) Evitar a utilização da estrutura “se senão” sem o uso de chaves como no trecho de código do Compiere abaixo:

```
if (isClient)
    MClient.get(Env.getCtx(),0); //Login Client loaded
    later
else
    MClient.getAll(Env.getCtx());
    Document.setKey(system.getSummary());
```

- b) O parâmetro “args”, de acordo com o código abaixo, não é atribuído e poderia ser declarado como “final”:

```
public static void main (String[] args)
```

- c) Evitar o uso de variáveis com nomes pequenos como “hr”

```
public static Image getImageLogoSmall(boolean hr)
```

De acordo com definição de qualidade como, a excelência de um produto ou serviço (Edwards, 1968), pode se considerar que o código do sistema ERP Compierre não está de acordo com as melhores práticas de programação, conforme mostrado anteriormente. Entretanto, os erros estudados e encontrados no código não atrapalham diretamente o funcionamento do sistema, dificultando apenas, uma possível alteração no código quando fosse necessária.

Deste modo, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil encontrar uma falha quando ocorre”, recebe a medida “P”. Isto ocorre devido ao fato de terem sido encontradas falhas com o uso do *plugin* PMD, mas estas falhas não influenciarem na correta execução do sistema Compierre.

4.7.5.2 Modificabilidade

A maioria das falhas encontradas é considerada uma falha por não seguir o padrão de melhores práticas de programação. Desta forma, conforme mostrada na avaliação da sub-característica Analisabilidade, por exemplo, o trecho de código que não contém as “chaves” corretas do laço “se senão”, pode ser melhorado, fazendo algumas correções básicas para que o código fique de acordo com as melhores práticas.

Levando em conta a pergunta da Lista de Verificação “é fácil modificar e adaptar”, considerando que o código é aberto, o acesso ao mesmo é fácil. Além disto, o código está bem estruturado apesar das falhas encontradas.

Diante dos fatos mencionados, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil de se modificar e adaptar”. O conceito obtido foi “1”, já que com o auxílio da plugin PMD, foram encontrados erros no código e conhecendo a linguagem Java, tais erros podem ser solucionados alterando o código.

4.7.5.3 Estabilidade

A avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “há grandes riscos quando se faz alterações”. Considerando que, não era objetivo principal do presente trabalho alterar o código do Compiere, a sub-característica Estabilidade recebe o conceito “AP”. Entende-se que fazer alterações no código poderia resultar em certos problemas, já que o código de um sistema ERP é demasiadamente complexo. Seria interessante fazer estas alterações caso fosse previamente estudado todo o código do Compiere, e após entendimento do mesmo, poder modificar alguma parte.

4.7.5.4 Testabilidade

A mesma justificativa da sub-característica Estabilidade se aplica à Testabilidade, considerando que o foco principal deste trabalho não é alterar o código do Compiere, levando em conta sua complexidade. Desta forma, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil testar quando se faz alterações” recebe a métrica “AP”.

4.7.6 Sub-características de Portabilidade

4.7.6.1 Adaptabilidade

Em relação a adaptabilidade, foi encontrada uma empresa parceira do Compiere chamada Megawork que, criou uma solução que faz a integração entre o Compiere e o SAP. Esta integração, segundo esta empresa, é feita por um conector desenvolvido pela mesma que viabiliza, através de chamadas, a Funções RFC, uma interface *online* entre o Compiere e o SAP. Esta solução possibilita o desenvolvimento de aplicações em Java para complementar o sistema SAP.

Neste contexto, o Compiere é usado como *framework* de desenvolvimento, economizando os gastos de licenças SAP, levando em conta que poderá ser utilizada apenas uma licença SAP para diversas aplicações Compiere. Entretanto, como um dos critérios de escolha do ERP Compiere para avaliação foi estabelecido por ser um *software* livre, esta opção fornecida pela empresa Megawork não é considerada muito interessante.

Além desta, adaptação ao SAP encontrada, é possível instalar o ERP Compiere no ambiente Linux, conforme indicado na documentação do ERP.

Embora os testes deste trabalho tenham sido feitos no ambiente Windows, existe a possibilidade de adaptar o sistema para o Linux, visando reduzir ainda mais o custo da implementação do Compiere.

Diante dos fatos mencionados, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil de se adaptar à outros ambientes” recebe o valor medido “1”. Esta medida pode ser justificada levando em conta que, o Compiere pode ser integrado ao ERP SAP, que é líder mundial no segmento de sistemas de gestão empresarial e por ser adaptável aos ambientes Windows e Linux.

4.7.6.2 Capacidade para ser instalado

Levando em conta, a complexidade de um ERP, o mesmo deve ser instalado por pessoas com os devidos conhecimentos técnicos. No Sistema Operacional Windows XP Professional, o Compiere pode ser facilmente instalado. Entretanto, diante de testes feitos, na versão do Windows Home, o ERP não pode ser instalado, devido à existência apenas de configurações básicas de contas de usuário que não permitem o correto uso do Sistema ERP.

Já no Sistema Operacional Linux, ele também pode ser instalado. No site do Compiere podem ser encontrados tutorias de como instalar este ERP tanto no Linux, quanto no Windows, o que dá suporte ao instalador.

Diante dos fatos expostos, a avaliação desta sub-característica, utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil de ser instalados em outros ambientes”, recebe a medida “1”.

4.7.6.3 Conformidade

Em relação à Conformidade, entende-se ser a capacidade do ERP Compiere ser executado em diferentes arquiteturas (*software* e/ou *hardware*). Já que o Compiere é feito na linguagem de programação Java, ele apresenta certa portabilidade. Além disto, o Sistema pode ser executado em dois ambientes extremamente utilizados: Windows e Linux

De acordo com o citado anteriormente, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “está de acordo com os padrões de portabilidade” recebe a métrica “1”. Pode justificar a avaliação desta sub-característica, levando em conta que, adaptar um sistema de grande complexidade como um ERP, para funcionar em ambientes Windows e Linux, além de poder ser integrado com diferentes banco de dados dá ao Compiere conformidade.

4.7.6.4 Capacidade para substituir

A sub-característica Capacidade para substituir, no contexto dos Sistemas ERPs, é um conceito um pouco amplo já que tais sistemas são mais complexos que softwares normalmente avaliados. Tal capacidade para substituir outro ERP, conforme visto no presente trabalho, varia de acordo com o processo de negócios da empresa onde propositalmente seria substituído.

Tendo como base a análise das características e sub-características, avaliadas neste trabalho anteriormente, o ERP Compiere, pode substituir outro sistema ERP até com certa facilidade. Entretanto, a sub-característica capacidade

para substituir é um conceito abstrato em se tratando de sistemas complexos tais como ERPs.

Diante dos fatos citados, a avaliação desta sub-característica utilizando o modelo MEDE-PROS e a Lista de Verificação contendo a pergunta “é fácil usar para substituir outro” recebe a medida “P”.

Tabela 11 Características, Sub-características, Lista de Verificação e Valor Medido.

Característica	Sub-Característica	Lista De Verificação	Valor Medido
Funcionalidade	Adequação	Propõe-se a fazer o que é apropriado?	1
	Acurácia	Faz o que foi proposto de forma correta?	1
	Interoperabilidade	Interage com os sistemas especificados?	AP
	Conformidade	Está de acordo com as normas, leis, etc?	0
	Segurança de acesso	Evita acesso não autorizado aos dados?	1
Confiabilidade	Maturidade	Apresenta falhas com qual frequência?	1
	Tolerância a falhas	Ocorrendo falhas, como ele (o ERP) reage?	P
	Recuperabilidade	É capaz de recuperar dados em caso de falha?	0
Usabilidade	Intelegibilidade	É fácil entender o conceito e a aplicação?	1
	Apreensibilidade	É fácil aprender a usar?	1
	Operacionalidade	É fácil de operar e controlar?	1

Eficiência	Tempo	Qual é o tempo de resposta, a velocidade de execução?	1
	Recursos	Qual recurso usa? Durante quanto tempo?	1
Manutenibilidade	Analisabilidade	É fácil encontrar uma falha quando ocorre?	P
	Modificabilidade	É fácil modificar e adaptar?	1
	Estabilidade	Há grande risco quando se faz alterações?	AP
	Testabilidade	É fácil testar quando faz alterações?	AP
Portabilidade	Adaptabilidade	É fácil adaptar a outros ambientes?	1
	Capacidade para ser instalado	É fácil instalar em outros ambientes?	1
	Conformidade	Está de acordo com os padrões de portabilidade?	1
	Capacidade para substituir	É fácil usar para substituir outro?	P

4.8 Modelo de Relatório

O modelo de relatório, conforme explicitado na seção que mostra o funcionamento da avaliação de acordo com o modelo MEDE-PROS, é basicamente um laudo técnico sobre a qualidade do produto de software que foi avaliado do ponto de vista de um usuário final.

Este relatório deve destacar os aspectos do produto de software que atendem as normas de qualidade de software e os aspectos a serem revistos, originados das não conformidades encontradas durante a avaliação. Por fim, um conjunto de sugestões deve ser fornecido, visando à adequação do produto às normas de qualidade de software, aos requisitos especificados, com o objetivo da melhoria do produto de software a ser fornecido ao mercado. O Modelo de Relatório deste trabalho será apresentado no tópico a seguir com o nome: Proposta de melhoria da qualidade do produto de software ERP Compiere.

4.9 Proposta de melhoria da qualidade do produto de Software ERP Compiere

A proposta de melhoria da qualidade do ERP Compiere, será baseada nas sub-características que obtiveram valor medido “0” e “P”. Além disto, serão justificadas as métricas atribuídas “AP” às sub-características que não puderam ser avaliadas corretamente. Para os valores medidos “1”, não serão feitas propostas de melhoria, já que satisfizeram a qualidade desejada.

4.9.1 Proposta de melhoria para a característica Funcionalidade

- a) Interoperabilidade (valor medido “AP”): a avaliação foi considerada prejudicada, já que não foi possível ter acesso a todos os sistemas especificados, levando em conta que um dos bancos de dados especificados não é de acesso livre. Entretanto, com os demais sistemas especificados o Compiere interage corretamente.
- b) Conformidade (valor medido “0”): em relação a esta sub-característica, a comunidade do Software Livre poderia customizar o código para atender as normas e leis brasileiras, considerando que até então existem apenas soluções fechadas do Compiere para resolver este problema.

4.9.2 Proposta de melhoria para a característica Confiabilidade.

- a) Tolerância a falhas (valor medido “P”): para solucionar as falhas avaliadas, seria interessante o ERP Compiere salvar os dados digitados no software de acordo com um certo tempo. Isto evitaria com que os dados fossem perdidos ou, ao menos, totalmente perdidos.
- b) Recuperabilidade (valor medido “O”): a mesma proposta de melhoria para a sub-característica Tolerância à falhas se aplica à Recuperabilidade. Seria ideal que o sistema salvasse os dados digitados periodicamente, visando assim, evitar maiores problemas.

4.9.3 Proposta de melhoria para a característica Manutenibilidade

- a) Analisabilidade (valor medido “P”): após rodar o *plugin PMD* no ambiente de desenvolvimento Eclipse, foram encontradas as falhas no código. Algumas delas foram citadas anteriormente neste trabalho. As falhas não atrapalhavam diretamente o funcionamento do Compiere, porém o código não está de acordo com as melhores práticas de programação. Para solucionar este problema, seria interessante adaptar todo o extenso código do Compiere de acordo com estas melhores práticas.
- b) Estabilidade (valor medido “AP”): o objetivo deste trabalho não era fazer modificações no código. Além disto, pode ser levado em conta a complexidade do código de um ERP, devido a sua robustez.

- c) Testabilidade (valor medido “AP”): se aplica a mesma justificativa anterior.

4.9.4 Proposta de melhoria para a característica Portabilidade

- a) Capacidade para substituir (valor medido “P”): para melhorar esta sub-característica, uma proposta completa seria corrigir todos os erros avaliados neste trabalho, para que assim, passando nesta avaliação o software pudesse ser estruturado para substituir outro.

Além disto, outro fator importante é o complexo conceito de “capacidade para substituir outro”, no contexto dos sistemas ERPs. Esta capacidade depende do modelo de negócio da empresa que deseja implementar o ERP e muitas outras decisões organizacionais.

4.10 Discussão dos resultados do trabalho

Inicialmente, houve uma dificuldade em encontrar um modelo capaz de avaliar um software ERP, levando em conta o caráter de subjetividade de avaliar a qualidade. Depois de encontrar o modelo MEDE-PROS, a pesquisa passou a ficar mais clara, já que foram encontrados na revisão de literatura, autores que explicavam muito bem como avaliar um software de acordo com este modelo.

A escolha do ERP para ser avaliado não foi uma tarefa muito complicada. A escolha do Compiere foi devido ao objetivo, que implicitamente também era encontrar soluções diferentes, visando também, auxiliarem pequenas

e médias empresas a não ficarem presas a soluções proprietárias. A partir da escolha do modelo MEDE-PROS e do ERP Compiere o trabalho já estava com suas definições prontas.

O passo seguinte então era avaliar o Compiere. Para esta tarefa foi gasto um tempo considerável, já que avaliar a qualidade de um sistema complexo como a de um ERP não é uma missão tão simples. Por fim, depois avaliado o Compiere, foram propostas melhorias para este ERP.

Neste contexto, verificou-se que tanto para avaliar, quanto para propor melhorias, inúmeras atividades podem ser realizadas. Estas podem variar, desde simples instalações do sistema, até complexas alterações no código.

Este trabalho resultou em um estudo prático inédito e completo de avaliação de qualidade do ERP Compiere, podendo assim auxiliar pessoas envolvidas no uso, desenvolvimento, aquisição, entre outras, de tal sistema e estimulando uma possível continuação desta pesquisa, levando em conta que ainda é possível melhorar esta avaliação e propor outras melhorias.

Diante destes comentários gerais do trabalho, entende-se que com esta avaliação, ficou clara a necessidade e importância não só da avaliação da qualidade de produtos de software, mas também a realização de testes para que os softwares cheguem ao mercado com o funcionamento correto e da maneira que o usuário espera.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão

A busca por soluções de TI que atendam as necessidades das organizações, auxiliando no processo de tomada de decisão e no manutenção das empresas perante as concorrentes, se depara com a qualidade destas soluções que, muitas vezes, não estão de acordo com as normas internacionalmente estabelecidas. Desta forma, existem vários casos de empresas que adotam soluções com altos custos, nem sempre contendo a qualidade esperada.

Deste modo, este trabalho avaliou a qualidade do ERP Compiere, de acordo com a norma ISO/IEC 9126 e conforme o modelo nacional de avaliação de produto de software chamado MEDE-PROS. Nesta avaliação pode ser comprovada a eficiência das seis características avaliadas do Compiere, apesar de terem sido identificados alguns problemas de qualidade. Entretanto, com algumas customizações e correções, este ERP se mostra totalmente eficiente e pode ser a solução buscada para muitas empresas, em especial pequenas e médias empresas.

Finalizando, antes da aquisição de um sistema ERP, deve-se fazer um completo estudo de viabilidade do mesmo, levando em conta a complexidade da implementação do ERP que normalmente tem a duração de anos e um alto custo. Não se pode dizer que a solução mais cara é a mais apropriada. É importante entender as necessidades e, a partir disto, verificar entre a gama de possibilidades existentes no mercado, qual se encaixa melhor no contexto da organização.

5.1.1 Limitações do trabalho

Durante a realização deste trabalho ocorreram certas limitações que devem ser explicitadas para uma melhor compreensão do mesmo. Não foi possível ter acesso ao banco de dados Oracle que é proprietário, portanto a avaliação da sub-característica Interoperabilidade ficou prejudicada.

Na avaliação da característica Manutenibilidade, as sub-características Estabilidade e Testabilidade tiveram suas avaliações prejudicadas, já que em sistemas ERP, fazer alterações no código e testes tem um sentido muito amplo devido aos mesmos serem sistemas de alta complexidade.

5.1.2 Avaliação sobre o atendimento dos objetivos do trabalho

Em relação ao atendimento dos objetivos, o presente trabalho correspondeu aos objetivos, partindo do atendimento dos objetivos específicos para atingir o objetivo geral.

Primeiramente, foi identificado o modelo MEDE-PROS que avalia a qualidade de software baseado na norma ISO/IEC 9126. Em seguida, foi avaliado o produto de software ERP Compiere, que foi selecionado, de acordo com critérios pré-estabelecidos.

Finalizando, foi apresentado um plano de melhoria da qualidade do produto de software ERP Compiere.

Desta forma atingiu-se o objetivo de avaliar a qualidade de produto de software ERP de acordo com a norma ISO/IEC 9126.

5.2 Trabalhos futuros

Recomenda-se como trabalhos futuros, obter acesso à softwares ERPs mais renomeados no mercado tais como SAP, Oracle. Com isto, fazer novas avaliações levando em conta, a importância frequente da avaliação, análise e melhorias destes softwares, já que os ERPs estão sendo cada vez mais utilizados pelas organizações de todo planeta.

Outro fator de interesse, levando em conta a complexidade dos sistemas ERP, é avaliar alguma característica específica da qualidade destes sistemas. Isto devido ao fato da diferença entre avaliar um produto de software normal e um complexo sistema ERP que possuem inúmeras funcionalidades a mais.

Outro interessante trabalho futuro é ampliar o número de ferramentas para avaliação com a utilização, inclusive de ferramentas nacionais. Além disto, desenvolver um estudo interdisciplinar envolvendo contadores, advogados, entre outros, para avaliar de uma forma mais completa a parte financeira e legislativa de Sistemas ERPs.

Uma última proposta de trabalho futuro é detalhar tecnicamente e detalhadamente alternativas para a implementação das propostas iniciais de melhorias deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sistemas de gestão da qualidade: Fundamentos e vocabulário. NBR ISO 9001. Rio de Janeiro, 2000a.

ALBERTIN, A. L. **Administração de informática: funções e fatores críticos de sucesso**. 2. ed. São Paulo : Atlas 1999

ALSÈNE, E. **The computer integration of the enterprise**. *IEEE Transactions on Engineering Management*. vol. 46, no. 1, pp. 26-35, 1999.

ANDRADE, F. **Comportamento e estratégias de organizações em tempos de mudança sob a perspectiva da tecnologia da informação**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v.09, nº 2, abril/junho 2002

ANJOS, L. MOURA, H. **Um modelo para a avaliação de produto de software**. Disponível em http://php.cin.ufpe.br/~laps/laps/arquivo/arquivo_13.pdf Acessado em 12 maio 2010.

AZEVEDO, R. C. **O uso de ERP e CRM no suporte à gestão de demanda em ambientes de produção Maketo-Stok**. *Gestão & Produção*, vol. 13, nº 2, p.179-366, mai-ago, 2006.

BATISTA, E. O. **Sistemas de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. São Paulo: Saraiva, 2004

Bingi, Prasad , Sharma, Maneesh K. and Godla, Jayanth K. Critical Issues Affecting an ERP Implementation. *Information Systems Management*, 1999.

CERQUEIRA, J. P.; MARTINS, M. C. **O Sistema ISO 9000 na Prática**. São Paulo: Pioneira, 1996.

CHOPRA, S., MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - Estratégia, Planejamento e Operação**. Prentice Hall, 2003.

CLAUDIO, A. **SaaS, uma breve introdução**. 2008. Disponível em: <aclaudio.wordpress.com/2008/02/22saas-uma-breve-introducao>. Acessado em 23 mar. 2008.

CLIFFE, S. **ERP Implementation**. Boston, Harvard Business Review, 1999.

COLOMBO, R.; GUERRA, A. **The Evaluation Method for Software Product . ICSSEA**. 2002 - International Conference "Software & Systems Engineering and their Applications. Paris, França, 2002.

COLOMBO, R. M. T. **Processo de Avaliação da Qualidade de Pacotes de Software**. Dissertação de *mestrado apresentado na Unicamp*, 2004.

CORRÊA, H. L. **Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRP II/ ERP: Conceitos, Uso e Implantação**. 2 ed. Ed.Atlas, 1999. 412p.

DAVENPORT, T. H. **The new industrial engineering: Information technology and business process redesign**. Sloan Management Review, p.11-27, 1990.

DAVENPORT, T. H.; MARCHAND, D. A.; DICKSON, T. **Dominando a Gestão da Informação**. Porto Alegre: Bookmann, 2004.

DEMO, P. **Pesquisa qualitativa. Busca de equilíbrio entre forma e conteúdo**. Rev.latino-am.enfermagem, Ribeirão Preto, v. 6, n. 2, p. 89-104, abril 1998.

DORNELAS, G. C. **Análises Econômicas do Software Livre no Contexto Universitário**, 2009.

EDWARDS, C. D. **The meaning of Quality**. Quality Progress, 1968.

ESTEVES J.; PASTOR J. A. **An ERP life-cycle-based Research Agenda**. 1st International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems (EMRPS). Veneza, Itália, pp. 359-371, 1999.

FREITAS, J. B. **Implantação de um Sistema ERP com foco na Área Financeira: Um Eestudo de caso em um Frigorífico Goiano**, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GLADCHEFF, A. P. **Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental**, 2002.

GUTIERREZ M.; ALEXANDRE T. **Complexo eletrônico: Sistemas Integrados de Gestão**, 2005.

HEXSEL, R.A. **Propostas de Ações de Governo para Incentivar o Uso de Software Livre**. Relatório Técnico RT-DINF 004/2002, Universidade Federal do Paraná, 2000.

HUMPHREY, W. S. **Managing the Software Process**. Addison-Wesley. Publishing CO., Reading, Massachusetts, 1989.

Impacta. **Pesquisa Periódica de Mercado**. Disponível em: <http://www.impacta.com.br/a-impacta/pdfs/20050429_iccorp_analise_perguntas2-3-14.pdf>. Acessado em 05 maio 2010.

JACOBS, K. **Standardization Processes in IT: Impact, Problems and Benefits of User Participation**. Braunschweig: Vieweg, 2000.

JUNIOR, C. C. **Sistemas Integrados de Gestão - ERP: uma abordagem gerencial**. 3 ed. Curitiba, 2008.

KEEN, W. **Guia gerencial para a tecnologia da informação**. São Paulo: Editora Campus, 1996.

KHADDAJ, S.; HORGAN, G. **The Evaluation of Software Quality Factors in Very Large Information Systems**. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*. vol. 7, no1, 2004, p. 43-48.

KOSCIANSKI, A.; SOARES, M. S. **Qualidade de Software**. 1ªed. São Paulo: Editora Novatec, 2006

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Management information systems: organization and technology**. 4th ed., Prentice-Hall, 1996.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Information Systems with Internet**, 1999.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Management Information Systems: Managing the Digital Firm**. New Jersey, 7th ed, 2001.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de informação gerenciais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MACEDO, A. R. S. **ERPs de código aberto no Brasil**. Disponível em <<http://softwarelivre.org/rminformatica/blog/erps-de-codigo-aberto-no-brasil>> Acesso em 19 maio 2010.

MICHEL, R. **Reiventon reigns: ERP vendors redefine value, planning and elevate customer service.** Manufacturing Systems. Vol 15, Iss 7, pg 28-92, 1997.

NAH, F. F. H.; LAU, J. L. S.; KUANG, J. **Critical factors for successful implementation of enterprise systems.** Business Process Management Journal, Vol. 7 No. 3, p 285-296, 2001.

NBR ISO/IEC 9126-1:2003. **Tecnologia de informação: Engenharia de software – Qualidade de produto Parte 1: Modelo de qualidade.** Esta norma cancela e substitui a NBR 13596. julho 2003.

NBR ISO/IEC 12119, **Tecnologia de Informação – Pacotes de software – Teste e requisitos de qualidade.** 1998.

PADILHA, T. C. C.. **Tempo de implantação de Sistemas ERP: Análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos.** Gestão & Produção. V.11, n.1, p.65-74, jan.-abr. 2004.

PALMISANO, A. **Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento,** 2003.

PFLEEGER, S. L. **Software Engineering: Theory and Practice.** 2nd ed. Upper Saddle River. New Jersey: Prentice-Hall, 2001.

POLIT, D. F.; HUNGLER, B. P. **Nursing research: principles and methods.** 3. ed. Philadelphia: J. B. Lippincott, 1987.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1995.

PRESSMAN, R. S. **Software engineering: a practitioner's approach**. Fifth edition, McGraw Hill, Nova York, 2000.

RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica**. Edições Loyola, São Paulo, 3ed, 2005.

REIS M. **Caracterização de um Processo de Software para Projetos de Software Livre**, 2003.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2005.

ROBEY, D. **Learning to Implement Enterprise Systems: An Exploratory Study of the Dialects of Change**. MIT Center for Information Systems Research, Georgia, 2000.

ROSS, J. **The ERP Revolution: surviving versus thriving**. Research paper, Center for Information Systems research, Sloan School of Management, M.I.T., 1998.

SANTOS, A. A. **O Ciclo de Vida dos Custos dos Sistemas ERP**. Gestão de Custos de Sistemas de Informação. VII Congresso Brasileiro de Custos, Recife, Agosto/2000.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis, 2000.

SLATER, D. **An ERP Package for you and you and even you**. CIO Magazine, 1999.

SOFTEX. O impacto do software livre e de código aberto na indústria de software do Brasil. Softex Campinas, disponível em <www.softex.br>. Acessado em 18/05/2010.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. Tradução de André Maurício de Andrade Ribeiro. 6º ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003. Título original: *Software engineering*.

SOUZA, C. A. Sistemas Integrados de Gestão Empresarial: Estudos de Casos de Implementação de Sistemas ERP, 2000.

STAIR, R.M. Princípios de Sistemas de Informação: uma Abordagem Gerencial. 2.ed. São Paulo: Editora LTC, 1998.

TSUKUMO, A. N. Qualidade de Software: Visões de Produto e Processo de Software. II Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação Regional de São Paulo – II ERI da SBC – Piracicaba, SP – Junho de 1997, págs: 173 – 189.

WAGLE, D. The Case for ERP Systems. The Mckinsey Quarterly, n. 2, 1998, p. 130-138.