

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ESTUDO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
INFORMATIZADO DE CONTAGEM DE INVENTÁRIO

RONALDO NASCIMENTO MARTINS

Orientador: Nilson Rodrigues Barreiros

MANAUS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RONALDO NASCIMENTO MARTINS

ESTUDO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
INFORMATIZADO DE CONTAGEM DE INVENTÁRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração: Qualidade e Produtividade.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Rodrigues Barreiros

MANAUS

2011

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Martins, Ronaldo Nascimento

M386e Estudo da viabilidade da implantação de um sistema informatizado de contagem de inventário / Ronaldo Nascimento Martins. - Manaus: UFAM, 2011.

88 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal do Amazonas, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Rodrigues Barreiros

1. Gestão de estoques 2. Logística 3. Inventário I. Barreiros, Nilson Rodrigues (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título IV.

CDU 658.787(043.3)

RONALDO NASCIMENTO MARTINS

ESTUDO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
INFORMATIZADO DE CONTAGEM DE INVENTÁRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de atuação Qualidade e Produtividade.

Aprovada em 03 de junho de 2011.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Nilson Rodrigues Barreiros, Presidente.
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. Nelson Kuwahara, Membro.
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. Rafael Mancosu, Membro.
Instituto Nokia de Tecnologia

À Deus, à minha família, à minha esposa, aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho significa, para mim, muito mais que uma exigência ao título de mestre, representa um marco a partir do qual eu enxergo novos horizontes e quebro barreiras feitas por mim mesmo, as quais existiam somente em minha imaginação.

Então é hora de agradecer aos que estiveram diretamente envolvidos neste objetivo, primeiramente à Deus, pois sem Ele eu nada seria. À Maria das Graças Nascimento Martins e João Cursino Martins, meus pais, por todo apoio extremo ao longo da minha vida de estudante. À Karla da Silva Belchior, minha esposa, pela compreensão e apoio. Aos pesquisadores do Instituto Nokia de Tecnologia, André Araújo, cuja idéia original serviu de cunho deste trabalho, à Jean Cavalcante, Hércules Silva, Fabrício Costa, Cleiton Bitencourt, Fabrício Marinho, Fabio Almeida, Jeferson Ribas, Leandro Leão e a Francimar Maciel, pela ajuda nos artigos científicos, criação dos protótipos do sistema/arquitetura e pelo apoio ao entendimento dos processos estudados.

Gostaria de agradecer, também, aos analistas Michela Ferreira, Daniel Santos, Newton Severo e Shirley Assef, pela oportunidade de tentar minimizar os problemas do processo de contagem de inventário. Ao Instituto Nokia de Tecnologia, pelo incentivo e oportunidade dado através deste mestrado. À Ufam, e, em especial, ao Curso de Mestrado em Engenharia de Produção pelo afinho e pelo trabalho em prol de uma formação, não só exigindo qualidade, mas provendo meios para isto.

Ao meu orientador Nilson Barreiros, por ter acreditado no meu potencial.

À Silvana Dacol (*in memoriam*).

Este trabalho é só o início de uma caminhada pessoal longa em direção à pesquisa da melhoria de processos de manufatura industrial.

RESUMO

O desempenho dos processos produtivos ou auxiliares a este é algo a ser buscado sempre, pois traz alguma diferenciação quanto ao concorrente. Muitos processos auxiliam-se por ferramentas computacionais comerciais, como planilhas eletrônicas, e podem atender a necessidade de uma ou outra demanda, contudo há processos em que seu uso deve ser evitado, pois podem trazer prejuízos ao resultado, ou causar aumento de custos com a sua prática. As empresas, em geral, devem realizar inventários, em vários períodos, seja diário, semanal, trimestral ou quando necessário. Inventariar é uma atividade rotineira, algumas empresas ou indústrias param seu processo de produção para que seja realizado o processo de inventário. Nestes casos, o tempo de realização se torna crítico, pois dependendo da data, que pode ser próximo a uma grande entrega de produto, deseja-se que o inventário seja o mais breve possível, caso contrário pode trazer atrasos na entrega e outros resultados não esperados. Uma análise do processo de contagens de itens do inventário periódico de um setor específico de uma indústria de eletroeletrônicos do pólo industrial de Manaus foi realizada para melhor entendimento dos problemas oriundos deste. Com a análise foi possível identificar quais problemas existiam e investigar melhores formas de sua execução, tais como o uso de redes sem fio e um dispositivo móvel para coleta em tempo real dos dados. Como conclusão observou-se que houve uma redução de custos devido à diminuição de pessoas envolvidas com o processo de contagem, pelo uso de tecnologia de baixo custo, e foi possível verificar uma diminuição nos erros e aumento de acuracidade.

ABSTRACT

Performance evaluation of production processes or subsidiary to this is always something to be sought, due bring some differentiation as a competitor. Many processes use proprietary computer tools, as worksheets, and can meet the need of either demand, but there are cases where their use should be avoided, due may bring harm to the result, or cause increased costs to their practice. Companies, in general, should carry out inventories at various periods, as daily, weekly, quarterly or as needed. Inventory is a routine activity, some companies or industries stop their production process in order to start the inventory process. In theses cases, the completion time becomes critical, because depending on the date which may be close to delivering a big sale product, it is desired that the inventory may be as brief as possible, otherwise it may bring delays in delivery and other results not expected. An analysis of the process of periodic inventory counting of items of a specific sector of the electronics industry in Manus Industry Pole was conducted to better understand the problems from this. With the analysis it was possible to identify which problems exist and investigate better ways of their implementation, such as the use of wireless networks and a mobile device to collect real time data. Noted in conclusion that there was a reduction in costs due to the decrease of people like the counting process, the use of low-cost technology, and we observed a decrease in errors and increase accuracy.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

WIP – *Work in Process*

PIM – *Pólo Industrial de Manaus*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

MTS - *Make-To-Stock*

MTO - *Make-To-Order*

ETO - *Engineer-To-Order*

ATO - *Assemble-To-Order*

SKU - *Stock Keeping Unit*

GCBC - *Good Count Bad Count*

NPA - *Net Piece Accuracy*

NDA - *Net Dollar Accuracy*

APA - *Absolute Piece Accuracy*

ADA - *Absolute Dollar Accuracy*

LAN - *Local Area Network*

CAN - *Campus Area Network*

MAN - *Metropolitan Area Network*

WAN - *Wide Area Network*

FDMA - *Frequency-Division Multiple Access*

TDMA - *Time-Division Multiple Access*

PC - *Personal Computer*

ADP - *Assistentes Digitais Pessoais (Personal Digital Assistant - PDA)*

WWAN - *Wireless Wide Area Network*

WLAN - *Wireless Local Area Network*

WPAN - *Wireless Personal Area Network*

WBAN - *Wireless Body Area network*

PA - *Ponto de Acesso (Access Point - AP)*

ESM - *Estação de Suporte à Mobilidade*

BSS - *Basic Service Set*

STA - *Wireless LAN Station*

DS - *Distribution System*

ESS - *Extended Service Set*

WWW - *World-Wide Web*

URI - *Uniform Resource Identifier*

HTTP - *Hipertext Transfer Protocol*

HTML - *Hyper Text Markup Language*

WAP - *Wireless Application Protocol*
GPRS - *General Radio Packet Service*
GPRS - *Enhanced Data for Global Evolution*
IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
SI - *Sistemas de Informação*
MRP - *Material Requirements Planning*
MRPII - *Manufacturing Resources Planning*
SCM - *Supply Chain Management*
CRM - *Customer Relationship Management*
DW - *Data Warehouse*
BI - *Business Intelligence*
DSS - *Decision Support System*
EIS - *Executive Information System*
OLAP - *On Line Analytical Processing*
MES - *Manufacturing Execution System*
CDMA - *Code-Division Multiple Access*
TI - *Tecnologia da Informação*
RFID - *Radio Frequency Identification*
M-ConRDSCM - *Mobile Construction RFID-Based Dynamic Supply Chain*
SMD - *Surface Mount Device*
UML - *Unified Modeling Language*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Proporção de itens a contar por setor.....	20
Figura 2: Hardwares usados neste trabalho.....	23
Figura 3: Independência entre duas fases de um processo.	26
Figura 4: Compensação de diferenças de ritmo entre fornecimento e demanda.	27
Figura 5: Tempo de processo e tempo do cliente.....	29
Figura 6: Materiais em Processo ou WIP.....	31
Figura 7: Classificação ABC baseada na Demanda Anual em Valor.	32
Figura 8: Sistemas Multiusuários.....	40
Figura 9: Topologias de redes ponto-a-ponto.	41
Figura 10: Topologias de Redes de Difusão.	42
Figura 11: Estruturas de Redes.	43
Figura 12: Chaveamento de circuitos FDMA e TDMA.	44
Figura 13: Taxonomia de rede sem fio.	45
Figura 14: Redes sem fio.....	45
Figura 15: Configuração de rede local infra-estruturada.	46
Figura 16: A arquitetura Cliente-Servidor da WWW.....	48
Figura 17: Dispositivos de coleta de dados do mercado.	53
Figura 18: Máquinas insersoras de componentes SMD.	55
Figura 19: Fita contendo componentes SMD, a) Rolos; b) Componentes; c) Diagramação detalhada.....	56
Figura 20: Distribuição de materiais nas linhas de produção.	57
Figura 21: Armários para rolos de componentes.	57
Figura 22: Processo corrente.....	58
Figura 23: Comportamento dos itens na evolução das contagens.	61
Figura 24: Causas e efeito para a baixa acuracidade de estoque no setor B, com o uso do processo corrente.	63

Figura 25: Causas e efeito do aumento de tempo no processo, com o uso do processo corrente.....	64
Figura 26: Diagrama de Rede de Petri do processo de contagem corrente.	65
Figura 27: Relacionamento de Acuracidade com as falhas encontradas.	66
Figura 28: Arquitetura de gerência e contagem de inventário auxiliado por dispositivos móveis.....	68
Figura 29: Atividades e fluxo da nova arquitetura/sistema.....	71
Figura 30: Máquinas usadas para contar componentes SMD.....	72
Figura 31: Ciclo de desenvolvimento Auxiliado por Prototipagem.....	74
Figura 32: Primeira proposta de tela para o módulo do Apontador.	75
Figura 33: Segunda proposta de tela para o módulo do Apontador.....	76
Figura 34: Tela ideal, usada pelo apontador.	76
Figura 35: Uso do sistema pelo apontador.	77
Figura 36: Avaliação do tempo de contagem.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferenças entre abordagens de pesquisa.....	21
Tabela 2: Exemplo de dados acurados e não acurados.....	33
Tabela 3: Comparação de tempos de contagens entre o uso de teclado e <i>scanner</i>	39
Tabela 4: Distribuição de Pessoas por Atividade.	59
Tabela 5: Tempos utilizados no processo de contagem corrente.....	59
Tabela 6: Status, Impacto e Ações quanto às contagens.	60
Tabela 7: Regras de Contagem adotadas.	61
Tabela 8: Perfis dos operadores do processo de contagem do inventário corrente	62
Tabela 9: Relação de falhas com operações do processo corrente.....	63
Tabela 10: Valores de acurácia pela probabilidade de falha.	65
Tabela 11: Equipe necessária para o processo proposto.	73
Tabela 12: Tempo estipulado com a nova arquitetura/sistema.	73
Tabela 13: Comparação dos critérios de melhoria.	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	23
1.2 O PROBLEMA.....	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.4 JUSTIFICATIVA	19
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
1.5.1 Materiais.....	22
2 GERENCIAMENTO DE MATERIAIS	24
2.1 TIPOS DE ATIVIDADES PRIMÁRIAS DAS INDÚSTRIAS.....	24
2.2 ESTOQUES	25
2.2.1 Acuracidade de estoque	32
2.2.2 Medidas de Acuracidade de Estoques.....	33
2.3 GESTÃO DE ESTOQUES.....	35
2.4 INVENTÁRIOS	36
2.4.1 Inventário físico periódico	37
2.4.2 Inventário físico rotativo	37
2.4.3 Gerenciamento do Inventário.....	37
2.4.4 Origens das divergências constatadas nos inventários.....	38
2.4.5 Tempos de inventários auxiliados por sistemas computacionais	39
2.5 REDES DE COMPUTADORES.....	39
2.5.1 Redes sem fio.....	44
2.5.2 Redes sem fio infra-estruturadas	46
2.6 SISTEMAS WEB	47
2.6.1 Servidores de Aplicações	49
2.7 DISPOSITIVOS MÓVEIS	49
2.8 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES EM INDÚSTRIAS.....	49
2.9 MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR	51

2.10	APLICAÇÕES MÓVEIS NA MANUFATURA.....	52
2.11	O modelo de análise KLM-Estendido.....	53
3	ANÁLISE DO PROCESSO DE INVENTÁRIO DO SETOR B DA EMPRESA X.....	55
3.1	A EMPRESA X.	55
3.2	CARACTERÍSTICAS DA DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS NO SETOR B.....	56
3.3	ATIVIDADES DO PROCESSO CORRENTE	58
3.4	EQUIPE ENVOLVIDA.....	59
3.5	TEMPO DE PROCESSO.....	59
3.6	MÉTODO DE CONTAGEM	60
3.7	COMPORTAMENTO DAS QUANTIDADES DOS MATERIAIS.....	61
3.8	FALHAS DETECTADAS NO PROCESSO CORRENTE.....	62
4	ANÁLISE DO PROCESSO PROPOSTO	67
4.1	ARQUITETURA PROPOSTA APOIADA POR SISTEMA INFORMATIZADO	68
4.2	O SISTEMA COMPUTACIONAL PROPOSTO	70
4.2	ATIVIDADES NO PROCESSO DE INVENTÁRIO AUXILIADO POR SISTEMA COMPUTACIONAL	71
4.3	EQUIPE NECESSÁRIA	72
4.4	TEMPO ESTIPULADO	73
4.5	ANÁLISE DE USABILIDADE DO SISTEMA PROPOSTO	73
4.5.1	Tela de apontamento ideal	76
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A	87

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da indústria, sempre se buscou a maturidade tecnológica, que seria sinônimo de vantagem sobre a concorrência.

Como analisa Campos *et al.* (2000), desde meados da década de 70, com a tecnologia posta no centro do processo, verifica-se o deslocamento da importância de fatores competitivos baseados na posse de recursos naturais e mão de obra, para a direção a fatores dinâmicos intensivos em conhecimentos possíveis de ampliarem a capacidade inovativa.

Na visão de Lundvall (1992) a inovação não é um evento isolado, mas um processo interativo que resulta das atividades de busca e de formas diversas de aprendizagem.

Um conceito útil para analisar as características da tecnologia e seus efeitos sobre as condições de competitividade é o “regime tecnológico”. A partir dos trabalhos de Nelson e Winter (1982) e de Malerba e Oersenigo (1990), a noção de regimes tecnológicos é apresentada por Breschi e Malerba (1997) como uma combinação particular de quatro fatores fundamentais:

(1) condições de oportunidade proporcionada pela natureza da tecnologia em uso no setor;

(2) as condições de apropriabilidade dos resultados econômicos proporcionados pela introdução da inovação;

(3) a cumulatividade do conhecimento tecnológico, ou seja, a possibilidade de inovação que decorre dos conhecimentos acumulados anteriormente e que podem ser identificados em diferentes níveis (i - nível tecnológico, que indica o estágio de desenvolvimento de tecnologias específicas; ii - nível da firma, que indica a competência tecnológica e sua capacidade para inovar; iii - nível setorial, que indica as condições tecnológicas de difusão entre as firmas do setor e iv - nível local, que indica as competências tecnológicas e a capacidade inovativa das firmas localizadas numa determinada área geográfica);

(4) a natureza do “conhecimento-base” relevante que define se o conhecimento tecnológico do setor é genérico ou específico, ou seja, se tem alto grau de tatividade ou se é facilmente codificado e transferível entre os agentes, se sua complexidade é maior ou menor, dependendo da combinação das diferentes disciplinas científicas e áreas da engenharia que integra e da variedade das competências necessárias para sua utilização, e, finalmente, se o conhecimento relevante integra um sistema maior ou se pode ser aplicado isoladamente (CAMPOS *et al.*, 2000).

Uma explanação será feita sobre processos industriais, na visão de Gonçalves (2000), para depois atrelar a ela o conceito de inovação de Kanter (1997).

Para Gonçalves (2000) não existe produto ou serviço oferecido por uma empresa sem um processo empresarial. Da mesma forma, não faz sentido existir um processo empresarial que não ofereça um produto ou um serviço. Na concepção mais frequente, processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma uma entrada (*input*), adiciona valor a ele e fornece uma saída (*output*) a um cliente específico.

Mais formalmente, um processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes (HAMMER e CHAMPY, 1994). Porém para Morris e Brandon (1994) nem sempre os processos empresariais são formados de atividades claramente delineadas em termos de conteúdo, duração e consumo de recursos definidos, nem precisam ser consistentes ou realizados numa sequência particular.

Gonçalves (2000) exemplifica cinco modelos básicos de processos empresariais, são eles modelo de processo como: i) fluxo de material, ii) fluxo de trabalho, iii) série de etapas, iv) atividades coordenadas v) e de mudanças de estados.

Será dado foco no primeiro (i), pois se limita aos processos industriais. Apresentam-se como fluxo de materiais, há nesta categoria os processos de fabricação industrial. São suas características: *inputs* e *outputs* claros; atividades discretas; fluxo observável; desenvolvimento linear; sequência de atividades.

O autor expõe também vários processos empresariais, entre eles, cita-se o relacionado à manufatura, que devido ao foco deste trabalho estar limitado à indústria o qual será analisado.

O autor agrupa processos por famílias e, dentro da família de processos da manufatura, há os seguintes processos: i) gestão da qualidade, ii) planejamento da capacidade, iii) planejamento da produção, iv) controle de estoques, v) e suprimentos e distribuição.

Para Gonçalves (2000) os processos seriam importantes, pois o futuro, segundo o autor, irá pertencer às empresas que conseguirem explorar o potencial da centralização das prioridades, as ações e os recursos nos seus processos.

Parte do sucesso que as empresas japonesas tiveram com relação às suas concorrentes americanas, nas décadas de 80 e 90, decorreu do fato delas terem descoberto, ou pelo menos implementado, o gerenciamento de processos muito antes de as empresas ocidentais entenderem a que o assunto se referia (DAVENPORT, 1994). O papel de destaque

dado ao gerenciamento de processos na cultura corporativa japonesa garantiu que, em diversas ocasiões, muitas empresas daquele país tenham desenvolvido processos rápidos e eficientes em áreas-chave como desenvolvimento de produto, logística, vendas e comercialização.

Para Kanter (1997) a rápida inovação dos processos pode resultar em capacitações organizacionais melhoradas. Isto para Gonçalves (2000) permite, por exemplo, que os novos produtos sejam desenvolvidos mais rapidamente.

A eficácia operacional tornou-se essencial em qualquer indústria como forma de se obter vantagem competitiva (TURBAN *et al.*, 2005). A erosão de preços está forçando as operações a se tornarem mais flexíveis e ter uma rápida taxa de movimentação de estoque (HELO, 2004).

A manufatura *Lean* traduzido por muitos autores como enxuta, descreve o termo lote de peça única, que significaria estoque zero em um sistema puxado (KILPATRICK, 1997), porém para se obter essa proeza deve-se melhorar a forma como executamos tarefas simples, quando estamos em um ambiente fabril. As inovações devem acontecer em todas as dimensões da empresa – produto, processo e organização – para garantir seu posicionamento no mercado (VIEIRA, 2009).

Dentro das operações internas e externas atreladas ao processo de produção, a logística aparece como um dos fatores em relação ao impacto na eficácia operacional das indústrias. Um dos desafios da logística nessa nova filosofia é a redução de estoques com o intuito de reduzir os custos associados.

Estoque segundo Slack *et al.* (1997) é a acumulação de recursos materiais em um sistema em transformação, podendo ser usado para descrever qualquer recurso armazenado. Para Ortolani (2002) os estoques podem ser classificados como todos os bens e materiais mantidos por uma organização para suprir demandas futuras. Estes estoques podem ser encontrados na forma de: matéria-prima, produto em processo (em elaboração/produção), produto acabado, materiais, embalagens e produtos necessários para a manutenção, reparo e suprimentos de operações.

Segundo Ballou (2001) os estoques podem ser classificados em:

- a) Estoque no canal de distribuição: estoque em trânsito entre os pontos de estocagem ou de produção;
- b) Estoque de antecipação: estoque é gerado em antecipação às vendas sazonais;

- c) Estoque de ciclo ou regular: é o estoque necessário para satisfazer a demanda média durante o tempo entre reabastecimentos sucessivos;
- d) Estoque de segurança: adicional ao estoque regular necessário para satisfazer a demanda média e as condições de prazo de entrega; e
- e) Estoque obsoleto ou morto: estoque que se deteriora, tem a sua validade vencida ou é roubada quando armazenado por um período de tempo.

Slack *et al.* (1997) classifica os estoques em quatro tipos:

- 1) estoque isolador ou estoque de segurança;
- 2) estoque de ciclos ou de lotes mínimos;
- 3) estoque de antecipação, usado quando as flutuações da demanda são significativas, mas relativamente previsíveis e;
- 4) estoques no canal ou de distribuição.

Santos e Rodrigues (2006) destacam a classificação ABC de itens de estoque como forma de melhor gerenciá-los. Itens com maior valor de movimentação são classificados como alto valor 'A', médio valor 'B' e com baixo valor 'C'.

Inventário segundo Cox e Blackstone (2002) são aqueles estoques usados para suportar a produção (matéria-prima e itens de processo), suportar atividades gerais e suportar serviços ao cliente (produto acabado, partes e peças).

Facchin e Sellito (2008) citam o inventário em processo (*Work in Process* ou WIP) chamado também de estoque em processo que são materiais já liberados pelo almoxarifado para a manufatura e, por estarem em produção, suas ordens não foram concluídas.

1.1 O PROBLEMA

O inventário realizado por uma empresa de eletroeletrônicos do Pólo Industrial de Manaus (PIM), analisado neste trabalho, demora em média sete turnos de trabalhos. Durante o processo de inventário, não se produz nada e uma grande quantidade de recursos humanos é alocada para esta tarefa. O custo quando realizado com esse tempo e com todos esses recursos humanos é elevado. Deseja-se analisar se a aplicação de um sistema computacional pode reduzir o tempo de realização do inventário, focando na atividade de contagens de itens e alterar, de alguma forma, os índices de acuracidade de estoques em processo.

1.2 OBJETIVOS

Geral:

Avaliar o processo de inventário em um setor específico de uma empresa fabricante de eletroeletrônicos, verificando a viabilidade técnica de implantação de um sistema informatizado de gestão de inventário.

Específicos:

- Isolar, para compreender o processo de inventário deste setor específico da Empresa X;
- Analisar o comportamento das variáveis envolvidas no processo de inventário seguido no setor B, pela empresa X;
- Fazer a avaliação de viabilidade de implantação para utilização do processo proposto.

1.3 JUSTIFICATIVA

O inventário é uma atividade cotidiana de qualquer empresa e tem o objetivo de verificar que materiais, suas quantidades e seus valores monetários que estão sendo movimentados no processo de produção. Apesar de grandes empresas terem seus processos geridos por sistemas de ponta – como *Enterprise Resource Planning* (ERP) – por alguma razão algumas atividades não são realizadas de maneira otimizada. Empresas que têm ações em bolsas são obrigadas a realizar esse processo, quanto mais transparente e preciso, melhor é a confiança do investidor.

O setor mais relevante do ponto de vista de tempo/custo é o setor B da Figura 1, por representar 30% dos itens a serem contados.

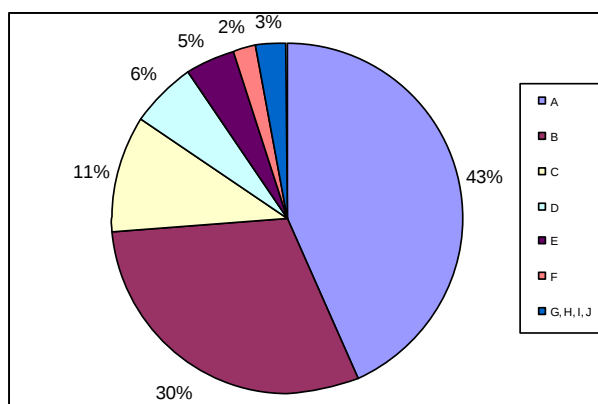


Figura 1: Proporção de itens a contar por setor.

Fonte: Martins e Barreiros (2010).

Apesar do setor A responder por 43% dos itens, neste setor já existe uma forma automatizada de processo de contagem e seus itens estão armazenados em embalagens fechadas, além de permanecerem em estoque por período maior quando comprados aos estoques do Setor B.

1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração de um projeto de pesquisa e o desenvolvimento da própria pesquisa, seja ela uma dissertação ou tese, necessita, para que seus resultados sejam satisfatórios, estarem baseadas em planejamento cuidadoso, reflexões conceituais sólidas e alicerçadas em conhecimentos já existentes (SILVA e MENEZES, 2001).

Berto e Nakano (1999) concluíram que existe a necessidade de um crescente aprofundamento e rigor metodológico no planejamento e condução das pesquisas, deve-se notar que a área avaliada por estes é a Engenharia de Produção, onde se encontra este trabalho, deste modo serão seguidas suas recomendações.

Como argumenta Audy (2008) os sistemas de informação interfaceiam diferentes áreas do conhecimento, ou seja, são usados em diversas áreas do conhecimento. Isto implica em: necessidade e aplicabilidade de estudos empíricos em um conjunto de disciplinas envolvidas. Conclui em seu trabalho, que mesmo as pesquisas de Sistemas de Informações focando em suas áreas mais técnicas, como processos de desenvolvimento e uso de *softwares*, é difícil de serem avaliadas sem o envolvimento humano.

Ainda conforme Audy (2008) estudos empíricos são essenciais para avaliar processos e atividades baseadas em pessoas, destacando-se os estudos de caso, experimentos e *surveys* no contexto de pesquisa em Sistemas de Informação. Segundo o autor, no método de pesquisa empírico, um modelo é proposto e avaliado através de estudos empíricos, tais como experimentos e estudos de caso. O autor cita que métodos empíricos têm sido usados nas ciências sociais e psicologia, onde é impossível estabelecer leis naturais, como na física, afirma que áreas de Sistemas de Informações e Engenharia de *Softwares* são governadas pelo comportamento humano, com pessoas desenvolvendo *softwares* e usando Sistemas de Informações nas organizações. O autor apresenta duas abordagens de pesquisa empírica: a qualitativa (subjetiva ou interpretativa) e a quantitativa (objetiva ou funcionalista). As diferenças destas abordagens de pesquisa empíricas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Diferenças entre abordagens de pesquisa.

	Quantitativa	Qualitativa
Papel da pesquisa qualitativa	Preparatória	Interpretação
Relação entre pesquisador e objeto	Distante	Próxima
Posição do pesquisador com o objeto	De fora	De dentro
Relação entre a teoria / Conceitos e a pesquisa	Confirmação	Emergente
Estratégia de pesquisa	Estruturada	Não estruturada
Escopo das descobertas	Nomotética	Ideográfica
Imagem da realidade	Estática	Processual
Natureza dos estados	Confiável, rigoroso	Rica, profunda

Fonte: Audy (2008).

A definição de estudo de caso para Audy (2008) é:

- Uma investigação multifacetada, em profundidade, de um único fenômeno social;
- É conduzido em grande detalhe e, com frequência, baseia-se no uso de várias fontes de dados;
- É interpretado e colocado em um contexto (subjetividade);
- Normalmente não se estabelecem hipóteses;
- Tem base teórica consistente;
- Possui uma análise de dados que podem ser de triangulação de dados, léxica ou de conteúdos;

- Podem conter um estudo de caso único ou múltiplos casos.

Para Audy (2008) as vantagens de se utilizar os estudos de caso são:

- Estudar as pessoas em seu ambiente natural (diferente do experimento e *survey*);
- Permite estudos holísticos de complexos de ações e significados sociais;
- Fornece sentido de tempo e história; e
- Por último gera teoria.

Segundo este autor, os problemas mais frequentes para este método são fatores intervenientes escondidos (de difícil identificação) e falta de controle sobre a situação;

Será aplicada a abordagem de pesquisa quantitativa, utilizando-se o método empírico. Um modelo de processo será proposto e avaliado através de estudos empíricos, com observação direta e mensurável dos fatos. Serão evidenciadas relações causa/efeito do processo atual e do novo processo. As amostras de dados serão selecionadas.

Foram escolhidos os dados referentes ao inventário do período do 2º semestre de 2010. A contagem do inventário para testes e análises foi realizada com a linha de produção parada.

Foram eleitos critérios para serem analisados, com o intuito de verificar se houve melhoria em termos de diminuição de custo e de tempo na atividade. Neste trabalho, um dos critérios a ser estudado foi verificar se a arquitetura atende aos requisitos do processo de inventário. Não foram estudados neste trabalho os custos monetários dos materiais presentes no estoque WIP, para resguardar informações sigilosas da empresa estudada.

Os dados do saldo em estoque dos materiais WIP foram extraídos no formato de planilhas eletrônicas a partir do sistema ERP da empresa de eletroeletrônicos, denominada como empresa X, nenhuma interação com o ERP será realizada.

1.4.1 Materiais

A Figura 2 apresenta os materiais que foram utilizados durante a investigação, são eles:

- *Tablet* – usados para coleta de dados;
- Roteador – Usado na criação da rede sem fio;
- Rub Swith – Usado para aumentar o número de pontos de conexão.
- Hardwares:



Figura 2: Hardwares usados neste trabalho.

- Software:
 - Servidor Web JBoss®;
 - Banco de dados ORACLE (comercial e proprietário).

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No Capítulo 1 é apresentado o problema, quais os objetivos gerais e específicos, qual a justificativa e quais materiais e métodos foram empregados neste trabalho.

No Capítulo 2 é feita uma revisão da literatura nos temas, necessários a busca pelos objetivos a serem alcançados. Desde as atividades primárias nas indústrias, passando pela definição de estoque e suas características, inventário, redes sem fio, dispositivos móveis, sistemas de informação e as abordagens de uso de soluções móveis na manufatura.

No Capítulo 3 é realizado uma análise do processo de inventário praticado no setor B da empresa X, como se caracteriza a movimentação de materiais, quais atividades envolvidas, que método de contagem é usado, qual o comportamento da contagem e quais as falhas deste processo.

No Capítulo 4, apresenta-se uma arquitetura de sistema, avaliando-se pontos como: atividades no processo proposto, equipe necessária, usabilidade de uma parte do sistema proposto.

No Capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos dos pilotos da arquitetura proposta.

É feita a conclusão e apresentados dos trabalhos futuros. Ao final constam as referências consultadas para sua elaboração.

2 GERENCIAMENTO DE MATERIAIS

Como as indústrias precisam de insumos para produção, estes insumos precisam ser gerenciados de alguma forma. Para melhor entendimento, irá se identificar os insumos ou materiais de produção apenas de “material”. Serão explanados temas sobre logística interna, materiais, principais problemas e suas formas de gerenciamento.

2.1 TIPOS DE ATIVIDADES PRIMÁRIAS DAS INDÚSTRIAS

Segundo Porter (1989), é possível identificar cinco atividades genéricas primárias em qualquer indústria, sendo que estas também podem ser divididas em inúmeras atividades diferentes que dependem de cada indústria particular e da estratégia da empresa:

- 1 – Logística Interna: atividades relacionadas ao recebimento, armazenamento e distribuição de insumos no produto, como manuseio de material, armazenagem, controle de estoque, programação de frotas, veículos e devolução para fornecedores;
- 2 – Operações: atividades associadas à transformação dos insumos no produto final, como trabalho com máquinas, embalagens, montagem, manutenção de equipamentos, testes, impressão e operações de produção.
- 3 – Logística externa: atividades associadas à coleta, armazenamento e distribuição física do produto para compradores, como armazenagem de produtos acabados, manuseio de materiais, operação de veículos de entrega, processamento de pedidos e programação.
- 4 – Marketing e vendas: atividades associadas a oferecer um meio pelo qual compradores possam comprar o produto e a induzi-los a fazer isto, como propaganda, promoção, força de vendas, cotação, seleção de canal, relações com canais e fixação de preços.
- 5 – Atividades de apoio: como as atividades primárias, estas também podem ser divididas em uma série de atividades de valor distintas, específicas a uma

determinada indústria, porém são classificadas de forma genérica em quatro categorias:

- ✓ Aquisição: esta se refere à função de compra de insumos empregados na cadeia de valor da empresa, e não aos próprios insumos adquiridos. Conforme Porter (1989) embora estes insumos adquiridos (matérias-primas, suprimentos, máquinas, equipamento de laboratório e escritório e outros itens de consumo) estejam comumente associados a atividades primárias, eles estão presentes em cada atividade de valor, inclusive atividades de apoio.
- ✓ Desenvolvimento de tecnologia: o desenvolvimento de tecnologia consiste em várias atividades que podem ser agrupadas, em termos gerais, em esforços para aperfeiçoar o produto e o processo. Ela também pode assumir diversas formas, desde a pesquisa básica e o projeto do produto até a pesquisa de mídia, projeto de equipamento de processo e procedimentos de atendimento.
- ✓ Gerência de recursos humanos: a gerência de recursos humanos consiste em atividades envolvidas no recrutamento, na contratação, no desenvolvimento e na compensação de todos os tipos de pessoal. Também apoia as atividades primárias e de apoio.
- ✓ Infraestrutura: consiste em uma série de atividades, incluindo gerência geral, planejamento, finanças, contabilidade, problemas jurídicos, questões governamentais e gerência de qualidade. Esta atividade, ao contrário das outras atividades de apoio, geralmente dá apoio à cadeia inteira, e não a atividades individuais.

2.2 ESTOQUES

Segundo Garcia *et al.* (2006) o conceito de estoques é possivelmente claro para todos. Desde o começo de sua história a humanidade tem usado estoques de diferentes recursos, como alimentos e ferramentas, para apoiar sua sobrevivência e desenvolvimento.

Estoques são considerados por Slack *et al.* (1997) como sendo a acumulação de recursos materiais em um sistema de transformação e podem, em alguns casos, serem usados para descrever qualquer recurso armazenado.

Cabe notar que estoques, quando gerados de maneira desordenada, podem causar problemas. O ideal é que somente o necessário seja armazenado em estoque.

Para Corrêa *et al.* (2000), estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos (Figura 3) de transformação e possuem uma propriedade fundamental que é uma arma, podendo ser usada para o bem ou para o mal.

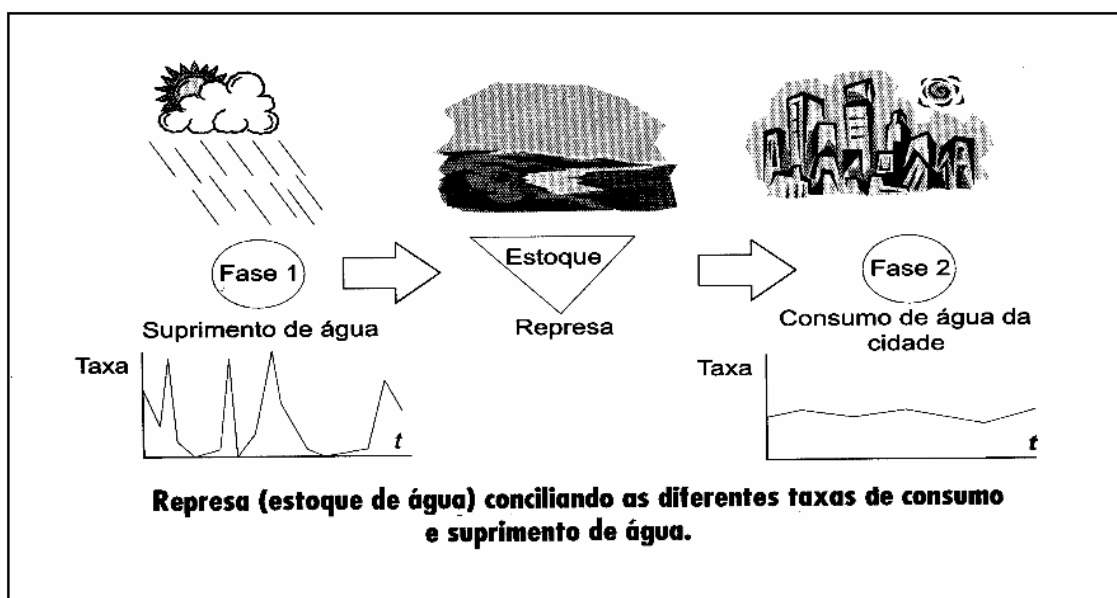


Figura 3: Independência entre duas fases de um processo.
Fonte: Corrêa *et al.* (2000).

Segundo Campos (2008), citando Corrêa *et al.* (2000), menciona que quanto maior os acúmulos de estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais independentes eles são entre si, já que a interrupção de uma não acarreta a interrupção na outra.

Os autores ainda mencionam que se o fornecimento de qualquer item correspondesse exatamente quando fosse demandado, o item nunca seria estocado. Uma analogia pode ser considerada com a Figura 4.

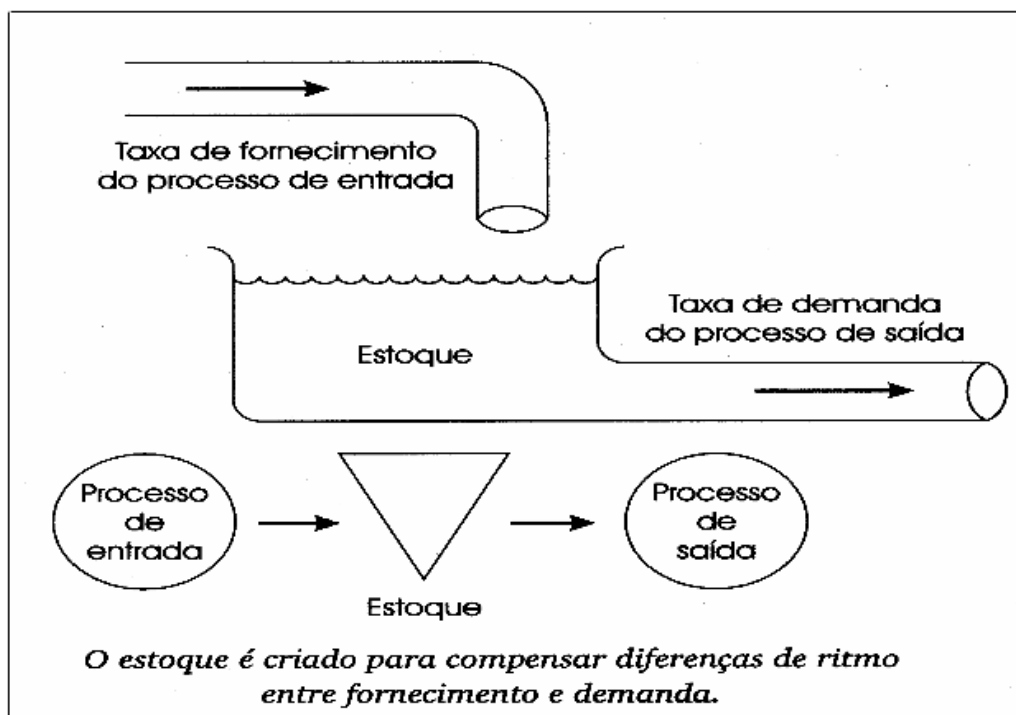


Figura 4: Compensação de diferenças de ritmo entre fornecimento e demanda.
Fonte: Slack et al. (1997).

a) Estoques de Ciclo

Para Garcia et al. (2006) estoques de ciclos existem por causa das possibilidades de economias de escala no processo de ressuprimento, que faz com que seja vantajoso ordenar em lotes com mais de uma unidade. Uma economia de escala é caracterizada pelo fato de que quanto maior a quantidade ordenada, menor é o custo de pedido por unidade de produto. Exemplos de fatores, segundo o autor, que levam a estas economias de escala são custos fixos de transporte, custos fixos de emissão de ordens e recebimentos de pedidos, descontos por quantidade, custos de *set-up* (preparação de máquinas no chão-de-fábrica) dentre outros.

Os autores exemplificam que se um varejista incorre em custos fixos de emissão de ordens e transporte por cada pedido realizado, deve ser interessante ordenar em grandes lotes, diluindo estes custos fixos por um maior número de unidades de produto. De forma semelhante, se para produzir um determinado item um fabricante gasta altos tempos de *set-up* em uma máquina, deve ser conveniente produzir muitos itens de uma vez, reduzindo o número total de *set-ups* por período.

b) Estoques de Segurança

Segundo Garcia *et al.* (2001) erros de previsão de demanda, atrasos no ressuprimento de materiais, rendimento da produção abaixo do esperado, são problemas comuns que fazem parte do dia a dia do profissional de logística. Para lidar com essas incertezas, presentes em praticamente todos os processos logísticos, podem ser utilizados estoques de segurança.

Para eles os estoques de segurança são mantidos para proteger uma organização de incertezas em suas operações logísticas. Demandas dos clientes, *lead-time* (tempo entre a colocação e o recebimento de um pedido de ressuprimento) e quantidades recebidas são exemplos de fatores que podem apresentar variações imprevistas. Os estoques de segurança também evitam que problemas inesperados em uma operação produtiva – ou mesmo em um elo da cadeia de suprimentos – interrompam as atividades sucessivas de atendimento da demanda. Em uma fábrica, se uma máquina quebrar, a existência de estoques de segurança evita que o processo produtivo pare, alimentando as máquinas subsequentes durante o reparo.

Os autores concluem que conhecer e mensurar as incertezas presentes nos processos logísticos é o primeiro passo para uma boa política de gestão de estoques. A criação de indicadores dessas incertezas é essencial para o correto dimensionamento de segurança, garantindo o nível de serviço desejado ao menor custo total de operação.

c) Estoques de Coordenação

São usados em casos nos quais é impossível coordenar suprimento e demanda. Por exemplo, considere um fabricante com capacidade máxima para produzir a uma taxa de 1.000 unidades/mês e, em razão de fatores sazonais, a demanda ocorre nos oito primeiros meses do ano a uma taxa de 500 unidades/mês. Este fabricante deve assim produzir 500 unidades/mês nos primeiros quatro meses do ano e 1.000 unidades/mês nos meses sucessivos para garantir o atendimento da demanda. O estoque de coordenação seria formado a partir do quinto mês (quando a produção passasse para 1.000 unidades enquanto a demanda fosse ainda de 500 unidades), e começaria a ser consumido a partir do nono mês. Em alguns casos, o estoque de coordenação é também conhecido estoque de pulmão ou de antecipação (GARCIA *et al.*, 2001).

d) Estoques Especulativos

Existem em razão de variações de preço no mercado. Uma empresa pode comprar grandes quantidades de um produto específico se é esperado que seu preço suba no curto prazo. Este tipo de estoque é comum em economias inflacionárias (GARCIA *et al.*, 2001).

e) Estoques em trânsito

São estoques ao longo dos canais de distribuição, existentes em razão da necessidade de se levar um item de um lugar para outro. Estas são funções dos *lead times* entre os elos de uma cadeia de suprimentos (GARCIA *et al.*, 2001).

f) Posicionamento de Estoques

Segundo Garcia *et al.* (2001) os níveis de estoque em cada estágio dependem de características operacionais internas à empresa e do tempo em que os clientes aceitam esperar para ter suas demandas atendidas, o autor ilustra diferentes situações (Figura 5).

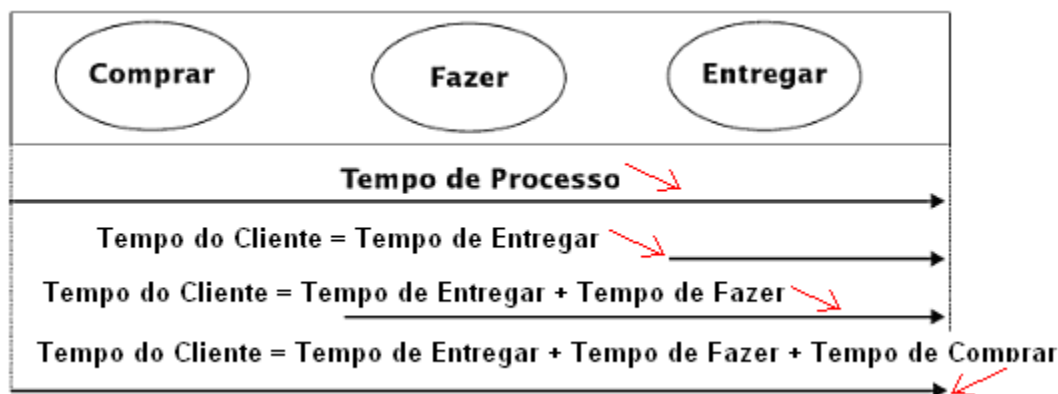


Figura 5: Tempo de processo e tempo do cliente.

Fonte: Garcia *et al.* (2001).

- O tempo do cliente é o tempo que os clientes da empresa aceitam esperar para ter o produto, sem gerar custos relacionados a faltas e atrasos;
- O tempo do processo é composto dos tempos de aquisição de materiais, transformação interna e distribuição de produtos acabados, sendo dependente dos procedimentos e das tecnologias usadas pela empresa.

Se o tempo do cliente é menor que a soma dos tempos de entregar e fazer, então a empresa deve operar em uma lógica do tipo *Make-To-Stock* (MTS), isto é, são mantidos

estoques de produtos acabados. Previsões de demanda são necessárias para determinar o acionamento das operações de produção e compras. Dependendo da criticidade do tempo do cliente e do tempo de entregar, pode ser necessário manter estoques descentralizados, mais próximos a cada cliente, ou mesmo consignados dentro das instalações dos clientes.

Se o tempo do cliente é maior que a soma dos tempos de fazer e entregar, mas menor que o tempo de processo, então uma lógica do tipo *Make-To-Order* (MTO) deve ser usada, ou seja, a empresa só precisa manter matérias-primas em estoque, iniciando suas operações de produção apenas quando as ordens dos clientes chegarem. Não há necessidade de ter estoques de produtos acabados nesta situação.

Um caso extremo é quando o tempo do cliente é maior que o tempo total de processo. Neste caso, que é por vezes associado a uma lógica *Engineer-To-Order* (ETO), não há necessidade de se manter estoques em nenhuma operação. Essa situação é comum no processo de atendimento da demanda de produtos extremamente customizados e de alto custo como navios, aviões e plataformas de petróleo, sendo a ordem do cliente o início ao projeto do produto demandado.

Ainda segundo Garcia *et al.* (2001) existem também alguns outros casos. Um deles é quando o tempo do cliente está entre o tempo de entregar e a soma dos tempos de entregar e fazer. A empresa precisa manter assim semiacabados em estoque, podendo usar lógica do tipo *Assemble-To-Order* (ATO), isto é, a produção é finalizada quando chega a ordem do cliente.

As lógicas apresentadas por Garcia *et al.* (2001) podem ser estendidas para toda a cadeia de suprimentos. Enquanto alguns elos trabalham com lógicas MTO e ATO, outros têm que operar em MTS.

g) Estoques em Processo

Estoques podem estar presentes em diferentes etapas do processo de atendimento da demanda de uma empresa. Existem assim estoques na forma de matérias-primas, semiacabadas e produtos acabados (GARCIA *et al.*, 2001).

Pode-se também entender estoques WIP como sendo os estoques de materiais ou insumos que, em algum instante, saíram dos estoques maiores da indústria e estão sendo trabalhados ou transformados.

Pode-se citar um exemplo de um *chip* de celular. Primeiramente este *chip* é adquirido em lotes, conforme a demanda de produção, este permanecerá neste estoque até que alguma linha de produção o solicite. Neste momento, o responsável por este estoque informa a algum controle que este já não pertence mais aquele estoque e, agora, está com o status de estoque em WIP. A Figura 6 ilustra de maneira simplificada o fluxo de estoques em produção.

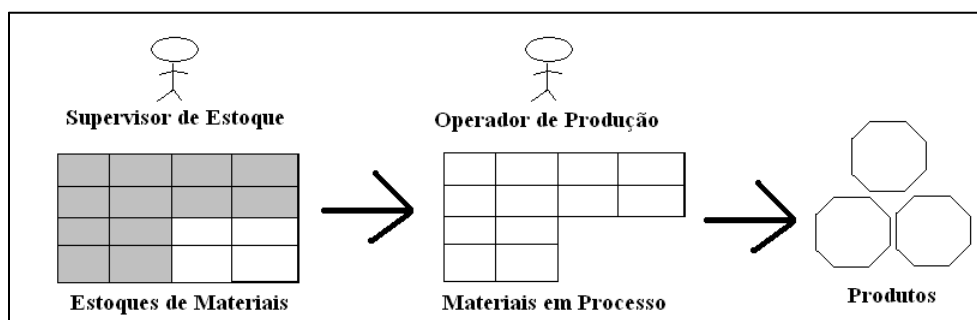


Figura 6: Materiais em Processo ou WIP.
Fonte: Autor.

h) Classificação ABC

Uma abordagem usual para o agrupamento de *Stock Keeping Unit* (SKU) é a classificação ABC. Esta é baseada na lei de Pareto que diz que, em muitas situações, uma pequena parte de um grupo representa a maior parte de certa característica. Um exemplo clássico é a renda da população. Nos casos estudados por Pareto, constatou-se que apenas 20% da população detinham 80% da renda total – por esse motivo, a Lei de Pareto é também chamada 80/20 (Garcia *et al.*, 2001).

Na gestão de estoques é comum agrupar os SKU com base na demanda anual em valor (consumo anual do item medido por seu valor monetário). Os itens classe A seriam assim os 20% representando 80% da demanda anual em valor, os classes B seriam os próximos 30% representando 15% da demanda anual em valor e os classes C seriam os 50% restantes representando 5% da demanda anual em valor (como ilustrado na Figura 7).

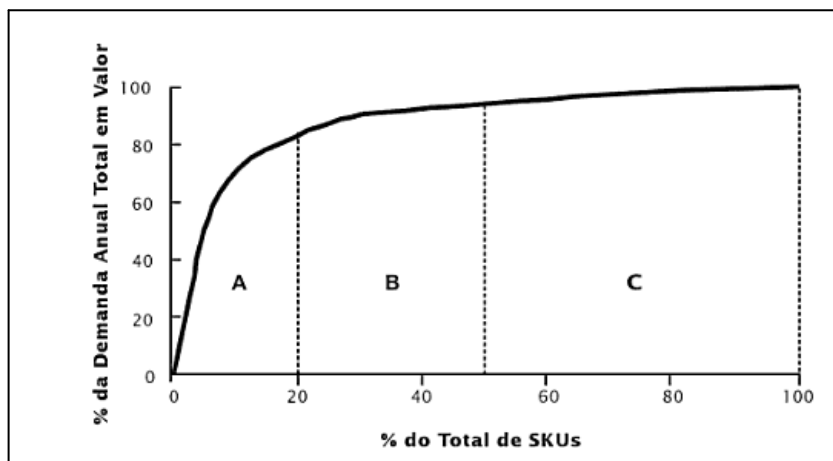


Figura 7: Classificação ABC baseada na Demanda Anual em Valor.

Fonte: Garcia *et al.* (2001).

Muitos outros critérios podem ser usados para agrupar os SKU, como valor em estoque, giro, consumo de recursos, criticidade para as operações etc. Uma ideia dessas classificações é priorizar a gestão de alguns produtos com base em um ou mais critérios. A classificação ABC pode também servir como ferramenta de auxílio a programas de melhoria contínua, tendo em vista que esta indica quais itens representam a maior parte das ineficiências (GARCIA *et al.*, 2001).

Para Garcia *et al.* (2001) uma classificação ABC baseada no valor em estoque pode, por exemplo, indicar quais SKU estão gerando os maiores custos de manufatura de estoques. Os gestores concentrariam assim seus esforços primeiramente nos itens classe A. Métodos de gestão de estoques mais sofisticados, que requerem mais pessoal qualificado e recursos computacionais, deveriam ser usados para estes itens, enquanto regras mais simples e de menor custo seriam usadas para os outros SKU.

2.2.1 Acuracidade de estoque

Para Drohomerski (2009) o controle efetivo dos estoques é um requisito para o bom andamento dos processos operacionais. Para isso, os dados dos estoques devem ser confiáveis, caso contrário, podem gerar efeitos indesejáveis nos diversos ambientes

organizacionais. Por exemplo, a redução do nível de serviço e a queda da eficiência operacional por paradas imprevistas da produção ou reprogramações da produção.

O autor faz um estudo minucioso dos fatores que interferem na acuracidade de estoque, fazendo uma vasta revisão bibliográfica, inclusive elencando o principal efeito da falta de acuracidade, apontado pelo autor como sendo no planejamento de materiais e da produção.

2.2.2 Medidas de Acuracidade de Estoques

Abaixo são apresentadas algumas medidas de acuracidade de estoques, encontradas em Piasecki (2003):

Good Count Bad Count (GCBC) – trata-se da mais comum medida de desempenho quando utilizado a sistemática de inventário cíclico. A apuração do índice é bastante simples: divide-se o número de boas contagens pelo número total de contagens realizadas.

Boa contagem é aquela no qual a quantidade física confere exatamente com a quantidade informada no sistema. Pode haver tolerância nessa diferença de quantidades, por exemplo de 5%.

$$GCBC = \frac{x}{y} \quad (1)$$

Onde:

Número total de boas contagens = x;

Número total de contagens = y.

A Tabela 2 mostra uma lista de materiais com suas quantidades físicas e quantidades presentes no sistema. Algumas situações que podem ocorrer são as quantidades estarem exatas ou acuradas, ou seja, a quantidade física é igual à quantidade do sistema e podem estar não acurados, neste caso, a quantidade física é diferente da quantidade presente no sistema.

Tabela 2: Exemplo de dados acurados e não acurados.

Item	Sistema (Qtde.)	Físico (Qtde.)	Status
ABB12345	100	100	Acurado
BBC1187	85	82	Não Acurado
CDA1298	14	14	Acurado

Fonte: Autor.

Pode-se calcular a medida GCBC, a partir dos dados como sendo: $GCBC = 2/3 = 66\%$ de acuracidade.

Net Piece Accuracy (NPA) – compara a soma das variações das peças contadas com a soma das quantidades esperadas (existente no sistema).

$$NPA = 100\% - \frac{z}{w} \quad (2)$$

Onde:

Somatória das discrepâncias = z;

Somatória das quantidades no sistema = w.

Net Dollar Accuracy (NDA) – Compara a soma das variações das peças contadas em valores monetários com a soma das quantidades esperadas também em valores monetários.

$$NDA = 100\% - \frac{m}{n} \quad (3)$$

Onde:

Somatória das discrepâncias dos valores monetários = m;

Somatória dos valores monetários no sistema = n.

Absolute Piece Accuracy (APA) – compara a soma das variações absolutas em quantidades dos materiais, com a soma de todas as quantidades.

$$APA = 100\% - \frac{r}{w} \quad (4)$$

Onde:

Somatória das discrepâncias das quantidades absolutas = r;

Somatória das quantidades no sistema = w.

Absolute Dollar Accuracy (ADA) – compara a soma das variações absolutas dos materiais em valores monetários, com a soma dos valores de todos os itens.

$$ADA = 100\% - \frac{q}{n} \quad (5)$$

Onde:

Somatória das discrepâncias dos valores monetários absolutos = q;

Somatória dos valores monetários no sistema = n.

2.3 GESTÃO DE ESTOQUES

Para Garcia *et al.* (2006) a gestão de estoques é um conceito amplamente difundido, estando presente em praticamente todo tipo de organização, até mesmo no dia-a-dia das pessoas.

Garcia *et al.* (2006) afirma que no ambiente empresarial, se por um lado baixos níveis de estoque podem levar a perdas de economias de escala e altos custos de falta de produtos, por outro lado o excesso de estoques representa custos operacionais e de oportunidades do capital empatado. Encontrar, segundo o autor, o ponto ótimo nesse *trade-off* não é em geral uma tarefa simples. O aumento da competição global e da diferenciação de produtos, caracterizada pela proliferação do número de SKU – um SKU representa um produto com alguma diferenciação, mesmo que mínima, como cor, embalagem, peso, etc – tem feito com que esta tarefa se torne ainda mais árdua.

Segundo Garcia *et al.* (2001), as principais decisões da gestão de estoques são:

- Quanto pedir: todo pedido de ressuprimento deve especificar a quantidade requerida, tendo como base demandas futuras esperadas, restrições de suprimento, descontos existentes e custos envolvidos.
- Quando pedir: o momento exato de emitir uma nova ordem é determinado pelo parâmetro do ponto do pedido, que depende do *lead time* de ressuprimento, da demanda esperada e do nível de serviço desejado.
- Onde localizar os estoques: se uma empresa pode estocar seus produtos em mais de uma instalação, decisões de localização devem ser tomadas, como exemplo manter produtos acabados em armazéns pequenos próximos a clientes ou em armazém central, o que depende dos custos de distribuição, restrições de serviço, tempo em que os clientes aceitam esperar, tempo de distribuição, custos de estoque, custos das instalações, etc.

- Como controlar o sistema: a utilização de indicadores de desempenho e o monitoramento das operações devem estar presentes para apoiar medidas corretivas e ações de contingência se o sistema logístico estiver fora de controle ou operando com baixa performance.

Garcia *et al.* (2001) conclui que a complexidade na tomada de decisões aumenta rapidamente com o aumento do número de SKU e de instalações. Deste modo, encontrar uma solução ótima, exata para o sistema logístico, torna-se por vezes inviável, sendo conveniente o uso de regras aproximadas. Entretanto, muitas das regras usadas em situações reais são míopes e simplistas, não avaliando corretamente os *trade-offs* de custo existentes e as características específicas de diferentes produtos, o que pode resultar em perdas consideráveis para a empresa.

Os autores propõem que sejam utilizados procedimentos de classificação para criar grupos de produtos, determinando regras de decisão comuns para SKU pertencentes a um mesmo grupo. É, em geral, uma abordagem válida para reduzir a complexidade do problema, devendo, porém, ser usada com cuidado.

2.4 INVENTÁRIOS

Segundo Martins e Campos (2005), inventário é um processo de avaliação criado dentro da organização para examinar e avaliar a gestão em determinados períodos. Para os autores, o objetivo é assessorar os membros da organização para que se tenha um maior controle sobre seus produtos.

Inventário físico na definição de Martins e Campos (2005) é a contagem física dos itens em estoque. Viana (2006) o define como sendo uma contagem periódica dos materiais existentes para efeito de comparação com os estoques registrados e contabilizados em controle da empresa para comprovar a sua existência e exatidão.

Os inventários físicos podem ser divididos em dois tipos: periódico e rotativo (MARTINS e CAMPOS, 2005). Veremos adiante a definição de cada um deles.

2.4.1 Inventário físico periódico

Para Martins e Campos (2005) o inventário físico pode ser realizado de duas formas: periódica e rotativa, o primeiro realizado em períodos, geralmente realizado próximo do encerramento do exercício fiscal, usando uma equipe como "força tarefa" para realizar a contagem no menor espaço de tempo, geralmente entre um e 3 dias, onde geralmente o processo de produção está parcial ou totalmente interrompido.

2.4.2 Inventário físico rotativo

O inventário físico rotativo é realizado permanente ao longo do ano, seguindo intervalos regulares. Através de um plano elaborado pela empresa seguindo suas prioridades, deseja-se nesta forma uma contagem de todos os itens pelo menos uma vez dentro do período fiscal.

Esses intervalos (ou ciclos) dependem do código de inventário rotativo definido para os materiais. O inventário rotativo permite que os artigos de alta rotatividade sejam contados com maior frequência do que os de baixa rotatividade. Necessário em situações de pré e pós-compra, ou até mesmo para obter-se os reais quantitativos e qualitativos de itens de bens, requer, para sua execuções, um elaborado programa de coordenação (MARTINS e CAMPOS, 2005).

2.4.3 Gerenciamento do Inventário

A eficácia do gerenciamento do inventário tem grande influência na empresa como um todo (PONTES *et al.*, 2008). Os autores com o propósito de desenvolver um processo para gerenciamento de inventário acabaram criando um simulador de inventário, este realiza projeções, que pode ser utilizado para previsão de demanda. A política de reposição das peças, o percentual de atendimento dos pedidos, a definição dos meses que se realizará o inventário, a quantidade de *scrap* - materiais rejeitados na produção que podem ser descartados ou reutilizados - e a quantidade de peças. Silver *et al.* (1998) explora bem o gerenciamento do inventário, planejamento de produção e agendamento de tarefas.

Processo de contagem do inventário:

Rosseti *et al.* (2007) apresentam cinco passos para a realização da Contagem Cíclica:

- 1) escolher os itens a serem contados;
- 2) preparar o processo de contagem;
- 3) realizar a contagem;
- 4) recontar as divergências;
- 5) identificar e registrar as causas das divergências;

Peculiaridades das contagens:

Campos (2008), em seu estudo de caso, realiza no mínimo duas contagens de itens, podendo haver uma terceira contagem caso haja divergências entre as primeiras contagens.

No trabalho do autor a informação da contagem do item é inserida por digitação em um sistema *Desktop*.

O autor cita ainda que uma equipe de gestão é necessária para:

- planejamento das ações necessárias;
- a elaboração dos cronogramas;
- programa de treinamento;
- e demais ações necessárias.

2.4.4 Origens das divergências constatadas nos inventários

Viana (2006) destaca que a origem das divergências constatadas nos inventários tem, como base, falhas durante a movimentação de materiais, extravios, furtos e perdas por deterioração e que diante disso, segundo o autor, não há sistema de inventário que suporte e garanta a exatidão das informações sendo necessária a realização de inventários periodicamente além de aperfeiçoamento das atividades de gestão de estoques.

Neste trabalho, constata-se que realizar inventários periodicamente gera um custo, pois este processo demanda recursos humanos que, em alguns casos, recebem horas extras,

aquisição ou aluguel de equipamentos extras, como contadores de componentes e outras despesas.

2.4.5 Tempos de inventários auxiliados por sistemas computacionais

Campos (2008) faz uma comparação dos tempos de contagem para processos de contagem de inventário usando teclado (digitação) e scanner (leitura automática):

A Tabela 3 mostra a porcentagem de redução de tempo obtida com o uso de um sistema informatizado e a utilização de um leitor de código de barras.

Tabela 3: Comparação de tempos de contagens entre o uso de teclado e *scanner*.

Atividades	Tempo (min) Antes	Tempo no Processo (%)	Tempo (min) Depois	Redução (%)
Contagem	3	83	2,5	16
Entrada de Dados	Digitação - 0,5	17	Scanner - 0,1	80
Organização e Análise	0,8		0,4	50
Total	4.3	100	3	

Fonte: Campos (2008).

Um dia é gasto para o processo de análise das divergências, processamento dos ajustes e posterior liberação do ERP para uso. Nota-se que o próprio ERP fica inativo durante o período de contagem.

Dois turnos de 60 funcionários foram a mão de obra utilizada no caso de uso de Campos (2008).

2.5 REDES DE COMPUTADORES

Como no contexto deste trabalho e também em várias indústrias de grande porte, é difícil ver estas operar sem computadores, e nos dias atuais, estes computadores estão na maioria das vezes conectados em redes. Isto facilita a troca de dados, entre outras funcionalidades. Para melhor entendimento desta tecnologia usada largamente na indústria, veremos adiante um breve histórico desta tecnologia.

No passado os computadores ficavam em salas isoladas com condicionadores de ar e eram operados por especialistas. Nos anos 60 os usuários conseguiam se conectar aos computadores por meio de terminais (Figura 8), estes terminais necessitavam usar técnicas de

comunicação de dados para conversar com os computadores centrais, neste instante teve início a redes de computadores (KUROSE e ROSS, 2004).

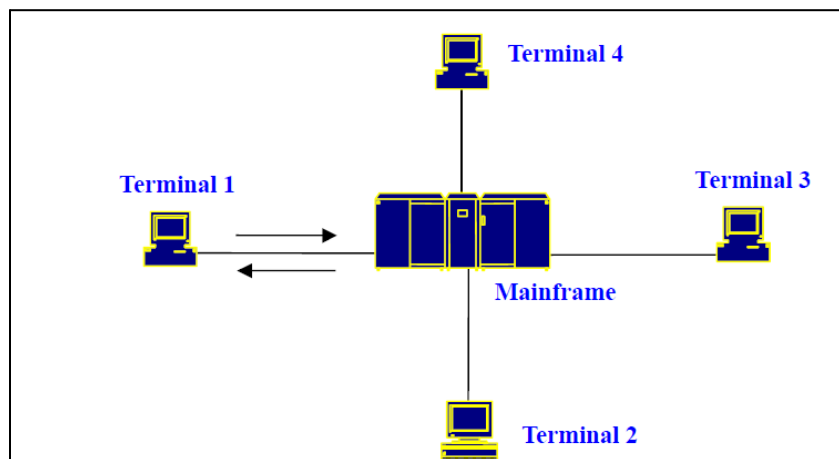


Figura 8: Sistemas Multiusuários.
Fonte: Kurose e Ross (2004).

Conforme Kurose e Moss (2004), as operações de computadores em conjunto ou em redes torna estes computadores mais eficientes. A interconexão permite:

- compartilhar recursos, como exemplo, podemos citar as impressoras;
- trocar de dados entre máquinas de forma simples e confortável para o operador;
- vantagens gerais de sistemas distribuídos, um exemplo muito utilizado são os terminais de auto-atendimento bancários.

Podemos citar alguns tipos de redes de computadores (KUROSE e ROSS, 2004) e exemplos de usos no cotidiano:

- *Local Area Network* (LAN) – interconexão de computadores localizados em uma mesma sala ou em um mesmo prédio. Extensão típica: até aproximadamente 200m. Seu uso mais conhecido é nas *LAN-HOUSES*, onde existem os jogos de entretenimento em rede. No ambiente industrial, as *lan's* são utilizadas para controle de máquinas em redes entre outras aplicações. Uma característica encontrada nas redes industriais são as altas taxas de transmissão de dados, sendo estes dados provenientes de sistemas de tempo real. Algumas vezes sua

estrutura precisa suportar condições extremas, como temperaturas elevadas, ataques por produtos químicos e esmagamento de seus cabos, quando existente.

- *Metropolitan Area Network* (MAN) – interconexão de computadores em locais diferentes da mesma cidade. Pode usar rede telefônica pública ou linha dedicada.
- *Wide Area Network* (WAN) – interconexão de computadores localizados em diferentes prédios em cidades distantes em qualquer ponto do mundo. Usa rede telefônica, antenas parabólicas, satélites, etc. Extensão maior que 50 Km.

A maneira como os computadores ou também conhecidos como “estações” estão associadas ou conectadas se chama topologia. Há duas formas básicas, a topologia ponto-a-ponto e topologia de difusão (KUROSE e ROSS, 2004). A topologia de rede ponto a ponto faz uso dos canais ponto-a-ponto – sua definição é de uma rede composta de diversas linhas de comunicação associadas a um par de estações de cada vez como ilustrados na Figura 9. Algumas características dessas redes são:

- comunicação entre estações não adjacentes feita por estações intermediárias;
- política conhecida como “comutação de pacotes”;
- topologia usada na maioria das redes WAN, MAN, CAN e algumas LAN.

A Figura 9 apresenta algumas topologias de redes de computadores ponto-a-ponto, são elas: a) Topologia estrela; b) topologia anel; c) topologia de árvore; d) topologia de malha regular; e) topologia de malha irregular.

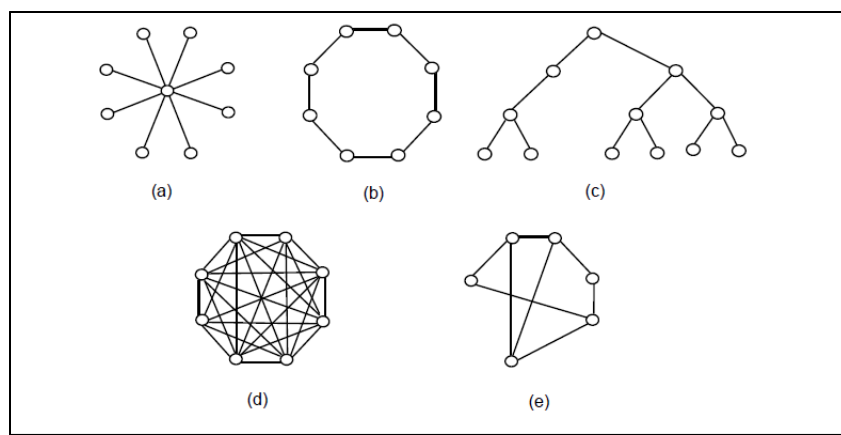


Figura 9: Topologias de redes ponto-a-ponto.
Fonte: Kurose e Ross (2004).

Topologia de rede ponto-a-ponto com a utilização de canais de difusão (também conhecido como barramento) – é uma rede composta por uma única linha de comunicação compartilhada por todas as estações. Suas características são:

- mensagens são difundidas no canal e podem ser lidas por qualquer estação;
- destinatário identificado por um endereço codificado na mensagem;
- possível enviar mensagens para todas as estações (*broadcasting*) ou a um conjunto delas (*multicasting*) usando endereços reservados para estas finalidades;
- topologia mais comum em LAN mas também possível em WAN;
- requer mecanismos de arbitragem de acesso para evitar conflitos.

A Figura 10 apresenta exemplos de topologias de redes de difusão, que podem ser: a) redes de difusão de barramento; b) redes de difusão de satélites; c) redes de difusão de anel.

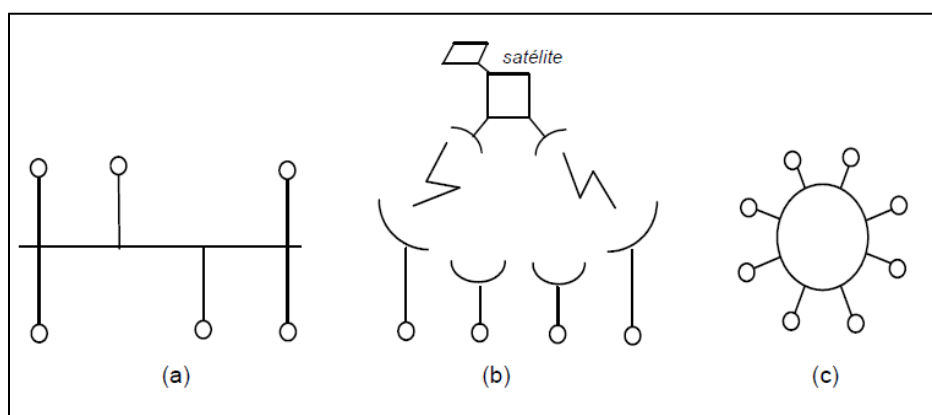


Figura 10: Topologias de Redes de Difusão.
Fonte: Kurose e Ross (2004).

A Figura 11 apresenta as estruturas das redes, são elas: borda da rede – estão nesta parte da estrutura as aplicações e os hosts; núcleo da rede – é uma malha de roteadores interconectados, nesta parte estão os roteadores e as redes de redes; redes de acesso ou meios físicos – links (largura de banda no enlace) de comunicação.

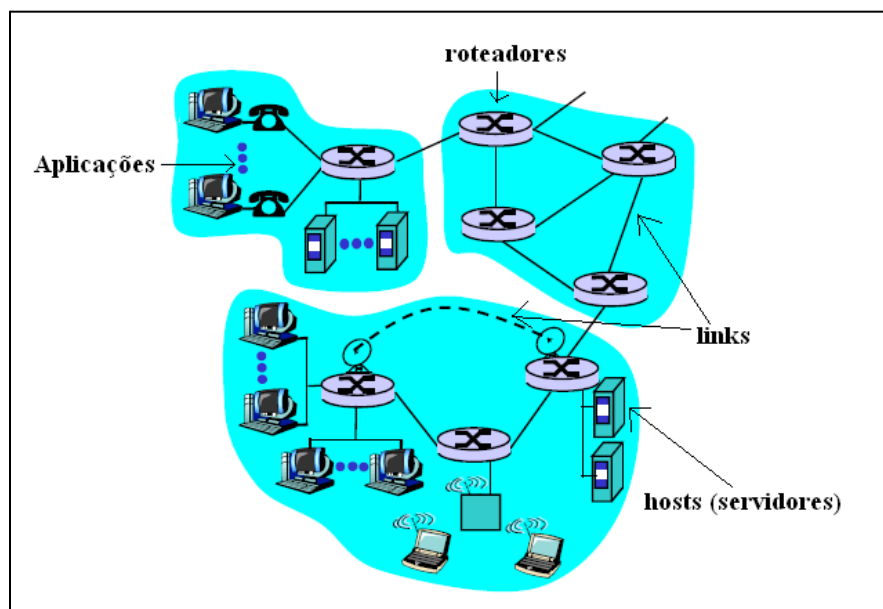


Figura 11: Estruturas de Redes.
Fonte: Kurose e Ross (2004).

No núcleo da rede os dados são transferidos de um ponto a outro, podem existir duas formas de transferência de dados:

- por chaveamento (comutação) de circuitos, nesta forma, criam-se circuitos dedicados por chamada, como exemplo pode-se citar as redes telefônicas;
- por chaveamento de pacotes, neste caso os dados são enviados através da rede em “pedaços” que são conhecidos como pacotes.

No chaveamento de circuitos a largura da banda é dividida em pedaços, que são alocados para chamadas. Esta divisão pode ser de frequência conhecida como *Frequency-Division Multiple Access* (FDMA) e divisão de tempo conhecida como *Time-Division Multiple Access* (TDMA), a Figura 12 representa estas duas formas de divisão exemplificando para 4 usuários.

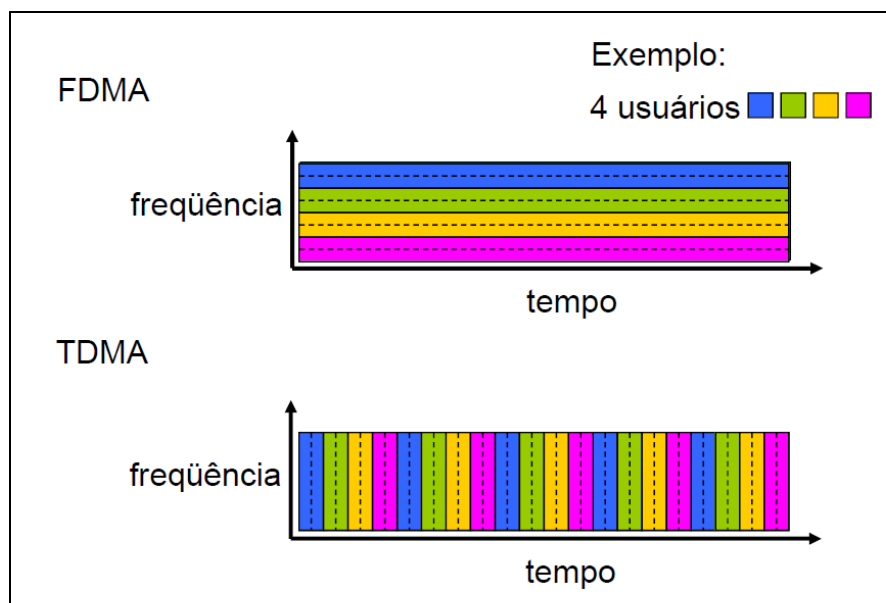


Figura 12: Chaveamento de circuitos FDMA e TDMA.
Fonte: Kurose e Ross (2004).

2.5.1 Redes sem fio

Segundo Mohammad (2003) estamos migrando da era da computação pessoal (*Personal Computer* - PC), isto é, um computador por pessoa, para a era da computação ubíqua, no qual usuários individuais utilizam ao mesmo tempo, diversas plataformas eletrônicas nas quais informações podem ser acessadas a qualquer hora e em qualquer lugar.

Para Corrêa et al. (2006), nos últimos anos, a proliferação de dispositivos móveis (por exemplo, *laptops*, *handheld*, dispositivos digitais, Assistentes Digitais Pessoais (PDA) e *wearable computers*) tem revolucionado o mundo da computação.

Segundo Corrêa et al. (2006), a natureza dos dispositivos ubíquos tem elevado o crescimento do uso de tecnologias de redes sem fio, pois fazem dessas uma solução de interconexão mais fácil com ambientes até então inadequados ou então impossíveis de se manter uma comunicação devido, por exemplo, a altos custos e restrições tecnológicas.

A Figura 13 mostra algumas redes sem fio e seus raios de cobertura:

- *Wireless Wide Area Network* (WWAN);
- *Wireless Local Area Network* (WLAN);

- *Wireless Personal Area Network (WPAN)*;
- *Wireless Body Area network (WBAN)*.

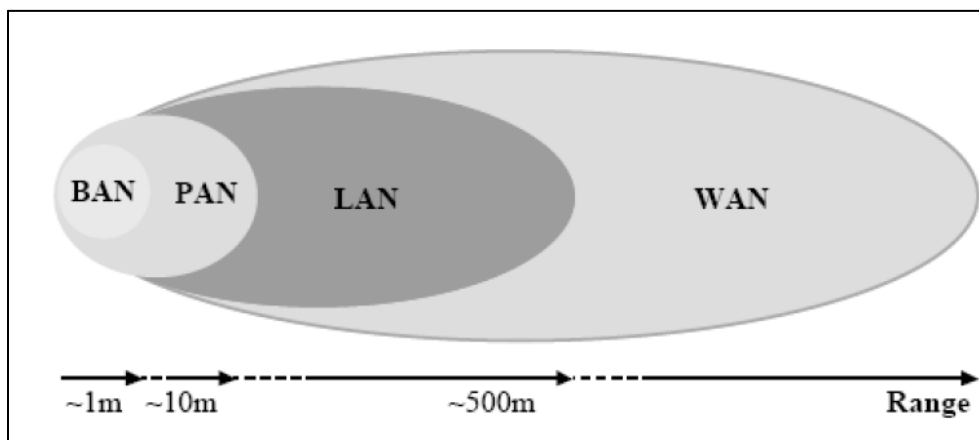


Figura 13: Taxonomia de rede sem fio.
Fonte: Mohammad (2003).

Segundo Kurose e Ross (2004), os sinais do meio físico, das redes sem fio, propagam livremente, por exemplo, via rádio, mostrado na Figura 14. Na transmissão via rádio, o sinal é conduzido no espectro eletromagnético, no sentido bidirecional (nas duas direções). Alguns problemas oriundos desta transmissão são: reflexão de sinal, obstrução por objetos e interferência.

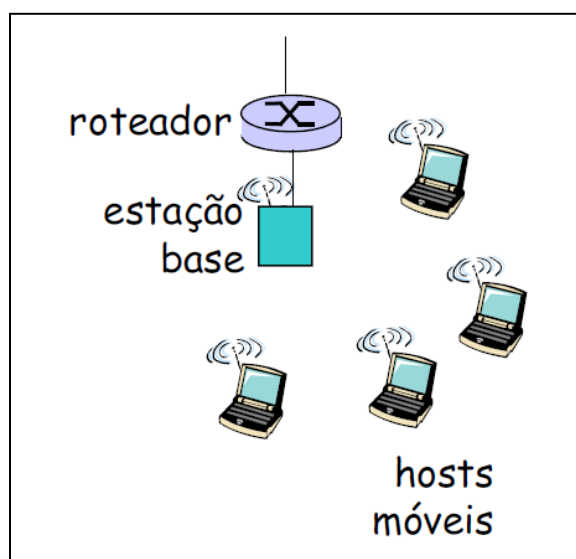


Figura 14: Redes sem fio.
Fonte: Kurose e Ross (2004).

2.5.2 Redes sem fio infra-estruturadas

Para Corrêa *et al.* (2006) as redes infra-estruturadas são aquelas em que o nodo móvel está em contato direto com uma Estação de Suporte à Mobilidade (ESM), também conhecida como Ponto de Acesso (AP), na rede fixa (Figura 15).

O funcionamento deste tipo de rede móvel é semelhante ao da telefonia celular, onde toda a comunicação deve, necessariamente, passar pela central, mesmo que os equipamentos móveis estejam a uma distância em que poderiam, eventualmente, comunicar-se diretamente.

Segundo os autores, toda a comunicação entre os nodos móveis é feita através de estações de suporte à mobilidade. Neste caso, os nodos móveis, mesmo próximos uns dos outros, estão impossibilitados de realizar qualquer tipo de comunicação direta.

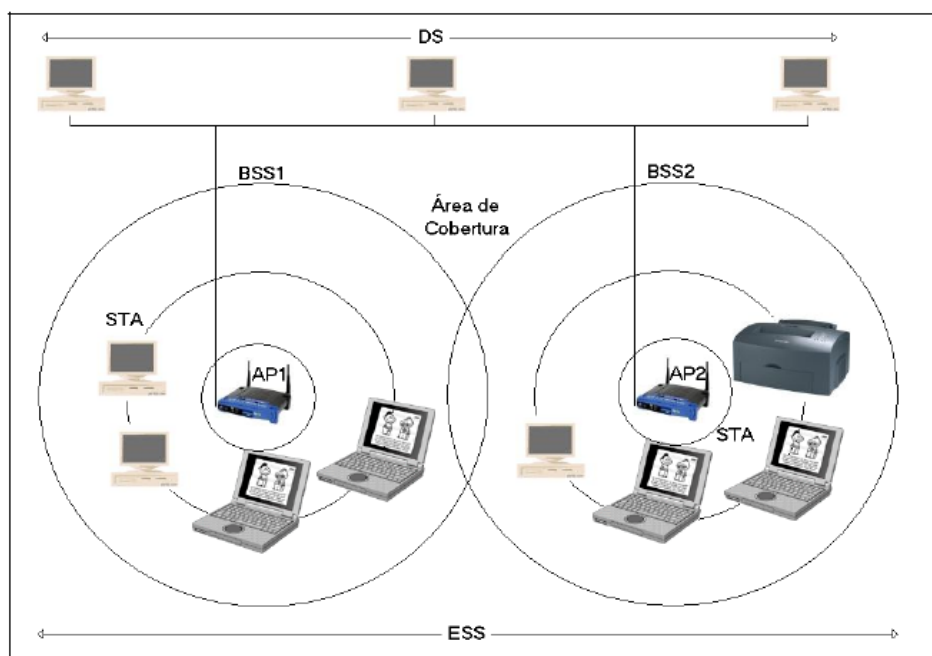


Figura 15: Configuração de rede local infra-estruturada.
Fonte: CORRÊA *et al.*, (2006).

Para Corrêa *et al.* (2006), uma rede local sem fio pode ser considerada uma extensão de uma rede local cabeada que converte os pacotes de dados em ondas de rádio e os envia para um ponto de acesso que serve como uma conexão para uma rede local.

Os autores citam os seguintes componentes de uma rede sem fio infra-estruturada:

- *Basic Service Set (BSS)* – corresponde a uma célula de comunicação da rede sem fio;
- *Wireless LAN Station (STA)* – são os clientes da rede;
- *Access Point (AP)* – é o nó que coordena a comunicação entre as STS dentro da BSS. Funciona como uma ponte de comunicação entre rede sem fio e rede convencional.
- *Distribution System (DS)* – corresponde ao *backbone* da WLAN, realizando a comunicação entre os AP;
- *Extended Service Set (ESS)* – conjunto de células BSS cujos AP estão conectados a uma mesma rede convencional. Nestas condições uma STA pode se movimentar de uma célula BSS para outra permanecendo conectada à rede. Este processo é denominado de *roaming*.

Segundo Corrêa *et al.* (2006), a aplicabilidade dessa topologia de rede pode ser empregada em locais onde já existe uma rede local, mas haja a necessidade de oferecer flexibilidade e mobilidade para algumas estações.

2.6 SISTEMAS WEB

A *World-Wide Web (WWW)* – conhecida simplesmente como Web – foi desenvolvida para ser uma fonte de conhecimento humano, que permite a colaboração remota para troca de ideias e vários aspectos de um projeto comum (BERNERS-LEE *et al.* 1994).

Segundo estes autores o que define a WWW ou W3 são:

- A ideia de informação de âmbito mundial sem limites que pode ser endereçada e recuperada;
- Utiliza o sistema de endereçamento *Uniform Resource Identifier (URI)*, que funciona mesmo existindo uma variedade de protocolos;
- Utiliza o protocolo de rede *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*, protocolo de comunicação este apoiado pelos servidores do W3;
- Utiliza a *Hyper Text Markup Language (HTML)*, onde todos os clientes W3 devem conhecer;
- Utiliza uma arquitetura cliente-servidor (Figura 16).

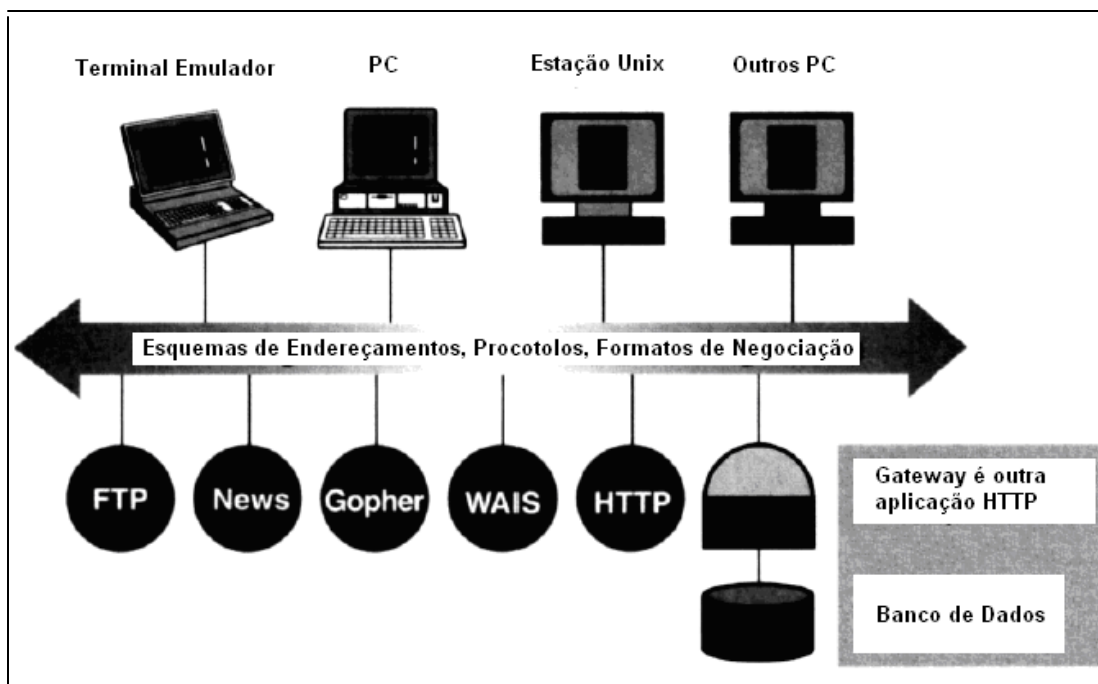


Figura 16: A arquitetura Cliente-Servidor da WWW.

Fonte: Berners-Lee *et al.* (1994).

Somente com o advento da *web* foi possível se ter aplicações web, como será mostrado.

Segundo Christodoulou *et al.* (2000) aplicações Web podem ser classificadas em duas categorias: aplicações hipermídia *web* e/ou aplicações de *software* Web. Uma aplicação hipermídia de *software web* é uma aplicação não convencional caracterizada pela publicação de informação utilizando nós, *links*, âncoras, estruturas de acesso e disponibilizada através da *web*.

Os autores afirmam que aplicações de *software web* é uma aplicação de *software* convencional que depende da infraestrutura *web* para sua execução. Cabe notar, segundo os autores, que essa dependência pode ser parcial; também são consideradas aplicações de *software web* casos onde apenas um ou alguns módulos da aplicação de *software* utilizam a infra-estrutura *web* na sua execução. Concluem que o termo aplicação *web* representa uma aplicação que possui características de ambas as aplicações *web* hipermídia e aplicações de *software*.

2.6.1 Servidores de Aplicações

Segundo Meirelles e Tarouco *et al.* (2005) atualmente podemos considerar que existem duas categorias de servidores de aplicações. Na primeira categoria, encontram-se os que são utilizados no provimento de serviços de informações customizadas para dispositivos móveis portáteis. Serviços desta natureza são oferecidos por empresas que atuam no setor de telecomunicações e por provedores de canais de informação. A segunda categoria é formada por servidores web clássicos, porém com conteúdos formatados de forma a respeitar as características funcionais dos dispositivos móveis portáteis.

2.7 DISPOSITIVOS MÓVEIS

Para Viana *et al.* (2003) o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis tornou-se área de grande interesse para a computação devido à enorme disponibilidade desses dispositivos no mercado e a sua crescente integração com as tecnologias de comunicação sem fio. Para os autores, esses dispositivos fazem cada vez mais parte do cotidiano e são exemplos da universalização da tecnologia da informação.

Viana *et al.* (2003) citam que os celulares com suporte a *Wireless Application Protocol* (WAP), *General Radio Packet Service* (GPRS) ou *Enhanced Data for Global Evolution* (EDGE), os celulares *i-Mode*, e os computadores portáteis (*notebooks*), *Palms*® e *Pocket*® *Personal Computers* (PC) com a tecnologia de redes sem fio de curto alcance *Bluetooth*® e a capacidade de comunicação com redes do padrão do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11, fazem crescer a demanda por novos tipos de serviços e aplicações nas mais diversas áreas (ex. sistemas de vendas em campo, coletores de informação, aplicações de entretenimento).

2.8 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES EM INDÚSTRIAS

Computadores e redes de computadores são um dois meios onde os sistemas de informações podem operar e serem utilizados. A seguir, é feita uma revisão do conceito de sistemas de informação.

Araujo (1995) define Sistemas de Informação (SI) como aqueles que, de maneira genérica, objetivam a realização de processos de comunicação. Segundo a autora, alguns autores contextualizam SI mais amplamente para incluir sistema de comunicação de dados e mensagens, etc., independente da forma, natureza ou conteúdo desses dados e mensagens.

Segundo Filho (1994) os SI podem afetar das mais variadas formas o desenvolvimento das modernas organizações, abrindo-lhes, inclusive, novos espaços e oportunidades de atuação competitiva, motivado pelo qual os gerentes e administradores não podem se furtar a compreender sua natureza e a utilizar seus recursos com eficácia. O autor explana do leque de oportunidades que os SI trazem, começando com a melhoria e otimização das operações internas da organização, indo até suas operações externas, auxiliando na competitividade vantajosa através de benefícios diretos aos clientes ou usuários.

Filho (1994) define Tecnologia de Informação (TI) sendo entendida como o conjunto de *hardware* e *software* que desempenha uma ou mais tarefas de processamento das informações dos SI, tal como coletar, transmitir, estocar, recuperar, manipular e exibir dados. Podem ser usados microcomputadores (em rede ou não), *mainframes*, *scanners* de código de barra, estações de trabalho, *software* de execução, *software* de planilhas eletrônicas ou de banco de dados, etc.

Para Filho (1994) um problema frequente no desenvolvimento, implantação e gerenciamento de SI empresariais, reside na tendência distorcida dos *staffs* técnicos em supervalorizar as tecnologias, o que colide frontalmente com a visão dos usuários e clientes, bastante focados nas práticas de trabalho.

A seguir, uma curta apresentação das abreviaturas de sistemas usados atualmente, a lista é bem extensa. Vejamos:

Padilha (2005) citando Stair (1998) afirma que primeiro surgiu o *Material Requirements Planning* (MRP), logo em seguida o *Manufacturing Resources Planning* (MPRII) até chegar no ERP.

Souza *et al.* (2005) apresentam também o *Supply Chain Management* (SCM), *Customer Relationship Management* (CRM), *Data Warehouse* (DW) e *Business Intelligence* (BI). Kemczinski *et al.* (2003) menciona o *Decision Support System* (DSS), *Executive Information*

System (EIS) e o *On Line Analytical Processing (OLAP)*. Vanderlei (2009) cita o *Manufacturing Execution System (MES)*.

Apesar da existência de todos esses sistemas computacionais, alguns processos, como a contagem de materiais durante o processo de inventário, não são assessorados por estes, o processo de inventariar ainda tem um custo relevante para algumas empresas.

2.9 MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR

Para Proença (1991), a comunicabilidade proporcionada pela identidade informática dos equipamentos permite uma maior integração e coordenação do sistema produtivo, conduzindo a um uso mais intenso do capital fixo e, portanto, a uma maior produtividade por máquina. Permite também um melhor aproveitamento do capital circulante, seja reduzindo seu tempo na planta, seja por operar com menores perdas de material, podendo também levar a uma intensificação do trabalho direto manual anexo à operação automática, caso este esteja presente no sistema.

O autor afirma ainda que a programabilidade das máquinas, por sua vez, permite uma grande redução nos tempos de preparação de máquina após uma fase inicial de aprendizado e estabilização dos softwares. Também por esse motivo, segundo o autor, é possível um uso mais intenso da maquinaria, aumentando sua eficiência. Nota-se ainda que a redução do tempo de preparação permite uma redução no tamanho dos lotes, possibilitando um ajuste mais fino na relação tamanho de planta/escala de produção. Adler (1988) conclui que se tem uma redução no tamanho de planta necessário a um dado volume de produção mensal, ocorrendo um fenômeno de “compactação” da planta.

Este aspecto da automação microeletrônica, segundo Proença (1991), não conduz, entretanto, à redução na escala necessária para produção econômica (competitiva) de um determinado produto. Pelo contrário, Coriat (1987) observa que os custos médios de produção iniciais da automação microeletrônicas são hoje muito elevados, dado os custos de aquisição (todos os custos fixos iniciais, incluindo treinamento) de manutenção dos equipamentos e o fato de substituírem pessoal pouco qualificado, não significando economia significativa nesta área. Colocada a necessidade de diluir gastos, a automação microeletrônica aparece como vantajosa por reduzir os custos associados ao alongamento dos ciclos de produção (operações à noite, nos fins de semana).

Ele acredita em uma queda de custos quando afirma: “Há, entretanto, quem preveja uma queda futura nos custos das atividades de suporte da planta, o que facilitaria uma redução nas escalas mínimas de produção. Talaysun *et al.* (1986) observam que o advento de sistemas especialistas (*Experts Systems*) permitiria uma redução significativa nos *overheads* de aperfeiçoamento do planejamento e controle da produção, do sistema de qualidade, da engenharia mecânica e industrial, etc. isto porque, após sua confecção, o custo do sistema ser operado e reproduzido é bem pequeno. Portanto, o progresso da informática – *hardware* e *software* – poderia levar a uma dramática redução dos custos indiretos de produção.”

2.10 APLICAÇÕES MÓVEIS NA MANUFATURA

O uso de soluções móveis aplicados a processos de manufatura está surgindo, trazendo mobilidade aos operadores de processos. Os processos da cadeia de abastecimento em companhias foram concebidos em sistemas desktop, conforme Luo (2006). O autor apresenta uma solução para a comunicação com os fornecedores na cadeia de suprimento de uma unidade fabril, este utiliza um dispositivo móvel, um servidor de aplicação web e utiliza o conceito de *web service*, seu contexto é criar um canal de comunicação além dos limites físicos da unidade fabril, utilizando tecnologia *Code-Division Multiple Access* (CDMA). Com o sistema proposto, o autor espera o crescimento da qualidade e velocidade da informação ao longo da cadeia de suprimento.

Wang *et al* (2007) utilizam de três componentes de TI, são eles: *Radio Frequency Identification* (RFID), Dispositivos Móveis e portais web para conceber uma solução que nomeou de *Mobile Construction RFID-Based Dynamic Supply Chain Management* (M-ConRDSCM), aplicando sua solução no contexto da construção civil. Conclui que sua aplicação trouxe redução de custos por permitir o aumento da velocidade com que foram realizadas as tarefas e melhor acuracia na entrada dos dados.

Martins *et al.* (2011) notaram que, quanto à estruturação das interfaces usadas nos sistemas de manufatura, poucos estudos foram realizados, no quesito facilidade no uso e rapidez. Os autores apresentam alguns coletores de dados existentes no mercado (Figura 17).



Figura 17: Dispositivos de coleta de dados do mercado.
Fonte: Martins *et al.*, (2011).

Os sistemas informatizados de manufatura foram concebidos, em sua grande maioria, para sistemas de mesa ou *desktop*, nota-se que, em alguns casos, nos processos de manufatura os sistemas móveis podem ser usados para se obter vantagens de mobilidade.

2.11 O MODELO DE ANÁLISE KLM-ESTENDIDO

Segundo Quaresma (2010) acredita-se que a distração com sistemas de informação está, intimamente, ligada a problemas de usabilidade dos sistemas desenvolvidos até então, pois em muitas vezes, o excesso de tempo gasto para compreendê-los e interagir com eles é devido ao projeto de sua interface.

Ainda no trabalho de Quaresma (2011) a autora cita o trabalho de Pettitt (2008) que tinha o objetivo de criar um método de avaliação da demanda visual, relacionada ao uso de equipamentos eletrônicos em veículos, o qual pudesse ser utilizado no início do desenvolvimento, barato e fácil de ser aplicado. O autor desenvolveu uma tese criando o modelo KLM- Estendido, este modelo é baseado no modelo GOMS KLM (*Keystroke Level Model*) e na técnica de oclusão, visando à predição do tempo total da tarefa realizada com interrupções.

Pettitt (2008) desenvolveu diversos estudos que validaram a técnica de colusão, porém, concluiu que esta só poderia ser aplicada em equipamentos já desenvolvidos (ou protótipos bem desenvolvidos), impossibilitando, assim, seu uso no processo iterativo de design do equipamento. Isto fez o autor ter a necessidade de criar um método que considerasse a “particionabilidade” da tarefa e que pudesse ser aplicado na comparação de propostas de interação, logo no início do processo de design.

3 ANÁLISE DO PROCESSO DE INVENTÁRIO DO SETOR B DA EMPRESA X

Para melhor entendimento do processo de inventário empregado no setor B da empresa X, foram realizadas entrevistas – sem o uso de questionário, pois se desejava a livre sugestão e crítica – com os funcionários diretamente envolvidos na organização e execução do inventário neste setor. O produto destas entrevistas foram listas de funcionalidades necessárias a realização do inventário que o sistema deveria possuir.

Outro método usado para conhecer o processo e suas necessidades foi a utilização de vários protótipos do sistema desejado, que eram avaliados pelos funcionários responsáveis pelo processo de inventário, este método de análise é usado no trabalho de Martins *et al.* (2011).

3.1 A EMPRESA X.

A empresa estudada é fabricante de eletroeletrônicos do Pólo Industrial de Manaus, com diversas fabricas pelo mundo.

O setor B é composto por máquinas de inserção de componentes do tipo *Surface Mount Device* (SMD) (Figura 18). Distribuídas ao longo de várias linhas de produção.



Figura 18: Máquinas inseridoras de componentes SMD.
Fonte: Indústria Megger Ltda[©].

Os materiais que neste trabalho eram os componentes estão contidos nas fitas de componentes conforme Figura 19.

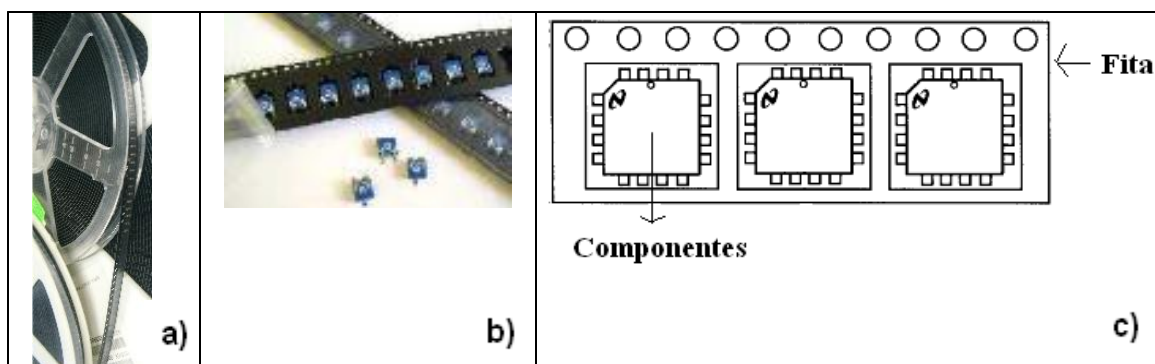


Figura 19: Fita contendo componentes SMD, a) Rolos; b) Componentes; c) Diagramação detalhada.
Fonte: Autor.

3.2 CARACTERÍSTICAS DA DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS NO SETOR B.

O setor B possui materiais (contidos nos rolos ou fitas de componentes SMD) distribuídos ao longo das linhas de produção, conforme mostra Figura 20.

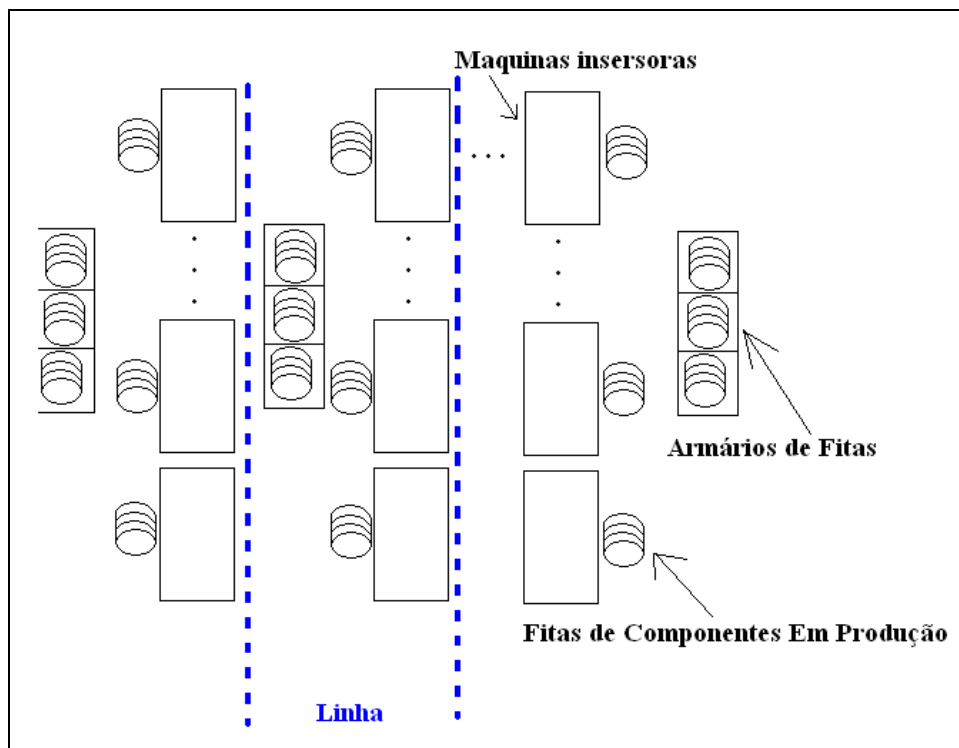


Figura 20: Distribuição de materiais nas linhas de produção.
Fonte: Autor.

A cada máquina insersora há vários rolos de componentes em produção, ou seja, sendo consumidos a cada minuto de produção. Em cada linha pode haver armários com rolos de fitas de componentes lacrados (Figura 21), isto ocorre para evitar uma movimentação física do operador de produção, quando da necessidade de um novo rolo de componente.

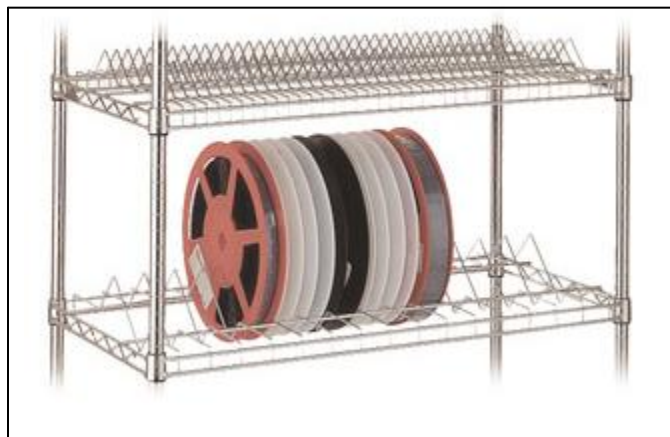


Figura 21: Armários para rolos de componentes.
Fonte: Industria AMS©.

3.3 ATIVIDADES DO PROCESSO CORRENTE

O processo de inventário corrente adotado no setor B da empresa X foi analisado *in loco* e, após várias entrevistas com os executores do processo corrente, um diagrama para entendimento foi feito, e falhas foram relacionadas.

A Figura 22 mostra, usando símbolos de diagramas de atividades *Unified Modeling Language* (UML), o fluxo de ações adotado no processo de contagem de itens do inventário corrente. Descreveremos a seguir estas atividades.

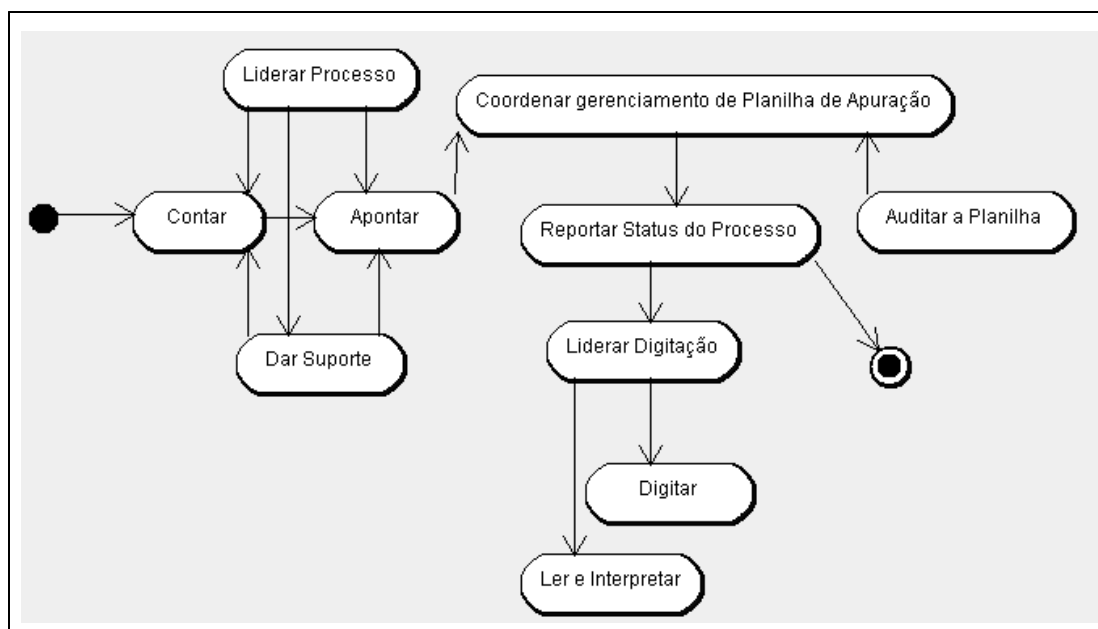


Figura 22: Processo corrente.

Fonte: Autor.

O processo é apoiado pelo uso de planilhas eletrônicas, com extensão .XLS. O uso de planilhas tem desvantagens, quando empregadas em certos cenários. Pode-se citar alguns:

i) Sem suporte para ações em paralelo na planilha, onde mais de uma pessoa poderia modificá-la, ao mesmo tempo, ou em curtos períodos de tempo.

ii) Difícil tarefa de fazer validações de dados, por exemplo, verificar se o código do material a ser contado é válido.

3.4 EQUIPE ENVOLVIDA

Cada atividade conta com uma ou mais pessoas para a sua realização, uma característica da maioria destas pessoas é que geralmente as mesmas já participaram do processo de inventário no passado. A Tabela 4 relaciona o número de pessoas envolvidas em cada atividade.

Tabela 4: Distribuição de Pessoas por Atividade.

Atividade	Número de Pessoas
Contar	21
Apontar	21
Dar suporte	7
Liderar	1
Coordenar Gerenciamento de Planilha de Apuração	1
Digitar	7
Ler Interpretar	7
Liderar Digitação	1
Reportar Status do Processo	5
Auditar Planilha	1
Total	72

Fonte: Autor

A Tabela 4 apresenta a necessidade do uso de 72 pessoas, envolvidas diretamente no processo de inventário, somente para o setor B da empresa X.

3.5 TEMPO DE PROCESSO

Para o setor B, tabela a seguir (Tabela 5), apresenta o tempo necessário:

Tabela 5: Tempos utilizados no processo de contagem corrente.

Dia	1º Dia				2º Dia				3º Dia				4º Dia			
Turno	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Setor B	P	P	P	P	C	C	C	C/A	A	A	A	A	A/P	A/P	A/P	A/P

Legenda: P- Produção, C- Contagem e A – Apuração.

Fonte: Autor.

No total o produto de oito vezes oito, onde cada turno tem 8 horas, em 8 turnos de realização do inventário (cor amarela), sendo 64 horas necessárias para a contagem dos materiais somente no setor B.

3.6 MÉTODO DE CONTAGEM

As contagens dos itens seguem regras dependendo do tempo e dos recursos disponíveis para cada indústria, estas adaptam suas próprias regras. A empresa X deste trabalho optou por usar as regras que serão apresentadas a seguir, o motivo de se usar estas regras é devido ao comportamento de movimentação do material a ser contado.

No setor B, todos os itens são contados, na primeira e na segunda contagem. Caso um item não esteja acurado, é criada uma lista com os itens não acurados (conforme regras apresentadas na Tabela 6). Na terceira contagem, somente os itens não acurados são contados, com isto, espera-se que estes itens possam ser acurados, ou seja, caso haja quantidades não localizadas na contagem anterior os mesmos sejam localizados.

Tabela 6: Status, Impacto e Ações quanto às contagens.

Status	Impacto Resultado	Ação (Após 2ª Contagem)
Acurado	Nenhum	Inserir quantidade física no sistema
Acurado Contagem	Insere diferença positiva ou negativa ao resultado	Inserir quantidade física no sistema
Não Acurado	Insere diferença positiva ou negativa ao resultado	Recontar
Não Acurado (Não encontrado)	Insere diferença negativa considerável ao resultado	Recontar
Não Acurado (Sem Quantidade)	Insere diferença positiva considerável ao resultado	Recontar

Fonte: Autor

A Tabela 7 apresenta as regras seguidas para o processo de inventário corrente.

Tabela 7: Regras de Contagem adotadas.

1ª contagem	2ª Contagem	3ª Contagem	Quantidade ERP	Status
Quantidade X	Não necessária	Não necessária	Quantidade X	Acurado
Quantidade Y	Quantidade X	Recontagem	Quantidade X	Acurado
Quantidade Y	Quantidade W	Recontagem (Quantidade W)	Quantidade X	Acurado Contagem
Quantidade Y	Quantidade W	Recontagem (Quantidade Y)	Quantidade X	Não Acurado
Quantidade Y	Quantidade Y	Não necessária	Quantidade X	Acurado Contagem
Não encontrado	Não encontrado	Não encontrado	Quantidade X	Não Acurado
Quantidade Y	Quantidade Y	Não Necessária	Sem quantidade	Não Acurado

Fonte: Autor.

3.7 COMPORTAMENTO DAS QUANTIDADES DOS MATERIAIS

Com as regras anteriores adotadas, as quantidades de itens a serem contados em cada contagem do processo têm o formato de um cone deitado como mostra a Figura 23 (linha tracejada) a partir da segunda contagem.

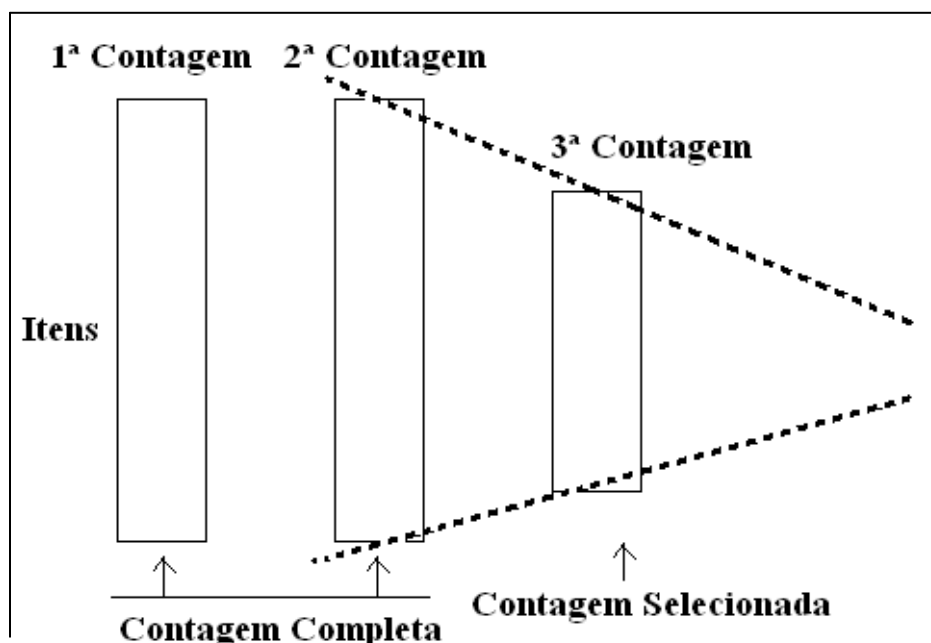


Figura 23: Comportamento dos itens na evolução das contagens.

Fonte: Autor.

Este cone pode reduzir, caso se deseje fazer outra contagem sobre os itens não acurados, pois se espera que a cada contagem se encontrem itens não encontrados anteriormente, esta barra que representa a quantidade de itens tende a diminuir a cada contagem. Porém a restrição é o tempo de cada contagem, pois não se tem um tempo indefinido para realização destas contagens, ao contrário há um tempo definido. O ato de recontar está diretamente ligado a uma ação de correção de alguma quantidade de material reportada, porém, não correta.

3.8 FALHAS DETECTADAS NO PROCESSO CORRENTE

Após identificadas as atividades presentes no processo de inventário do setor B da empresa X foram realizados três testes pilotos ou protótipos do sistema conhecidos como “*trial*”. Com a realização das *trials* foi possível elucidar, com a ajuda dos operadores, os problemas oriundos de cada atividade. A Tabela 8 mostra o perfil dos operadores participantes da análise do processo corrente.

Tabela 8: Perfis dos operadores do processo de contagem do inventário corrente

Nível do Usuário (índice)	Características	Número de membros
Avançado (1)	Participante a mais de três anos do processo de contagem de materiais. Sólidos conhecimentos em informática	2
Intermediário (2)	Participante a mais de um ano do processo de contagem. Conhecimentos intermediários de informática.	2
Iniciante (3)	Pouco conhecimento do processo de contagem. Conhecimentos básicos de informática.	8

Fonte: Autor.

A Tabela 9 relaciona as operações e as possíveis falhas que podem ocorrer, para algumas atividades existentes no processo corrente.

Tabela 9: Relação de falhas com operações do processo corrente.

Atividade	Descrição da Falha	Consequência no Tempo	Consequência na Acuracidade
Apontar	Insere código erroneamente ou escreve de forma ilegível	Tempo gasto para verificar se o código do material está correto	Se errado, e código existir, aumenta a diferença (positiva ou negativa) com o sistema
Digitar	Digitar erroneamente o código do material por esta estar rasurada	Tempo gasto na atividade de reportar status, devido à verificação da corretude do código	Se errado, e código existir, aumenta a diferença (positiva ou negativa) com o sistema
Reportar Status	Comparar os valores digitados na planilha com os valores do sistema	Tempo gasto com a análise	
Coordenar Gerenciamento de Planilha de Apuração	Consolidar várias planilhas em uma	Tempo gasto na construção da planilha consolidada com todas as quantidades	Se casar dados errados, aumenta a diferença (positiva ou negativa) com o sistema

Fonte: Martins e Barreiros (2010).

As Figura 24 e Figura 25 mostram com mais detalhes usando diagramas de causa e efeito (Ishikawa) as principais causas para o problema da baixa acuracidade e aumento de tempo, ambos relacionados a este processo específico.

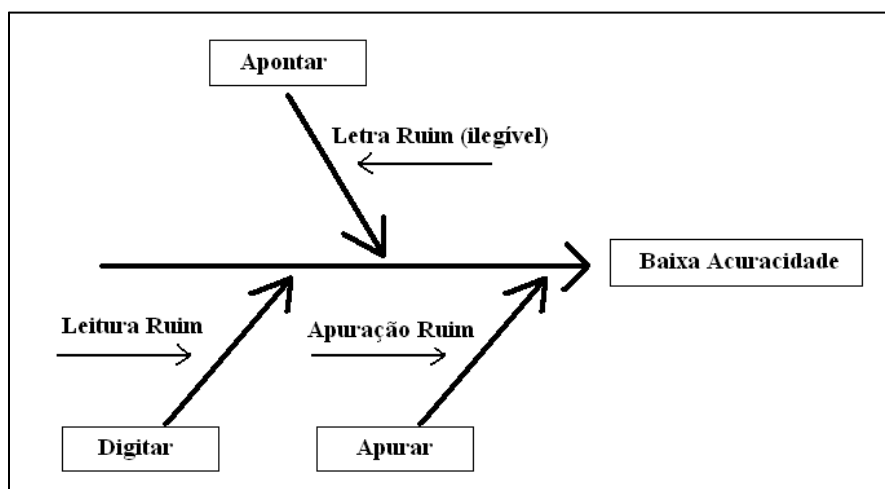


Figura 24: Causas e efeito para a baixa acuracidade de estoque no setor B, com o uso do processo corrente.

Fonte: Autor.

Cabe notar que uma leitura ruim não significa que o código do material não esteja correto.

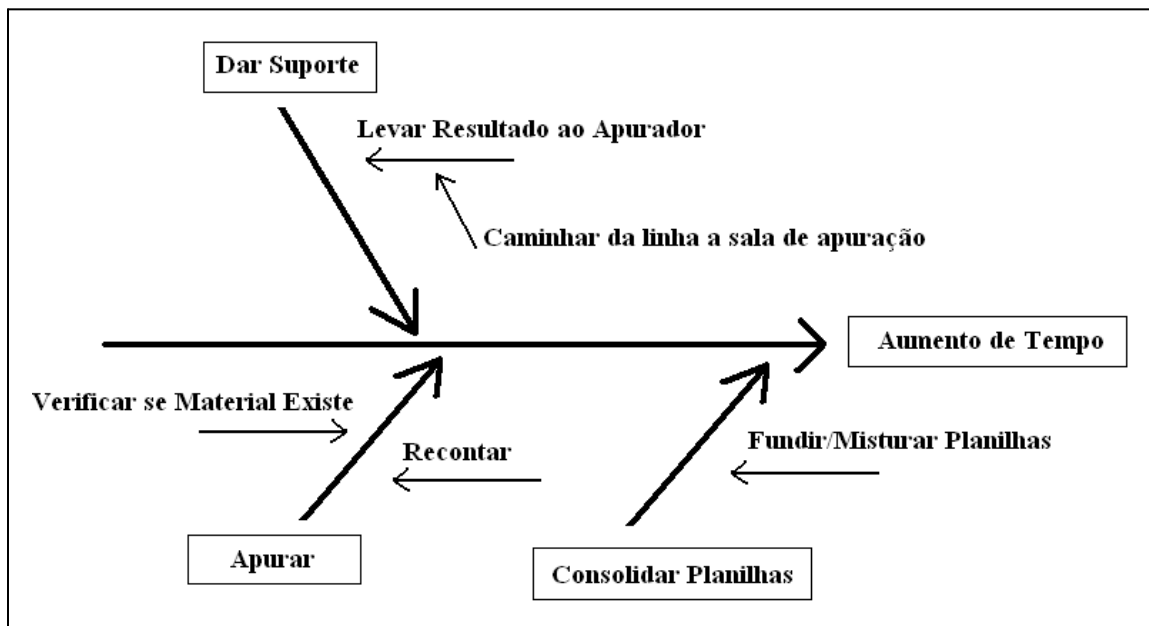


Figura 25: Causas e efeito do aumento de tempo no processo, com o uso do processo corrente.
Fonte: Autor.

Em constatação de material não existente, provavelmente o código foi inserido incorretamente ou pelo apontador ou pelo consolidador de planilhas, neste caso uma recontagem é necessária.

Com base nas causas e efeitos apresentados na Figura 24, montou-se uma representação gráfica de uma rede de Petri (Figura 26) conforme aponta Scolari (2008), onde $p(f)$ é a probabilidade de falha desta transição de estado e $p(s)$ é a probabilidade de sucesso desta transição de estado. A probabilidade de sucesso é o inverso da probabilidade de fracasso, ou seja, se a probabilidade de ocorrer um erro ao apontar for de 5%, a probabilidade de ocorrer sucesso ao apontar é de 95%.

A partir do diagrama exibido na Figura 26, criou-se o gráfico que relaciona a probabilidade de erro das falhas detectadas com a acuracidade, a partir da medida de acuracidade GCBC, os dados são apresentados na Tabela 10.

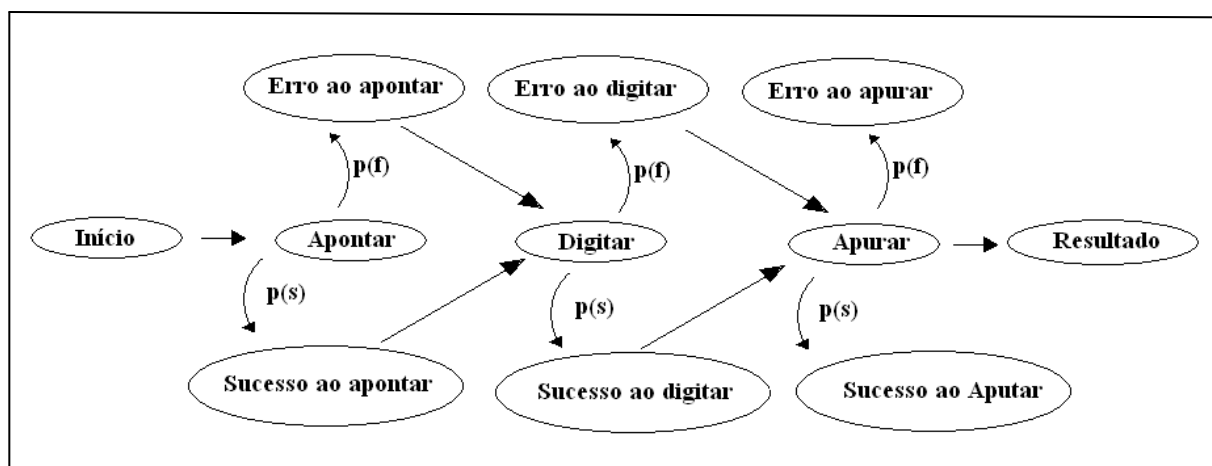


Figura 26: Diagrama de Rede de Petri do processo de contagem corrente.

Fonte: Autor.

Utilizou-se, para fazer o relacionamento das variáveis, uma pequena simulação computacional, utilizando-se de números pseudo-randômicos. O programa da simulação, escrito na linguagem de programação Java[®] encontra-se no apêndice A.

A seguir são apresentados os valores usados para construir o gráfico apresentado na Figura 27.

Tabela 10: Valores de acurácia pela probabilidade de falha.

Probabilidade	2%	5%	10%	15%
Média (GCBC)	0.98	0.95	0.9	0.85

Fonte: Autor.

É possível notar na Figura 27 que quanto maior é a probabilidade de falha, menor é a acurácia da contagem.

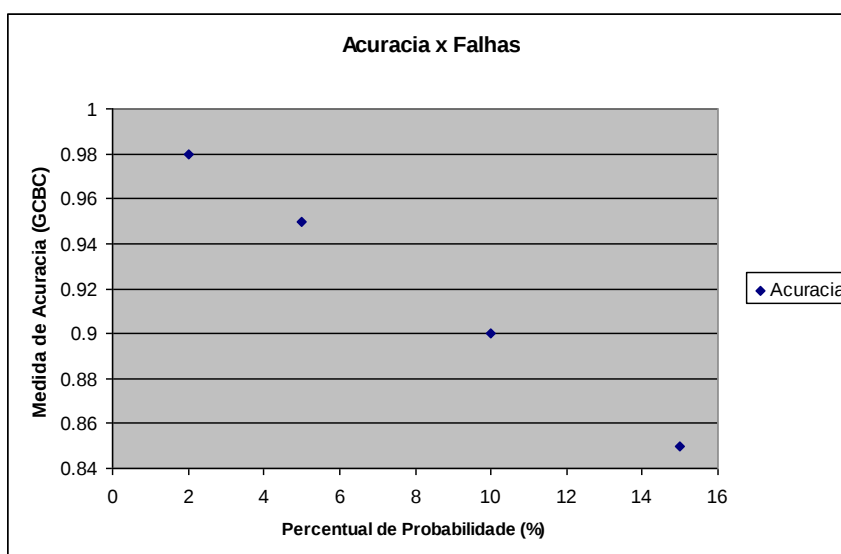


Figura 27: Relacionamento de Acuracidade com as falhas encontradas.
Fonte: Autor.

Este capítulo mostrou como é realizado o inventário e quais os problemas oriundos desta prática. No próximo capítulo uma proposta de processo é feita e uma análise do uso deste processo proposto é mostrado.

4 ANÁLISE DO PROCESSO PROPOSTO

As entrevistas com os usuários ou executores do processo de inventário praticado no setor B da empresa X serviram para eleger os requisitos necessários ao sistema ao qual se pensou ser desenvolvido.

O protótipo do sistema foi desenvolvido por 4 pessoas, sendo um responsável pelos *hardwares* e rede sem fio utilizados, outro para o desenvolvimento do módulo do apontador, outro desenvolvedor foi responsável pelo módulo do administrador e outro pela carga de dados a partir de planilhas. Outro profissional de engenharia de produção deu suporte ao entendimento do processo de inventário utilizado atualmente e medição de acuracidade da nova arquitetura/sistema.

As falhas detectadas no processo corrente foram importantes, pois não se deseja que elas ocorram ou deseja-se que a chances delas ocorrerem sejam menores.

A partir dessas entrevistas ficou evidenciado que poderiam ser feitas várias análises, para se verificar a viabilidade de implantação de uma solução computacional, tais como:

a) viabilidade de implantação da arquitetura/sistema – verificar a viabilidade técnica da arquitetura, pois não se deseja interferência no processo produtivo, interferências de sinais com equipamentos produtivos e outras questões;

b) análise do retorno de investimento – verificar em termos financeiros, a viabilidade de uso de uma solução informatizada;

c) análise de tempo do processo – uma análise com foco em tempos a serem empregados com o processo proposto;

d) análise de melhoria de usabilidade de interfaces do sistema – o sistema deve ser fácil de ser usado pelos operadores, ergonômico e com resposta rápida.

De todas as análises apresentadas, apenas a “b” não foi realizada, devido ao limite de tempo para realização deste trabalho, todas as outras puderam ser avaliadas. O enfoque da análise “b” deveria levar em conta o quanto se gasta com o processo corrente e quanto de deixaria de ser gasto com a nova abordagem.

Uma das principais mudanças do processo proposto em relação ao processo usado está na perda de dependência de planilhas eletrônicas e o ganho de mobilidade por parte dos contadores com o uso dos dispositivos móveis.

4.1 ARQUITETURA PROPOSTA APOIADA POR SISTEMA INFORMATIZADO

A Figura 28 apresenta a arquitetura física proposta para minimizar os problemas encontrados com o processo de contagem de materiais no processo de inventário no setor B da empresa X.

Na Figura 28 apresenta-se a arquitetura proposta, é composta pelas seguintes partes:

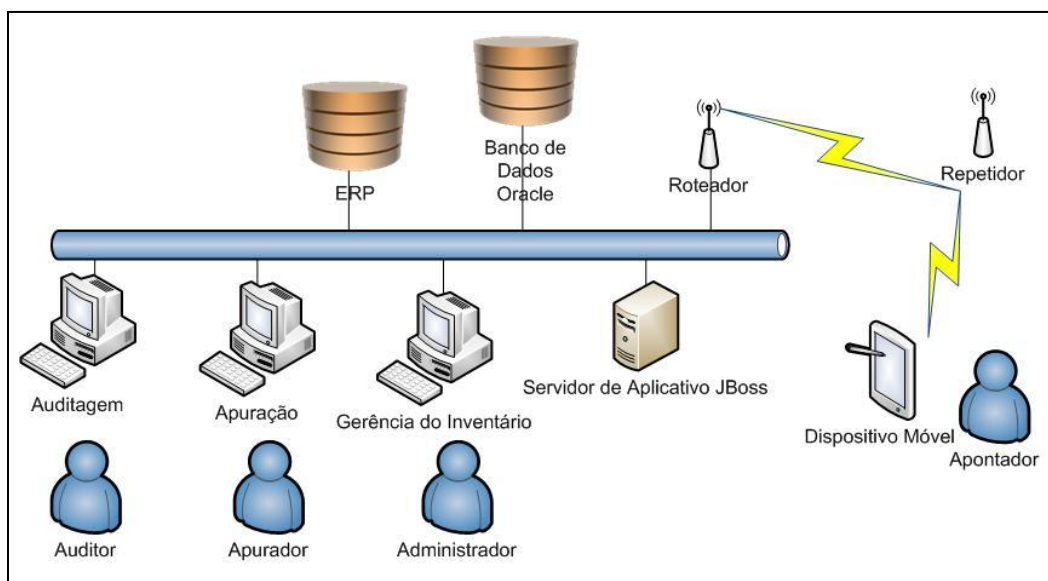


Figura 28: Arquitetura de gerência e contagem de inventário auxiliado por dispositivos móveis.
Fonte: Autor.

- ERP – Representa o planejamento sistêmico da empresa X, nele constam os valores de quantidades de materiais e seus valores monetários presentes no setor B em um instante t, pois a cada hora essas quantidades mudam;
- Banco de dados plataforma Oracle – Armazenam as informações gerenciadas no inventário. As informações como saldo de estoque do setor B, em um instante definido, são obtidas a partir do ERP em forma de planilhas eletrônicas, e as informações obtidas desta planilha são migradas para o banco de dados proprietário Oracle®, através do módulo administrador do sistema, deve-se notar que o sistema não se comunica diretamente com o ERP da empresa. Usou-se

para fins de migração de planilha (no sentido ERP/Sistema) o software proprietário Pentaho®, que possui uma versão de código aberto (*Open Source*), tornando esta operação de migração mais ágil, quando comparada a migração por meio de código de programação;

- Servidor de aplicativos Web JBoss® – Nesta parte está presente o sistema web, este está hospedado no servidor de aplicativos web JBoss®, que pode ser acessado por meio do browser (aplicativo de navegação da internet) presente no dispositivo móvel e a parte administrativa do sistema;
- Roteadores – Este cria a rede sem fio estruturada, que está conectada a rede intranet da empresa X. Esta rede é necessária para fazer o dispositivo móvel comunicar-se com o aplicativo web. Os roteadores estão conectados na rede estruturada e cabeada da empresa X;
- Repetidores – Dada a grande área onde está presente o setor B, a ser coberta pela rede sem fio, fez-se necessário o uso de repetidores de sinais do roteador. Com isso, pôde-se aumentar a cobertura do sinal do roteador;
- Gerência do inventário – O Administrador do sistema é também administrador do processo de inventário gerido pelo sistema. Este indica, usando o sistema computacional, quais partes do setor B serão contados, que apontares serão alocados (um apontador pode contar uma linha por vez);
- Auditor – Módulo do sistema que dá suporte a tarefa do agente auditor, responsável por averiguar se as regras de contagens adotadas estão sendo seguidas;
- Apurador – Nesta parte do sistema, o agente apurador terá acesso em tempo real às quantidades dos materiais encontradas no setor B, pelos apontadores. Este módulo provém facilidades, como comparação com as quantidades do ERP e o status da quantidade recebida, por exemplo, o sistema compara automaticamente se a quantidade recebida é igual à quantidade no ERP, se for igual o status do material será acurado com o sistema. Assim, o apurador pode verificar instantaneamente se um item está com uma grande diferença de valor ou de quantidade e decide se este irá para a terceira contagem;
- Apontador – Módulo do sistema responsável por colher as quantidades dos materiais ao longo do setor B. Executado a partir de um dispositivo móvel, usou-se um aparelho Nokia® modelo N810®, com tela sensível ao toque. Este dispositivo

faz uso de um browser web, onde o módulo do apontador no aplicativo web é acessado.

4.2 O SISTEMA COMPUTACIONAL PROPOSTO

O sistema computacional proposto tem o fim de auxiliar o processo de inventário, é dividido em duas partes: o módulo Administrador, que é definido como módulo *Admin*, e o módulo do apontador, que é definido como módulo *Device*.

A função do módulo *Admin* é reunir as atividades de preparação do processo de inventário, que inclui:

- Recebimento dos dados via planinha eletrônica a partir do ERP da empresa X;
- Iniciar o processo de inventário auxiliado pela arquitetura física/computacional;
- Viabilizar as atividades dos auditores e dos apuradores.

O módulo *Device* é responsável em tornar viável:

- A inserção das quantidades dos materiais encontradas fisicamente ao longo de cada linha do setor B;
- A adição de materiais, no banco de dados, que não constam no ERP, porém é encontrada fisicamente pelo contador na linha de produção. Isto acontece, devido ao ERP não refletir a realidade dos materiais como deveria, por alguma razão, como falha na manipulação do ERP para cadastro daquele material, por exemplo, inserção de um novo produto na linha de produção. Neste caso seria realizado um cadastro de materiais dinâmico.

Ambos os módulos estão contidos no servidor de aplicativos *web* Jboss® e podem ser acessados via navegador de internet, disponíveis nos computadores pessoais ou nos dispositivos móveis. Cada módulo possui uma URL específica, tais como:

- A URL para acessar o módulo *Admin* poderia ser “http://localhost:8080/Sistema_Admin”;
- A URL para acessar o módulo *Device* poderia ser “http://localhost:8080/Sistema_Device”.

4.2 ATIVIDADES NO PROCESSO DE INVENTÁRIO AUXILIADO POR SISTEMA COMPUTACIONAL

A Figura 29 mostra o fluxo entre as atividades presentes no processo proposto. A seguir, defini-se o que será realizado em cada atividade.

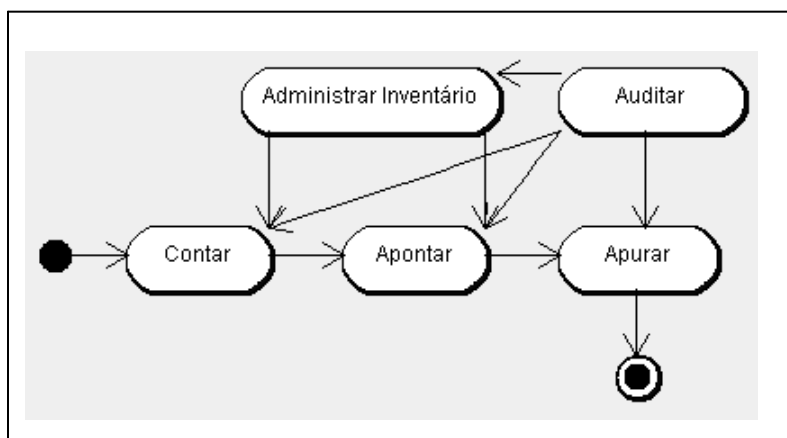


Figura 29: Atividades e fluxo da nova arquitetura/sistema.
Fonte: Autor.

- **Administrar Inventário** – nesta atividade é feita a preparação do inventário, auxiliado pelo sistema de inventário informatizado. A primeira tarefa é definir as duplas formadas por contador e apontador, e a equipe para fazer a apuração. Nota-se um detalhe nesta tarefa, uma dupla que contou um tipo na primeira contagem não pode contar este mesmo tipo na segunda contagem, assim garante-se a independência das contagens;
Outras tarefas da atividade de administrar inventário é fazer a carga de dados provenientes do sistema ERP, definir que duplas estará em qual setor, iniciar e encerrar as contagens para cada setor;
- **Apurar** – nesta atividade, são verificados com apoio do sistema, quais materiais estão acurados ou não acurados, e selecionar quais necessitam serem re-contados (3ª Contagem). Emitir relatórios parciais e finais do processo de contagem;
- **Auditar** – todo o processo de apuração é auditado por este módulo, tem a função de averiguar as regras de contagens usadas e todo o processo;

- Contar – são feitas as contagens dos itens no setor, esta tarefa pode demandar o uso de máquinas de contagens (Figura 30);
- Apontar – nesta atividade é usado o dispositivo móvel para realizar a entrada da quantidade a partir do setor onde se encontra o apontador. Quando este entra no sistema, são apresentados quais setores este pode apontar.

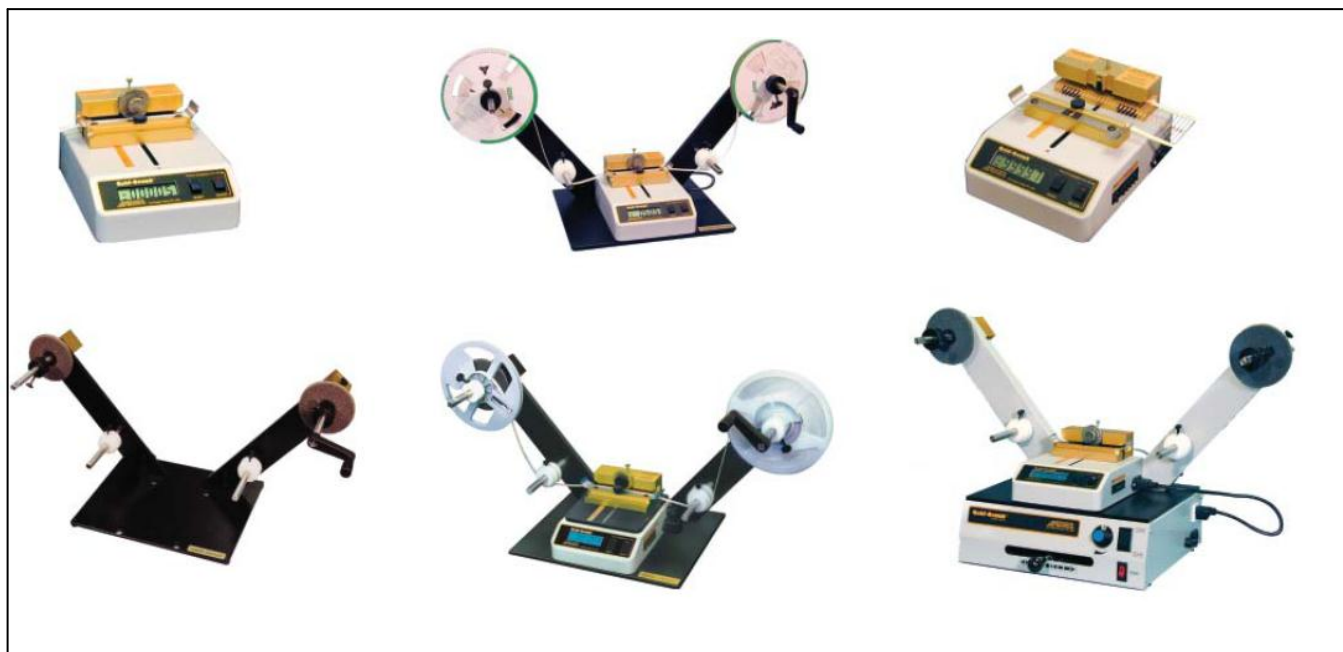


Figura 30: Máquinas usadas para contar componentes SMD.

Fonte: Autor.

4.3 EQUIPE NECESSÁRIA

Com a mudança das atividades no processo corrente adotado no setor B, algumas atividades oriundas do processo adotado deixariam de existir pelo simples fato da extinção das planilhas eletrônicas dentro do processo. A Tabela 11 mostra o resultado esperado para a alocação de pessoas no processo proposto.

Tabela 11: Equipe necessária para o processo proposto.

Atividade	Número de Pessoas
Contar	21
Apontar usando dispositivo móvel	21
Administrar contagem do inventário pelo sistema	3
Apurar contagem do inventário pelo sistema	6
Auditar Contagem e Processo de Inventário	1
Total	52

Fonte: Autor.

O número de apontadores e contadores permaneceu o mesmo, porém nas atividades de apoio ao processo do inventário, como a parte de administração das contagens e apuração, houve redução.

4.4 TEMPO ESTIPULADO

Um teste foi realizado a partir de um protótipo da arquitetura/sistema. A seguir (Tabela 12), apresenta-se os tempos estimados para a execução (início ao fim) do processo de contagem de materiais no setor B, utilizando a arquitetura proposta.

Tabela 12: Tempo estipulado com a nova arquitetura/sistema.

Dia	1º Dia				2º Dia				3º Dia				4º Dia			
Turno	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	
Setor B	P	P	P	P	C	C	C/A	A/P	P	P	P	P	P	P	P	

Fonte: Autor.

No total, quatro vezes oito, onde, 4 turnos de 8 horas, totalizando 32 horas, seriam necessários para a contagem dos materiais existentes no setor B, com a nova arquitetura/sistema.

4.5 ANÁLISE DE USABILIDADE DO SISTEMA PROPOSTO

Em uma primeira abordagem, pensou-se em criar telas simples, usando o teclado do dispositivo para entrada de dados. Porém, no primeiro teste realizado pelos desenvolvedores, notou-se a dificuldade no uso do teclado. Foi então que se pensou em envolver mais os

usuários no processo de desenvolvimento. Em seguida, é apresentado o processo usado para desenvolver as telas usadas pelo apontador, com auxílio de análises dos próprios usuários.

Na Figura 31, pode-se observar o início do desenvolvimento representado pelo ponto preto, apontado para a atividade Especificação de Funcionalidades. Nesta atividade são colhidas junto ao processo e aos usuários (pessoas envolvidas no processo de inventário) quais requisitos o sistema deveria atender.

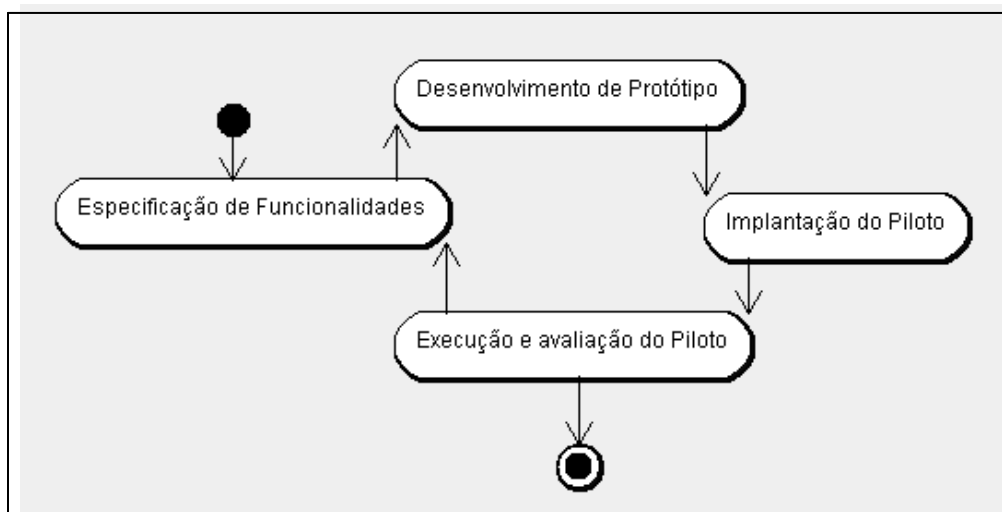


Figura 31: Ciclo de desenvolvimento Auxiliado por Prototipagem.
Fonte: Martins *et al.* (2011).

Após especificação de funcionalidades, é realizado o desenvolvimento do sistema por uma equipe de desenvolvimento de software, conforme requisitos.

Terminado o desenvolvimento dos requisitos e estando o software estável (com o mínimo de erros ou *bugs*), é feita a implantação do software, esta implantação segue o cronograma dos testes piloto. A implantação serve apenas para validar junto aos usuários os requisitos e não serve para ser usado para executar o processo de inventário, oficialmente. Nesta atividade, toda a infraestrutura (arquitetura de rede, servidores de aplicações de internet) deve ser preparada.

Na Execução e Avaliação do Piloto o sistema é posto para funcionar e, nesta atividade, as pessoas envolvidas no inventário dão sua opinião que são anotadas e formam uma lista de novas funcionalidades ou melhorias ao sistema. Este processo de desenvolvimento avaliado

pelos usuários é apontado por Nielsen (1993) como confiável. Tempos são observados, desde as tarefas que o administrador executa no sistema, passando pelo apontador e pelo Apurador.

Após concluída a execução e avaliação do piloto, inicia-se o ciclo novamente. A lista de novas funcionalidades e melhorias colhidas serve de entrada na especificação de funcionalidades. Estes ciclos acabam quando definido pelo dono do sistema – figura exercida por alguém da Empresa X – que exigiu a sua criação, geralmente quando ele atende a tudo que se espera.

No princípio, dois formatos de telas de entrada de quantidade foram propostas, como mostra a Figura 33 e Figura 33. A primeira idéia de tela de inserção de quantidades (Tela 1) deveria fazer uso do teclado físico do dispositivo portátil, porém, os usuários apontaram que isto consumiria um tempo maior, quando comparado ao uso de teclado virtual, além de ser ergonomicamente pior que o teclado virtual. Na segunda versão desta tela (Tela 2) foi criado um teclado virtual que fazia uso da característica do dispositivo móvel de possuir tela sensível ao toque ou *touch screen*.

Group

Area Engenharia

Part Number 006380484 Find ...

Description PARAFUSO DE ACO RF1.6x6.0

Quantity 56

Submit

Part Number not Found !!

Tela 1

Figura 32: Primeira proposta de tela para o módulo do Apontador.
Fonte: Autor.

Tela 2

Figura 33: Segunda proposta de tela para o módulo do Apontador.
Fonte: Autor.

4.5.1 Tela de apontamento ideal

A seguir, é apresentado o desenho final da tela ideal para a entrada de dados, que será usada pelo apontador no momento da ação de contagem de materiais.

Na Figura 34, pode-se notar que a proporção dos tamanhos dos teclados numéricos é maior quando comparada ao teclado de dígitos de letras do alfabeto, esta proporção é evidenciada pelo quadrado azul na tecla da letra “p” e pelo quadrado vermelho na tecla do número “1”.

Figura 34: Tela ideal, usada pelo apontador.
Fonte: Martins *et al.* (2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizado um teste piloto com o protótipo do sistema em produção no segundo semestre de 2010. Houve a participação de 16 pessoas, com apenas uma linha de produção parada no setor B, foram utilizados 8 aparelhos *tablet* Nokia® N810®. A Figura 35 mostra um apontador junto a um armário com rolos de componentes, efetuando uma operação de contagem.

E execução deste teste piloto tinha como objetivos:

- Verificar a adequação do sistema ao processo;
- Verificar ocorrência de problemas de infra-estrutura;
- Colher tempos de operações com o uso da arquitetura/sistema.



Figura 35: Uso do sistema pelo apontador.
Fonte: Martins *et al.* (2011).

A Figura 36 mostra a evolução de duas contagens com o sistema, a primeira contagem (linha azul) levou aproximadamente 11 horas, já a segunda contagem levou um tempo de 8 horas. A linha amarela indica a quantidade de materiais presentes no setor B. Podemos atribuir a redução de 11 para 8 horas à curva de aprendizado do uso do dispositivo móvel.

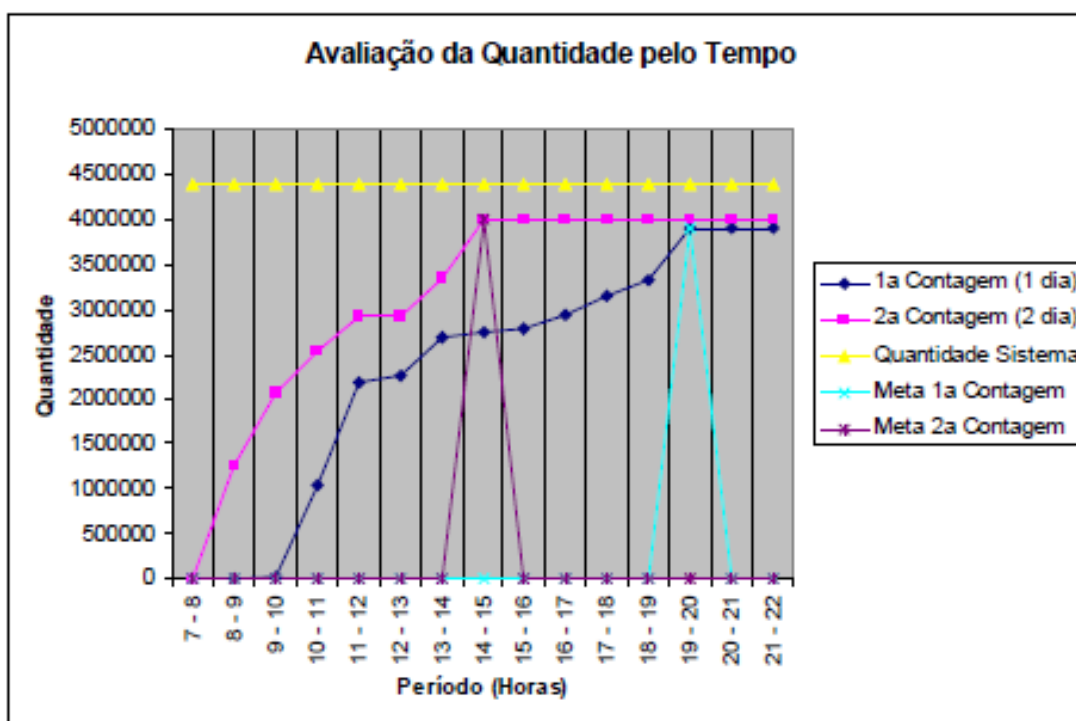


Figura 36: Avaliação do tempo de contagem.
Fonte: Martins *et al.* (2011).

Cabe notar que, ao terminar a contagem, os dados de contagens (as quantidades físicas) já estavam disponibilizados aos agentes apuradores em tempo real.

A Tabela 13 apresenta um comparativo de valores para o quesito pessoas envolvidas no processo e tempo de execução.

Tabela 13: Comparação dos critérios de melhoria.

Critério	Antes	Depois (esperado)	Porcentagem Redução
Pessoas	72	52	~28%
Tempo de execução	64h	32h	50%

Fonte: Autor.

CONCLUSÃO

Planilhas eletrônicas, usadas em atividades de trabalho diárias, trazem grandes benefícios. Devem ser usadas com cuidado, pois isso pode induzir geração de problemas em um escopo maior no processo a que se está incluso. Em muitos casos não resta escolha e a exigência por resultados em períodos curtos de tempo faz com que essa abordagem seja a única escolha. Ao mesmo tempo em que provém facilidade, cria um vício de processo que tende a crescer e se enraizar.

Porém, o responsável pelo inventário pouco pode fazer para tomar decisões de mudança de processos já incorporados pela empresa onde este trabalha. Existem outras esferas de poder dentro da empresa, onde certos problemas podem ser identificados e corrigidos. Analistas de processos podem identificar e propor boas práticas ou mesmo fazer um levantamento no mercado para verificar o que pode ser usado entre os produtos de prateleira, como, por exemplos, softwares.

Mesmo com as abordagens tradicionais, certos processos não são melhorados por demandar características fora do alcance dos produtos disponíveis no mercado. Ter a possibilidade de experimentar e falhar é um risco que se corre, porém, com análises preliminares antecedendo implementações, pode-se diminuir o risco de falha ou fracasso.

Este trabalho utilizou-se de dispositivos móveis que trazem mobilidade aos operadores, neste caso os contadores, mas deve-se notar as limitações destes dispositivos, tais como:

- Limitações em termos de velocidade de processamento, quando comparado aos computadores de mesa;
- O tamanho (largura e altura) da tela de apresentação de dados;
- Também certas características de interfaces de sistemas, comumente usadas em computadores de mesa, como exemplo, uma interface rica em gráficos, não funcionam bem em dispositivos móveis, devido principalmente a limitação de processamento.

Trabalhou-se na fronteira entre o de processamento do dispositivo e as características desejadas pela aplicação, demandadas pelo problema tratado. Hoje há dispositivos móveis da classe *Smartphones* com telas maiores, essa característica pode sanar outros problemas

oriundos da execução do processo de manufatura, no que diz respeito a tamanho de tela, como exemplo disto pode-se citar a geração de gráficos de análises.

Por atacar as falhas criadas com o processo corrente, pôde-se diminuir o tempo de realização da contagem do inventário e melhorar os índices de acuracidade, como mostrou estas análises. Houve diminuição no deslocamento dos operadores, e um número menor de pessoas puderam realizar o processo, o que indicaria uma redução no custo. Quando se fala em diminuição de pessoas, logo se pensa em demissões, porém, em certos inventários, paga-se horas extras aos funcionários para os mesmos virem auxiliar, não se os contratam para este fim, estes são desalocados de suas tarefas fins. Sob outra ótica, o inventário não agrega valor ao produto e o tempo dispensado com este deve sempre ser o menor possível.

Percebe-se o impacto positivo entre os usuários, quando eles se sentiram valorizados por ver sua atividade diária, sendo tornada produtiva através do aumento da facilidade no uso de sua ferramenta de contagem. Este impacto psicológico positivo carece de investigações aprofundadas, é esta uma das contribuições deste trabalho. Procurou-se não só desenvolver um sistema, mas interagir com o usuário que o usa diariamente em seu trabalho. O fator humano, ainda é importante, talvez seja um erro pensar em uma desvinculação dos sistemas computacionais e o bem-estar humano, principalmente no ambiente de trabalho.

Como trabalhos futuros, sugere-se uma abordagem em termos de custos da infraestrutura, dos recursos humanos e dos equipamentos de hardware e software empregados no processo proposto. Outra seria uma análise em termos de mapeamento de fluxo de valor, isto daria uma ideia mais clara da redução do tempo do processo de contagem no inventário.

Interagir com algum ERP de maneira mais integrada, poderia reduzir ainda mais o tempo do processo. Pois há tempos gastos com a carga de dados e exportação dos dados.

Reduzir o escopo do processo, para também suportar contagens diárias, demandaria outras análises de arquitetura, processos e custos. Seria uma abordagem interessante, pois serviria para ajustar, para uma escala menor, a diferença de quantidades existentes no sistema e quantidades físicas no processo, isto poderia ser um fator de diminuição de tempo gasto no processo de contagem periódica.

O processo proposto apoiado pelo sistema tem um teor operacional, uma visão mais gerencial, pode ser criada usando tecnologias como softwares de apoio a decisão *Data Marts*. Assim se teria todas as vantagens da abordagem de análise apoiada pelos *Data Marts*.

REFERÊNCIAS

- ADLER, P. S. **Managing Flexible Automation**. *California Management Review*, Vol. XXX, Num. 3, Primavera, 1988.
- AUDY, JORGE. **Método de Pesquisa em Sistemas de informação**. Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação - SBSI. Rio de Janeiro – Brasil. 2008.
- ARAUJO, Vania Maria Rodrigues Hermes. **Sistemas de informação: nova abordagem teórico-conceitual**. *Revista Ciência da Informação*, Vol. 24, num. 1, 1995.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4 Ed. Porto Alegre, 2001.
- BERNERS-LEE, Tim; CAILLIAU, Robert; LUOTONEN, Ari; NIELSEN, Henrik Frystyk. **The Word-Wide Web**. *Communications of ACM*. Vol. 37. New York, USA. 1994.
- BERTO, Rosa M. V. S.; NAKANO, Davi Noboru. **A Produção Científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa**. XIX ENEGEP, RJ-Brasil. 1999.
- BRESCHI, Stefano; MALERBA, Franco. **Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries**. London. 1997.
- CAMPOS, Ramos Renato; NICOLAU, José Antônio; CÁRIO, Sílvio Antônio Ferraz. **Cluster e Capacitação Tecnológica: a experiência na indústria cerâmica de revestimento de Santa Catarina**. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, vol. 21, num. 1, 2000.
- CAMPOS, Renato Ramos; NICOLAU, José Antônio; CARIO, Sílvio Antônio Ferraz. **Cluster e capacitação tecnológica: a experiência na indústria cerâmica de revestimento da Santa Catarina**. *Ensaio FEE*, v. 21, n.1, p. 144-161, Porto Alegre. 2008.
- CAMPOS, Marcos R. R. **Gestão de estoques com rastreabilidade de materiais – Estudo de caso de impactos no inventário físico de uma indústria eletroeletrônica**. *Revista Ciências Gerenciais*. Vol. XII, nº. 15. 2008.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. MRP II / ERP, conceitos, uso e implantação. 3 ed. São Paulo. Edi. Atlas, 2000.
- CORRÊA, Underléa; PINTO, A. R.; CODAS, Andres; FERREIRA, D. J. e MONTEZ, Carlos. **Redes Locais Sem Fio: Conceitos e Aplicações**. IV Escola Regional de Redes de Computadores. Passo Fundo. 2006.
- CORREIA, Kwami Samora Alfama; LEAL, Fabiano; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Mapeamento de processo: Uma abordagem para análise de processo de negócio**. XXII Enegep. Curitiba-PR 2002.
- CORIAT, B. **Automation Programmable et Produits Differencies**. *Anais do Seminaire International Gerttd-Ames – Automatisation Programmable et Conditions d'Usage Du Travail*. Paris. 1987.
- COX, J.F; BLACKSTONE, J. H. **APICS Dictionary**. 9 Edição. *American Production and Inventory Control Society*. 2002.

CHRISTODOULOU, S. P.; ZAFIRIS, P. A.; PAPATHEODOROU, T. S. **WWW2000: the developer's view and a practitioner's approach to Web engineering**. 2nd ICSE Workshop Web Eng. Pág. 75-92. 2000.

DAVENPORT, Thomas. **Reengenharia de processos**. Rio de Janeiro. Ed. Campus. 1994.

DROHOMERETSKI, Everton. **Um Estudo do Impacto das Formas de Controle de Inventário na Acuracidade de Estoque**. Dissertação de Mestrado. PUCPR. Curitiba-Brasil 2009.

FACHIN, Tiago; SELLITO, Miguel Afonso. **Medição do Inventário em Processo e Tempo de Atravessamento em Manufatura por Modelagem em Redes de Petri e Diagrama de Resultados**. Gestão da Produção, volume 15. nº 2. pag. 307-321, 2008.

FILHO, Adriano Gama. **Cadeia de Valor e Cadeia de Suprimentos Integrados na Gestão Estratégica de Custos, um Processo de Gestão voltado à Geração de valor**. M&G Technologies. 2007.

FILHO, Maurício Prates de Campos; **Os Sistemas de Informação e as Modernas Tendências da Tecnologia e dos Negócios**. Revista de Administração de Empresas. V.34, nº. 6. Nov/Dez. 1994.

GARCIA, Eduardo Saggioro; LACERDA, Leonardo Salgado; BENÍCIO, Rodrigo Arozo. **Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança**. Revista Tecnológica, vol. 63, pag. 36-42, 2001.

GARCIA, Eduardo Saggioro; REIS, Letícia Matto T. V. dos; MACHADO, Leonardo Rodrigues; FILHO, Virgílio José M. F. **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos**. 1^o Edição, E-papers serviços editoriais, 2006.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As Empresas são Grandes Coleções de Processos**. RAE – Revista de Administração de Empresas. São Paulo. Jan./Mar. 2000.

HAMMER, Michael & CHAMPY, James. **Reengineering the Corporation**. New York: HarperBusiness, 1994.

HELO, Petri. **Managing agility and productivity in the electronics industry**. Industrial Management & Data Systems, Vol. 104, pag. 567 – 577. 2004.

KANTER, Rosebeth Moss. **Frontiers of management**. Cambridge: Harvard Business School, 1997.

KILPATRICK, Auston Marmaduke. **Lean Manufacturing Principles: A comprehensive Framework for Improving Production Efficiency**. Master Dissertation. Massachusetts Institute of Technology - MIT. 1997.

KEMCZINSKI, Avanilde; CIDRAL, Alexandre; CASTRO, João Ernesto E.; NETO, Miguel Fiod. **Como obter Vantagem Competitiva Utilizando Business Intelligence**. Revista Produção On Line. v. 3, nº. 2, Junho 2003.

KUROSE, James F. e ROSS Keith W. **Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet**. Ed. Addison Wesley. 3^o Ed. Maio, 2004.

LUNDVALL, B-A; BORRÁS, S. **National Systems of innovation towards a theory of innovation and interactive learning**. Pinter Publishers, London, 1992.

LUO, Jianhong Zhejiang. **Utilizing Mobile Web Services for Supply Chains**. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics - SOLI. Shangai-China. Junho 2006.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, L. **Technological Regimes and Patterns of Innovation: A theoretical and empirical investigation of Italian case**. Michigan University. 1990.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo, Ed. Saraiva. 2005.

MARTINS, Ronaldo N.; BARREIROS, Nilson R. **Estudo da Viabilidade de Implantação de um Sistema Informatizado para o Processo de Contagem de Itens no Inventário**. VI Simpósio de Sistema de Informação e Engenharia de Produção. SIEP. João Monlevade, UFOP-MG. 2010.

MARTINS, Ronaldo N.; LEÃO, Leandro; MARINHO, Fabrício; MACIEL, Francimar; BARREIROS, Nilson Rodrigues. **Melhoria de Usabilidade Aplicada a um Sistema Móvel de Controle de Inventário**. Anais do 11º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade - ERGODESIGN e 11º Design de Interação Humano-Computador - USIHC. UFAM, Manaus-Amazonas, Maio, 2011.

MEIRELLES, Luiz Fernando T. Meirelles e TAROUÇO, Liane M. R. **Framework para Aprendizagem com Mobilidade**. XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE – 2005.

MENDES, E.; MOSLEY, Nile e COUNSELL Steve. **Investigating Web size metrics for early Web cost estimation**. *Journal of Systems and Software*. New York, USA. 2005.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Ed. Academic Press, Boston. 1993.

MIRANDA, Gilberto Walter Arenas. **Implantação de Controle Baseado no Sistema de Execução da Manufatura (MES): Análise em Empresa de Usinagem no Setor Aeronáutico**. Revista Produção On Line. v. 9, nº 4, 2009.

MOHAMMAD, Ilyas. **The handbook of Ad hoc Wireless networks**. Florida Atlantic University, 2003.

MORRIS, Daniel e BRANDON, Joel. **Reengenharia: reestruturando sua empresa**. São Paulo. Editora Makron, 1994.

ORTOLANI, Luiz Fernando Ballin. **Logística, gestão de estoques e sistemas de informação: instrumentos imprescindíveis para eficiência nas organizações públicas e privadas**. Revista da Companhia de Informática do Paraná - CELEPAR. Edição 121. Junho. 2002.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro. Ed. Campus. 1989.

QUARESMA, Maria Manuela Rupp. **Avaliação da Usabilidade de Sistemas de Informação disponíveis em automóveis: Um estudo ergonômico de sistemas de navegação GPS**. Tese de Doutorado. PUC-RJ. 2010.

ROSSETI, Manuel D.; SEDA, Gumrukcu; BUYURGAN, Nebil; ENGLISH, John. **Inventory Accuracy Improvement via in a Two-Echelon Supply Chain**. The Proceedings of 2007 Industrial Engineering Research Conference. Dallas-Texas 2007.

SCOLARI, Ana Paula Salengue. **Utilização de diagramas de decisão multi-valorada para representação do espaço de estados atingível em redes de autômatos estocásticos**. Dissertação Mestrado. PUC-RS. 2008.

SANTOS, A. M. e ROGRIGUES, I. A. **Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: Estudo de caso em uma indústria química**. Revista Gestão e Produção, vol. 13, num. 2, pg. 223-231, 2006.

SOUZA, Cesar Alexandre; SZAFIR-GOLDSTEIN, Cláudia. **Tecnologia da informação aplicada à gestão empresarial: Um modelo para a empresa digital**. Revista Técnica administrativa. 2005.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera. Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. UFSC/PPGEP/LED. 3 edição. 2001.

SILVER, Edward A.; PYKE, David F.; PETERSON, Rein. **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. 3ª Edição - Wiley. 1998.

SLACK, S.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 1º ed. Atlas. 1997.

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

TALAYSUM, A. T.; SZELKE, E. e BROWNE, J. **Scale VS Scope: The Long-Run Economics of the CIM/FMS Factory**. *Advances in Production Management Systems*. Elsevier Science Publishers. 1986.

TURBAN, Efrain, RAINER, R. Kelly, POTTER, Richard E. **Administração de tecnologia da informação – teoria e prática**. Rio de Janeiro. 2005.

PADILHA, Thais Cássia Cabral; MARINS, Fernando Augusto Silva. **Sistemas ERP: características, custos e tendências**. Revista Produção. Vol. 15, Num. 1. Pag. 102-103, Jan/Abr. 2005.

PETTITT, Michael Burnett. **Visual Demand Evaluation Methods for in-vehicle Interfaces**. Tese Doutorado, Human-Computer Interaction, University of Nottingham. 2008.

PIASECKI, David J. **Inventory Accuracy: People, Processes, & Technology**. Ops Publishing. Março. 2003.

PROENÇA, Adriano. **Manufatura Integrada por Computador e Organização do Trabalho**. Revista Produção. Vol. 1, Num. 2. Pag. 97-106, Março. 1991.

VANDERLEI, Marcelo Leite; JUNIOR, Jorge Muniz; MARINS, Fernando Augusto Silva e MIRANDA, Gilberto Walter Arenas. **Implantação de Controle Baseado no Sistema de Execução da Manufatura (MES): Análise em empresa de usinagem no setor aeronáutico**. Revista Produção on line. vol. 9, 2009.

VANDERLEI, Marccelo Leite; JUNIOR, Jorge Muniz Junior; MARINS, Fernando Augusto Silva; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; PORTO, Arthur José Vieira; PALMA, Jandira Guenka. **SIMULINVE – Um simulador de Inventário para um Centro de Distribuição de Peças**. Revista Produção on Line. Vol. 8, Num. 3. 2008.

VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque prático**. 1º Edição. Editora Atlas. pag. 448. 2006.

VIANA, Windson; TEIXEIRA, Robson; CAVALCANTE, Paula; ANDRADE, Rossana. **Mobile Adapter: Uma abordagem para a construção de Móbile Application Servers adaptativos utilizando as especificações CC/PP e UAProf**. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo-RS, Brasil. 2003.

VIEIRA, Darli Rodrigues; UDIHARA, Camila Mortari; TANAKA, Daniele Mizukami. **Product Lifecycle Management**. Mundo Project Management. Ano 5, num. 25. 2009.

WANG, Lung-Chuang; LIN, Yu-Cheng; LIN, Pao H. ***Dynamic Mobile RFID-based Supply Chain Control and Management System in Construction***. *Advanced Engineering Informatics*. vol. 21, num. 4, Outubro 2007.

APÊNDICE A

A seguir é apresentado o código computacional escrito na linguagem de programação Java, com o propósito de simular a relação da falha com a acuracidade da contagem.

```
Random generator = new Random();
//int setNumbers =
int r = generator.nextInt();
int maximum=100;
int minimum=0;
int qtdItem=1000;

Random rn = new Random();
int range = maximum - minimum + 1;
int randomNum;
int countFail=0;
double failPercent;
double failArray[];
int numOfProbabilities=4;
int numSimulations=100000;
double sumAverage=0;

failArray = new double[numOfProbabilities];

failArray[0] = failPercent = maximum * 0.02;
failArray[1] = failPercent = maximum * 0.05;
failArray[2] = failPercent = maximum * 0.1;
failArray[3] = failPercent = maximum * 0.15;

System.out.println(" Quantidade de Itens: "+qtdItem);
System.out.println(" Número de simulações: "+numSimulations);

for (int countMain=0; countMain<numOfProbabilities; countMain++){

    sumAverage = 0;
    for (int countNumSim=0; countNumSim<numSimulations; countNumSim++) {

        countFail = 0;
        for (int count=0; count<qtdItem; count++){
            randomNum = rn.nextInt(range) + minimum;

            /* Fail 1 - Falha na Escrita */
            if ( randomNum < failArray[countMain] ){
                countFail++;
            }

            randomNum = rn.nextInt(range) + minimum;
            /* Fail 2 - Falha na Leitura */
            if ( ( randomNum >= failArray[countMain] +
                (1*failArray[countMain]) )
                && ( randomNum < failArray[countMain] +
                (1*failArray[countMain]) ) ) ){
                countFail++;
            }
        }
    }
}
```

```

    }

    randomNum = rn.nextInt(range) + minimum;
    /* Fail 3 - Falha na Apuração */
    if ( ( randomNum >= failArray[countMain] +
            (2*failArray[countMain]) )
        && ( randomNum < failArray[countMain] +
            (2*failArray[countMain]) ) ) {
        countFail++;
    }
}

sumAverage = ((double) qtdItem - (double) countFail)
              / ((double) qtdItem) + sumAverage;
}
System.out.println("Média GCBC: "+sumAverage/numSimulations
                  + " Probabilidade: "+failArray[countMain]);
}

```