

## CONSTRUÇÃO DE UM INDICADOR DE MATURIDADE DE *HARDWARE* DE PROJETOS ELETRÔNICOS

Rafael Kohler Costa (rafaelkcosta@gmail.com)

### Resumo

As empresas do setor de informática e eletroeletrônicos no Brasil se deparam com uma grande dificuldade de acompanhar projetos desenvolvidos por terceiros, especialmente fornecedores asiáticos. A necessidade de introduzir novos produtos mais rapidamente demanda que as empresas sejam capazes de avaliar o andamento do projeto de forma precisa e rápida. O objetivo do artigo é apresentar a construção de um indicador de maturidade de projetos de *Hardware* capaz de apresentar de forma clara e eficaz o status do projeto analisado, para possibilitar replanejamentos e ajustes vitais no cronograma. Apresenta-se nesse artigo uma revisão bibliográfica em busca de ferramentas similares, além da discussão de profissionais experientes no desenvolvimento de projetos eletrônicos e outras áreas afins. O resultado do estudo foi a criação de uma planilha eletrônica para avaliação de projetos de *tablets*. Essa avaliação é feita por um técnico da área, que gera um relatório de fácil visualização. O estudo demonstrou a validade e utilidade do indicador no acompanhamento de projetos desenvolvidos por terceiros, esboçando um caminho para resolução do problema apresentado.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de Produtos; Indicador de maturidade de projetos; Projetos de equipamentos eletroeletrônicos

**Área:** Gestão de Desenvolvimento de Produto (GDP)

## 1. INTRODUÇÃO

A competição no mercado de eletrônicos é feroz, com as margens de lucro cada vez menores (IDC, 2013) e uma grande pressão por inovações rápidas e constantes (LYNN; SKOV; ABEL, 1999). A competição é intensa e a concorrência está lado a lado nas prateleiras das lojas e nos sites de compras da China. Além disso, o mercado cinza e compras no exterior têm dificultado o cenário brasileiro de eletrônicos (IDC Brasil, 2013).

A rapidez na introdução de novos produtos não é mais um diferencial competitivo (VESEY, 1991) e sim um pré-requisito para se manter no mercado. Os avanços tecnológicos ocorrem muito rapidamente e deixam os produtos eletrônicos com características semelhantes a produtos perecíveis (CURRY; KENNEY, 1999).

O desenvolvimento de produtos de informática se consolidou em Taiwan, a partir da década de 90, com a participação dos ODMs – Original Design Manufacturer, ou seja, empresas que se responsabilizam pelo desenvolvimento, muitas vezes sob demanda, e pela fabricação de novos produtos, deixando a cargo das donas das marcas (como HP, Dell, Acer, Asus, Positivo, Megaware, CCE, entre outras) o marketing e a venda dos mesmos.

Os ODMs de Taiwan surgiram de um aprendizado e de uma evolução nesse modelo de negócios, conforme descrito por Hobday (1995). Em 2011 os ODMs Taiwaneses foram responsáveis pelo desenvolvimento de 94% dos notebooks vendidos no mundo (JULIO, 2013). Tudo isso graças a construção de um ambiente de fornecedores, profissionais qualificados, logística e investimentos, o que permitiu a difusão do conhecimento, facilitando tanto o empreendedorismo, como criando um modelo de negócios imbatível em custo, qualidade e tempo de introdução no mercado.

Um movimento semelhante ao que ocorreu com essas empresas de Taiwan está ocorrendo nas empresas da China, que passaram a desenvolver produtos eletroeletrônicos móveis (DEDRICK; KRAEMER, 2006), no início dos anos 2000, como é o caso dos *MP3 players*, passando para porta-retratos digitais e chegando atualmente em *tablets*, celulares e smartphones de baixo custo.

Dentro da indústria percebe-se uma enorme pressão sobre os desenvolvedores e fornecedores para acelerar a entrada dos produtos no mercado, forçando as empresas de todo o mundo a recorrer ao serviço de ODMs asiáticos para competir em custo e velocidade (TTM - *Time-to-Market*).

Enquanto muitos estudos apontam para uma crescente necessidade em diminuir o tempo do desenvolvimento, Crawford (1992) descreve custos e perigos relacionados ao processo acelerado de desenvolvimento de produtos. O desenvolvimento acelerado representa um

risco se não for corretamente gerenciado. Quando se trata do desenvolvimento de um projeto por terceiros, no caso os ODMs asiáticos, verifica-se um perigo ainda maior de atrasos e custos não planejados no projeto.

Não existem ferramentas disponíveis para o gerenciamento de projetos realizados por terceiros, conforme descrito acima (SALGADO et al, 2010). Alguns complicadores como barreiras linguísticas, distância, longo tempo de trânsito de amostras, fuso horário, quantidade limitada de amostras, complexidade do produto e curto tempo de desenvolvimento impedem uma análise rápida e precisa do andamento de projetos eletrônicos. Assim, o acompanhamento do projeto à distância torna-se inviável. A solução encontrada atualmente pelas empresas brasileiras é manter um escritório na Ásia ou enviar um de seus profissionais experientes ao ODM com o objetivo de realizar uma avaliação do projeto. Porém, esta análise é muito subjetiva e totalmente dependente do profissional que faz a avaliação.

O objetivo desse artigo é apresentar a construção de um indicador de maturidade do *Hardware* de projetos eletrônicos, que facilite a comunicação entre o avaliador e o tomador de decisão e possibilite a transmissão das informações sobre o andamento do projeto de forma rápida, objetiva, precisa e imparcial. Ele deverá servir como uma ferramenta de auxílio na gestão de projetos e tomadas de decisão.

Esse indicador visa compilar de forma simples as análises dos vários aspectos do andamento do projeto para uma fácil visualização do status, tempo estimado para finalização, além de possibilitar a criação de uma base de conhecimento e de experiências que poderá ser usado em projetos futuros.

A utilização de processos estruturados de coleta e análise de dados, baseados em métricas bem definidas, conforme proposto nesse indicador, agiliza as análises pelo profissional responsável e em muito facilita o trabalho desses tomadores de decisão, poupando tempo precioso e de custo elevado.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Em conversa com especialistas de outras áreas da empresa, foi constatado que a área de gerenciamento de projetos de *Software* possui ferramentas avançadas de medidas de andamento de projeto e indicadores de níveis de maturidade (FENTON e PFLEEGER, 1998; FENTON, 1999; AUSTIN, 1996; IEEE, 1998; MORASCA; BRIAND, 1997; KAN; PARRISH; MANLOVE, 2001; KANER; BOND, 2004).

Existe uma vasta documentação e referências para o uso de indicadores na medição e acompanhamento do desenvolvimento de *Software* (KANER; BOND, 2004) (AUSTIN, 1996)

(IEEE, 1998) (FENTON e PFLEEGER, 1998) (FENTON, 1999), porém o mesmo não ocorre para o desenvolvimento de *Hardware*. Apesar da grande diferença entre os processos de desenvolvimento de *Hardware* e *Software*, a abordagem utilizada por alguns autores para definir e validar as métricas (STEVENS, 1946), pode ser extrapolada para atender os problemas do *Hardware*.

Kaner e Bond (2004) conseguem descrever de forma precisa os conceitos de medição, métricas e formas de avaliar e validar essas métricas. Um conceito importante que vem da norma IEEE 1061 é a medição direta, que, de acordo com a norma, é fundamental para validar as métricas. Kaner e Bond (2004) demonstram que no mundo abstrato do *Software* é muito difícil encontrar medidas diretas. O mesmo não ocorre no mundo do *Hardware*, como ficará demonstrado nos exemplos. A utilização de medidas diretas é importante por elas serem inerentemente válidas (IEEE, 1998).

Dentro do Framework proposto pelo PMI para Gerenciamento de Projetos são apresentados processos para gestão de aquisições e colaboração com parceiros. No PMBOK (2008) podemos encontrar ferramentas e técnicas muito importantes para o gerenciamento de aquisições, como gerenciamento de contratos, pagamentos, desempenho, etc, porém elas não cobrem de forma satisfatória o aspecto técnico do projeto.

Filho (2008) analisa a falta de ferramentas de controle de fornecedores e apresenta trabalhos que propõem ferramentas de apoio ao desenvolvimento colaborativo com os fornecedores, porém, as mesmas, não são de aplicação rápida e não foram focadas ao desenvolvimento de hardware de produtos eletroeletrônicos. (FILHO, 2008; HUANG et al., 2005; HUANG et al, 2003; BOARDMAN e CLEGG, 2001; FORZA e SALVADOR, 2002; CHOY et al., 2002a e 2002b). Alguns trabalhos apresentam ferramentas focadas no controle da cadeia de suprimentos, mas não consideram o envolvimento e cooperação entre empresas durante o desenvolvimento do produto. (RUNGTUSANATHAM e FORZA, 2005; HUANG et al., 2005; SRIRAM e SINHA, 2005; PETERSEN et al., 2005 e 2003; BLACKHURST et al., 2005; FIXSON, 2005)

McIvor et al (2000) apresentam uma interessante proposta para melhorar a interação entre comprador e fornecedor com o uso de ferramentas na internet, porém esse estudo não considera a necessidade de testes em amostras e os problemas que surgem da distância, tempo de trânsito de amostras e dificuldades de comunicação.

Salgado et al (2010) realizaram uma pesquisa e classificação de modelos de referência existentes para o desenvolvimento de produtos. Ao analisar essa pesquisa concluiu-se que os modelos disponíveis tem um enfoque acadêmico nas generalidades do processo de

desenvolvimento de produtos e pouca ou nenhuma atenção é dada a setores específicos. Além disso evidenciou-se uma falta de estudos práticos e ligados à indústria.

### 3. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido a partir de uma necessidade identificada durante o desenvolvimento de novos produtos em uma empresa da indústria de informática no Brasil. Buscando aprimorar o gerenciamento do projeto, foi feita uma pesquisa bibliográfica em busca de ferramentas específicas para o acompanhamento de projetos de produtos à distância. A pesquisa utilizou basicamente a internet, através do site Google procurando páginas de interesse e pesquisando por artigos científicos pelo site “scholar.google.com”. Não foram encontradas ferramentas de *Hardware* que se encaixassem na necessidade da empresa.

Foi criada então uma planilha eletrônica com um modelo inicial de indicação de maturidade do *Hardware*, baseado em alguns elementos próprios do gerenciamento de projetos de *Software*. Esse modelo inicial foi levado para discussão com outros profissionais e foi sendo refinado até alcançar um formato possível de ser testado. Após os testes concluiu-se que diferentemente do *Software*, seria necessário a criação de três avaliações, cada uma delas com um ponto de vista diferente.

O primeiro indicador criado foi focado no acompanhamento de projetos de *tablets*. Foram feitas avaliações experimentais de um projeto em andamento. Durante as análises encontraram-se pontos que precisavam ser melhor definidos. Esses pontos foram corrigidos e notou-se a importância de criar métricas balanceadas para a avaliação dos componentes. Foi feita uma nova pesquisa para encontrar métodos de definição de métricas. Novamente foram encontradas diversas referências dentro do gerenciamento de projetos de *Software*, mas nenhuma voltada para projetos de *Hardware*. As métricas foram revisadas e foram criadas fórmulas para transferir os resultados de cada uma das três análises para uma planilha dedicada aos resultados do indicador.

### 4. RESULTADOS

O principal resultado desse estudo foi a criação de uma planilha com os componentes e métricas definidas para a avaliação de projetos de *tablets*.

#### 4.1. Construção do indicador de maturidade

O indicador é composto por três avaliações. Para cada avaliação são analisados diversos componentes do projeto e é dada uma nota para cada um deles. Essas notas são

manipuladas para alcançar um número final de avaliação. Esses números finais são compilados num indicador final.

As três avaliações são importantes para possibilitar diferentes pontos de vista do projeto, sendo que a primeira avaliação, definida como “Projeto”, está concentrada em identificar a maturidade do projeto. A segunda avaliação, “Implementação”, refere-se a maneira como o projeto foi implementado. A última avaliação é chamada de “Teste”, quando o produto será avaliado com base em um caderno de testes pré-definido.

A análise total está dividida em três avaliações visando facilitar a criação de métricas e possibilitar a análise nas etapas mais prematuras do projeto, quando os protótipos ainda não estão disponíveis.

O primeiro passo para a criação do indicador é a seleção dos componentes a serem analisados. Para cada família de produtos deve ser criado um conjunto de componentes coerente com esse tipo de produto. Na tabela 1 é apresentado um exemplo de seleção de componentes para um *tablet*. Por ser um padrão de nomenclatura adotado na indústria, alguns nomes foram mantidos em inglês.

Tabela 01: seleção de componentes de um *tablet* a serem analisados.

Componentes		
SoC (System-on-Chip)	CAMERA	ANTENNAS
STORAGE	BATTERY	INFRARED
RAM MEMORY	PCB FORMAT	AUDIO
WIFI	LUMINOSITY	AC ADAPTER
POWER MANAGEMENT	VIBRATOR	SPEAKER
TOUCHSCREEN	GYROSCOPE	DOCUMENTATION SCH/LAYOUT
LCD	ACCELEROMETER	DOCUMENTATION DATASHEETS

Fonte: Elaboração própria

#### 4.2. Construção de uma métrica para avaliação

A segunda etapa na criação de um indicador é a definição das métricas com a atribuição de parâmetros para cada nota. Sendo que a nota 1 representa um componente com baixo risco e a nota 5 representa um componente de alto risco. Por exemplo, dentro da análise da Memória RAM na avaliação de um projeto, podemos atribuir as seguintes notas: Nota 1 - A Memória RAM que será utilizada no projeto é uma memória conhecida pelos projetistas e já utilizada em outros projetos similares (Baixíssimo risco). Nota 2 - A Memória RAM que será utilizada é de um fabricante conhecido, de uma família de componentes já utilizada, porém com capacidade ou frequência diferentes (Baixo risco). Nota 3 - A Memória RAM que será utilizada é de um fornecedor diferente, porém com pinout igual a alguma memória já utilizada pelos projetistas (Risco médio). Nota 4 - A Memória RAM tem um pinout ou footprint diferente das memórias comumente usadas (Risco Alto). Nota 5 - Ainda não foi definida qual a memória que será utilizada. (Risco Alto, ponto de atenção do projeto).



Essa atribuição de parâmetros de análise deve ser feita para cada componente com o cuidado de manter um balanço entre notas. Esse é um processo gradual que precisa ser reavaliado e refeito sempre que um desbalanço for identificado.

As métricas são válidas apenas para uma mesma família de produtos, sendo que os parâmetros de um *tablet* são diferentes dos de um notebook, smartphone, equipamento embarcado, etc.

As avaliações são divididas em três e a primeira a ser feita é o projeto. Nessa avaliação será analisada a concepção do produto, arquiteturas escolhidas para cada função, componentes escolhidos e modificações no projeto. Nessa etapa somente a documentação e especificação do produto já são suficientes para fazer a análise. A especificação do produto deve estar sempre atualizada e anexada à análise.

A segunda avaliação é a implementação. Nessa avaliação será analisada a forma como cada um dos componentes foi implementado no projeto. Para essa avaliação é necessário um protótipo. A terceira avaliação são os testes. Essa análise é a mais demorada e deve ser executada com maior frequência durante o andamento e *debug* do projeto.

As duas primeiras avaliações devem ser feitas por profissionais especializados com conhecimento e experiência no produto que está sendo avaliado. Dependendo da maturidade da automação e objetividade na atribuição de parâmetros, a terceira avaliação pode ser executada por técnicos especializados em testes. A tabela 2 apresenta exemplos de parâmetros para análise de componentes na avaliação do projeto.

Tabela 02: exemplo de parâmetros atribuídos para cada nota na análise do projeto.

Componentes	Notas				
	1	2	3	4	5
SoC	Já definido	-	Já definido, porém é novo para o ODM	-	Vai sofrer alteração
RAM MEMORY	Já definido	Mudança de capacidade ou velocidade de acesso	Mudança de fornecedor	Mudança de pinout	Sem solução definida
WIFI	Já definido	Mudança de módulo com mesmo pinout e driver	Mudança de módulo com mesmo pinout (mudança de driver)	Mudança de módulo pinout diferente	Sem solução definida
LUMINOSITY	Sem mudança	Mudança de part-number fornecedor	Inclusão	-	-
GYROSCOPE	Sem mudança	Mudança de part-number fornecedor	Inclusão	-	-

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 02 pode-se verificar algumas diferenças na atribuição dos parâmetros, por exemplo o SoC (System-on-Chip), por se tratar do principal componente no design da eletrônica do *tablet*, é razoável atribuir um alto risco (nota 5) no caso de mudança, uma vez que mudanças nesse componente impactam todo o design. Da mesma forma, percebe-se que a modificação ou inclusão de sensores como Sensor de Luminosidade ou Giroscópio

são tratados como baixo/médio risco. É importante que os profissionais com maior experiência discutam e avaliem os parâmetros de cada nota para que elas fiquem coerentes.

A tabela 03 apresenta exemplos de parâmetros para as avaliações da implementação.

Tabela 03: exemplo de parâmetros atribuídos para cada nota na análise da implementação.

Componentes	Notas				
	1	2	3	4	5
SoC	Funcionalidade OK sem necessidade de alterações	Funcionalidade OK com necessidade de adaptação	-	Funcionalidade Não OK devido a erro na implementação	Funcionalidade Não OK ainda sem solução
RAM MEMORY	Funcionalidade OK sem necessidade de alterações	Funcionalidade OK com necessidade de adaptação	-	Funcionalidade Não OK devido a erro na implementação	Funcionalidade Não OK ainda sem solução
WIFI	Funcionalidade OK sem necessidade de alterações	Funcionalidade OK com necessidade de adaptação	-	Funcionalidade Não OK devido a erro na implementação	Funcionalidade Não OK ainda sem solução
GYROSCOPE	Funcionalidade OK sem necessidade de alterações	Funcionalidade OK com necessidade de adaptação	Funcionalidade Não OK devido a erro na implementação	-	Funcionalidade Não OK ainda sem solução

Fonte: Elaboração própria

Na atribuição de parâmetros para a avaliação da implementação deve ser verificada a forma como o componente foi implementado no projeto. Falhas nas ligações, alimentação, footprint de componentes, falta de conexão, erro de pinagem, descasamento de impedância, crosstalk, ruído, etc, devem ser identificados e apontados nessa avaliação.

Componentes que não funcionam e não possuem solução devem ser tratados como de alto risco (nota 5) e tratados de forma especial, caso a caso.

Na avaliação dos testes é importante criar casos de testes bem definidos e de preferência automatizados. O resultado do teste deve estar diretamente relacionado à nota que deve ser atribuída para cada situação, ou seja, a métrica deve ser objetiva, baseada em medição direta (IEEE, 1998). Nessa avaliação é necessário verificar cuidadosamente a especificação do produto para identificar requisitos que não estão sendo atendidos.

Pode-se citar a avaliação do Teste do componente Wi-fi. O caderno de testes define o procedimento que deve ser seguido para testar o wi-fi com definições claras do resultado esperado. Por exemplo, são definidos diversos testes para padrões de comunicação, protocolos, tipos de criptografia, canais, distância, velocidade de transferência, entre outros testes. O caderno de testes deve definir qual a nota que será atribuída ao componente wi-fi caso sejam detectados erros em um ou mais testes: Nota 1: Todos os testes alcançaram o resultado esperado; Nota 2: Um tipo de criptografia não funcionou corretamente; Nota 3: Velocidade de transferência ou conexão em diferentes protocolos não alcançou o resultado esperado; Nota 4: Interface apresentou problemas de conexão intermitentes ou não identificou a rede ou não ligou/desligou corretamente; Nota 5: Interface não funcionou de forma a possibilitar os testes.



Essa criação é um processo interativo e as métricas devem ser refinadas à medida que a experiência com a utilização do indicador aumenta. O uso das métricas não elimina a necessidade do julgamento de um especialista. O objetivo do indicador é reduzir a subjetividade na avaliação do andamento de um projeto, agilizar o julgamento e providenciar uma base quantitativa para facilitar a tomada de decisões. (IEEE, 1998)

#### 4.3. Compilação das notas

Foi desenvolvida uma planilha eletrônica onde é feita a atribuição de notas para cada um dos componentes da avaliação. A planilha calcula automaticamente uma média das notas e apresenta os resultados em uma aba separada. Juntamente com a média das notas, é apresentada uma contagem de cada uma das notas e um histórico das avaliações. O indicador é apresentado em forma de porcentagem sendo calculado com a divisão da quantidade de componentes avaliados pelo somatório das notas.

A planilha é composta por cinco abas, sendo uma para cada avaliação: Projeto, Implementação, Testes, uma aba com as especificações do produto e uma aba com os resultados da avaliação.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da ausência de ferramentas adequadas que analisem o andamento de projetos foi criado esse indicador. Inicialmente ele foi aplicado em dois projetos de tablets diferentes. Os resultados mostraram que a utilização do indicador facilita e agiliza a análise do andamento do projeto, além de servir como um guia/*checklist* para a análise.

As análises realizadas nos projetos dos *tablets* demonstraram que o valor do indicador representava de forma consistente o status do projeto. Isto é, as análises realizadas no início do projeto resultaram em um valor baixo do indicador. A medida que o projeto ia sendo realizado foi observada uma evolução crescente no resultado do indicador. Sendo portanto, uma ferramenta confiável para auxiliar a tomada de decisão.

Os resultados demonstram que o estudo apresenta uma solução viável ao problema apresentado, porém o mesmo precisa ser aprimorado. Primeiramente deve-se estruturar de forma mais objetiva a criação de métricas balanceadas. Além disso, é necessário criar um histórico das análises realizadas. Com esse histórico será possível estudar o progresso do projeto.

Trabalhos futuros poderiam aprofundar a criação de métricas para a análise dos componentes, melhoria no cálculo do indicador, criação de um histórico de análises e utilização do indicador em outras famílias de produtos.

## REFERÊNCIAS

- AUSTIN, R. D., **Measuring and Managing Performance in Organizations**. New York: Dorset House Publishing, 1996
- BLACKHURST, Jennifer; WU, Tong; O'GRADY, Peter. **PCDM: a decision support modeling methodology for supply chain, product and process design decisions**. Journal of Operations Management, Volume 23, Issues 3-4, April 2005, Pages 325-343
- BOARDMAN, John T.; CLEGG, Ben T. **Structured engagement in the extended enterprise**. International Journal of Operations & Production Management. Bradford: 2001. Vol. 21, Num. 5/6; 795-811.
- CHOY, King Lun; LEE, W. B.; LO, Victor. **An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing**. Expert Systems with Applications, Volume 22, Issue 3, April 2002a, Pages 213-224.
- CHOY, King Lun; LEE, W. B.; LO, Victor. **Development of a case based intelligent customer supplier relationship management system**. Expert Systems with Applications, Volume 23, Issue 3, 1 October 2002b, Pages 281-297.
- CRAWFORD, C. Merle **The hidden costs of accelerated product development**. Journal of Product Innovation Management 9:188–199(1992).
- CURRY, James; KENNEY, Martin, Beating the Clock: **Corporate responses to rapid change in the PC industry**, California Management Review Vol 42. No.1, Fall 1999
- DEDRICK, Jason; KRAEMER, Kenneth L. **Impacts of globalization and offshoring on engineering employment in the personal computing industry**. 2006.
- FENTON, Norman E., **Software Metrics: Successes, Failures & New Directions**, presented at ASM 99: Applications of Software Measurement, San Jose, CA, 1999.
- FENTON, Norman E.; PFLEEGER, Shari Lawrence. **Software metrics: a rigorous and practical approach**. PWS Publishing Co., 1998.
- FILHO, José Roberto de Barros, **Modelo de colaboração para desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimento**, 2008, 178 f, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008
- FIXSON, Sebastian K. **Product architecture assessment: a tool to link product, process, and supply chain design decision**. Journal of operations management, v.23, p. 345-369, 2005.
- HOBDAV, Mike. East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics. **World development**, v. 23, n. 7, p. 1171-1193, 1995.
- HUANG, G. Q.; MAK, K. L.; HUMPHREYS, P. **A new model of the customer–supplier partnership in new product development**, Journal of Materials Processing Technology, Volume 138, Issues 1-3, 20 July 2003(a), Pages 301-305.
- HUANG, G.Q., ZHANG, X.Y., LIANG, L. **Towards integrated optimal configurations of platform products, manufacturing processes, and supply chains**. Journal of Operations Management 23 (3–4), 267–290, 2005.
- HUMPHEYS, Paul; HUANG, George. **Electronic commerce: re-engineering the buyer-supplier interface**, Business Process Management Journal 6.2 (2000): 122-138.
- IDC Brasil, **Brazil Personal Systems Compete**, São Paulo, Brasil, 2013

IDC, **IDC Worldwide Quartely PC Tracker**, Framingham, MA, 2013

IEEE, IEEE Std. 1061-1998, **Standard for a Software Quality Metrics Methodology**, revision. Piscataway, NJ,: IEEE Standards Dept., 1998.

JULIO, Luiz Mariano, **Aprendizado Tecnológico na Indústria de Computadores Pessoais**, Curitiba, Posigraf, 2013.

KAN, Stephen H.; PARRISH, Jerry; MANLOVE, Diane. In-process metrics for software testing. **IBM Systems Journal**, v. 40, n. 1, p. 220-241, 2001.

KANER, Cem; BOND, Walter P. Software engineering metrics: What do they measure and how do we know?. **methodology**, v. 8, p. 6, 2004.

KRISTENSEN, Kjetil; HILDRE, Hans Petter, SLETTEBAKK, Jann Kåre; SONDOV, Marthe; HOGBERG, Atle. **Establishing an Infrastructure for Value Chain Collaboration in the Norwegian Oil Industry—A Case Study**. In 14th international conference on engineering design. Stockholm: Design Society. 2003. LYNN, Gary S.; SKOV, Richard B.; ABEL, Kate D. Practices that support team learning and their impact on speed to market and new product success. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 5, p. 439-454, 1999.

MORASCA, Sandro; BRIAND, Lionel C. Towards a theoretical framework for measuring software attributes. In: **Software Metrics Symposium, 1997. Proceedings., Fourth International**. IEEE, 1997. p. 119-126.

Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK® Guide. Project Management Institute, 2008.

SALGADO, Eduardo Gomes; SALOMON, Valério AP, MELLO, Carlos Henrique Pereira; FASS, Flávia Duque Marassi; XAVIER, Amanda Fernandes. **Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: Classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras**. Revista Produção Online 10, no. 4 (2010): 886-911

SALVADOR, Fabrizio; FORZA, Cipriano; RUNGTUSANATHAM, Manus. **Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions**. Journal of Operations Management. v.20, p. 549-575, 2002.

SRIRAM, Thirumalai, SINHA, Kingshuk K., **Customer satisfaction with order fulfillment in retail supply chains: Implications of product type in electronic B2C transactions**. Journal of Operations Management 23 (3–4), 291–303, 2005.

STEVENS, Stanley Smith et al. **On the theory of scales of measurement**. 1946. Science, New Series, Vol. 103, No. 2684 (Jun. 7, 1946), pp. 677-680

VESEY, Joseph T, **The New Competitors: they think in terms of ‘speed-to-market’**, 1991 The Executive 5.2 (1991): 23-33.