

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

ARRANJO FÍSICO EM UMA MONTADORA
DE COMPUTADORES

FLÁVIO HISASHI TSUTSUMI

ORIENTADOR:

PROF. DR. NILTON NUNES TOLEDO

SÃO PAULO
1996

TF 1996
T789a

Agradecimentos

A todos que ajudaram na elaboração deste trabalho, em especial:

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Nilton Nunes Toledo, pela orientação segura e incentivo;

Aos amigos de faculdade: Marcelo, R. Mode, R. Joseph, Fábio, Fernando, Amauri;

Ao amigo Márcio Tani, pela colaboração na impressão de parte deste trabalho;

Aos colegas de empresa: Valdir, Flávio R., Cláudio, Lilian e a todos os outros funcionários pela colaboração durante o período de estágio;

A Professora Luzia pela revisão de ortografia deste texto;

A minha família pelo apoio durante o desenvolvimento do Trabalho.

SUMÁRIO

O objetivo deste trabalho é o estudo do arranjo físico da área produtiva da empresa.

A sede da empresa se localiza em um prédio de quatro andares (mais térreo e subsolo), sendo que a área do enfoque está no seu segundo andar (área produtiva e almoxarifado). Para futuras expansões, uma boa parte do primeiro andar se encontra desocupado e continuará desocupado (esta área será usada apenas para a implantação do novo arranjo físico, descrita no capítulo nove).

A limitação da área, por ser um prédio estreito e comprido, e a produção estar no segundo andar (conta com dois elevadores de carga), dificultou o nosso trabalho para se chegar a um arranjo ideal (apesar de a variedade e quantidade de fluxo de materiais serem baixas).

A alternativa de arranjo físico selecionado conseguiu minimizar os principais problemas encontrados durante o estudo.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1. A Empresa	2
1.1.2. Organograma da empresa	3
1.2. O Estágio e o Objetivo do Trabalho	5
CAPÍTULO 2 - O PROCESSO PRODUTIVO	6
2.1. O produto	7
2.1.1. Codificação dos Produtos	8
2.2. A Produção	8
2.2.1. Descrição do Processo Produtivo - Notebook	11
2.2.2. Descrição do Processo Produtivo - Minitower e Desktop	11
CAPÍTULO 3 - O LAY-OUT ATUAL	17
3.1. O Lay-out Atual	18
3.2. Principais Problemas do Lay-out	31
CAPÍTULO 4 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	32
4.1. Análise volume-variedade	33
4.1.1. Levantamento da Variedade de Produtos	33
4.1.2. Levantamento da Quantidade de Produtos	34
4.2. Curva ABC - Produto x Quantidade	35
4.3. Identificação de Áreas de Atividade	37
4.4. Projeções para o Futuro	39
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS E OS PROBLEMAS ENCONTRADOS	40
5.1. Dados Detalhados Sobre a linha de Produção	41
5.2. Análise Detalhada do Fluxograma Visando Eliminar Procedimentos Desnecessários	44
5.2.1. Postos de Configuração de Placa e Gravação de Winchester	45
5.2.2. Posto de Run-in Teste Final	48
5.2.3. Fluxograma Sugerido	57
5.3. Intensidade de Fluxo	59
5.4. Redefinição das Áreas de Trabalho	60

CAPÍTULO 6 - DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES	62
6.1. Diagrama de Inter-relações.....	63
6.2. Determinação de Espaços	67
6.3. Diagrama de inter-relações entre espaços	71
6.4. Considerações sobre o prédio.....	72
CAPÍTULO 7 - AS ALTERNATIVAS DE ARRANJO FÍSICO	73
7.1. Alternativas de Arranjo Físico	74
CAPÍTULO 8 - SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS	83
8.1. Seleção das Alternativas.....	84
8.2. Fatores e considerações na seleção do Arranjo físico	84
8.3. Avaliação das Alternativas Propostas	86
8.4. Alternativa Seleccionada e seus Benefícios.....	90
8.5. Detalhamento da Alternativa	90
8.5.1. Arranjo Físico Detalhado	90
CAPÍTULO 9 - PLANO DE IMPLANTAÇÃO	97
9.1. Plano de Implantação	98
CAPÍTULO 10 - CONCLUSÃO	104
10.1. Conclusão	105
ANEXOS	108
Anexo 1	109
Lista de Produtos	109
Anexo 2	114
Fluxograma da linha atual	114
Fluxograma Final	115
BIBLIOGRAFIA	116
Bibliografia	117

FIGURAS

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
Figura 1.1: O organograma da empresa. (Transcrita de material da empresa)	4
CAPÍTULO 2 - O PROCESSO PRODUTIVO	6
Figura 2.1: Desenho esquematizado dos quatro tipos de computadores. (Clipart - Corel).....	7
Figura 2.2: Fluxograma da produção de desktop e minitower. (Transcrito de material da empresa)	10
CAPÍTULO 3 - O LAY-OUT ATUAL	17
Figura 3.1: O lay-out da linha de produção. (Elaborado pelo autor)	18
Figura 3.2: Vista geral dos postos de configuração de placa e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)	19
Figura 3.2.1: Vista superior dos postos de teste de placa e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)	20
Figura 3.3: Vista geral do posto de montagem da caixa de acessórios e preparação do kit de montagem. (Elaborado pelo autor)	22
Figura 3.4: Posto de montagem. (Elaborado pelo autor)	23
Figura 3.5: Vista detalhada da bancada de run-in. (Elaborada pelo autor).....	24
Figura 3.6: Vista geral da bancada de testes. (Elaborada pelo autor)	25
Figura 3.7: Vista geral do posto de embalagem. (Elaborada pelo autor)	26
Figura 3.7.1: Vista superior mais detalhada do posto de embalagem. (Elaborada pelo autor)	27
Figura 3.8: Vista geral da Inspeção final. (Elaborada pelo autor).....	28
Figura 3.9: Esteira normal. (Elaborada pelo autor).....	29
Figura 3.9.1: Esteira pequena. (Elaborada pelo autor)	29
Figura 3.9.2: Esteira curva. (Elaborada pelo autor).....	30
Figura 3.9.3: Esteira "porta". (Elaborada pelo autor)	30
Figura 3.10: Fluxo ideal entre os postos de montagem, run-in e teste final. (Elaborado pelo autor).....	31
CAPÍTULO 4 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	32
Figura 4.1: Curva ABC dos produtos. (Elaborada pelo autor).....	36

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS E OS PROBLEMAS ENCONTRADOS	40
Figura 5.1: Lay-out detalhado, com as distância entre os postos. (Elaborado pelo autor).....	41
Figura 5.2: Fluxograma detalhado. (Elaborado pelo autor)	42
Figura 5.3: Fluxograma modificado. (Elaborado pelo autor)	47
Figura 5.4: Fluxograma detalhado do Run-in e Teste Final. (Transcrito de material da empresa)	50
Figura 5.5: O fluxograma eliminando-se o transporte manual. (Elaborado pelo autor).....	53
Figura 5.6: Fluxograma com os dois novos postos de teste. (Elaborado pelo autor).....	56
Figura 5.7: Fluxograma final sugerido. (Elaborado pelo autor).....	58
CAPÍTULO 6 - DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES.....	62
Figura 6.1: Convenção para o diagrama de inter-relações. (Transcrito de Muther [1]).....	64
Figura 6.2: Diagrama de inter-relações. (Elaborado pelo autor)	66
Figura 6.3: Estante para armazenamento. (Elaborado pelo autor)	67
Figura 6.4: Esteira usada para transporte na linha de produção. (Elaborada pelo autor)	68
Figura 6.5: Bancada utilizada nos postos. (Elaborada pelo autor).....	68
Figura 6.6: Equipamento utilizado para o Burn-in. (Elaborado pelo autor).....	69
Figura 6.7: Estante utilizada anteriormente para o run-in e agora para armazenamento. (Elaborada pelo autor).....	69
Figura 6.8: Diagrama de inter-relações entre espaços. (Elaborado pelo autor)	71
CAPÍTULO 7 - AS ALTERNATIVAS DE ARRANJO FÍSICO.....	73
Figura 7.1: Arranjo fisico - Alternativa A. (Elaborado pelo autor).....	75
Figura 7.1.1: Arranjo fisico detalhado para a alternativa A. (Elaborado pelo autor).....	76
Figura 7.2: Arranjo fisico - Alternativa B. (Elaborado pelo autor).....	78
Figura 7.2.1: Arranjo fisico detalhado para a alternativa B. (Elaborado pelo autor).....	79
Figura 7.3: Arranjo fisico - Alternativa C. (Elaborado pelo autor).....	81
Figura 7.3.1: Arranjo fisico detalhado para a alternativa C. (Elaborado pelo autor).....	82

CAPÍTULO 8 - SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS	83
Figura 8.1: Alternativa de arranjo físico escolhido, com fluxo básico. (Elaborado pelo autor).....	91
Figura 8.2: Nova área de teste de módulos e teste de placa inicial. (Elaborada pelo autor).....	92
Figura 8.3: Novo posto de configuração e teste de placa, e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)	93
Figura 8.4: Posto de montagem de caixa de acessórios e preparação de kit para montagem. (Elaborado pelo autor)	94
Figura 8.5: Vista dos novos postos de montagem, teste 1, teste 2, embalagem e posto de reparo. (Elaborada pelo autor)	96
Figura 8.6: Vista do posto de embalagem. (Elaborada pelo autor).....	96
CAPÍTULO 9 - PLANO DE IMPLANTAÇÃO	97
Figura 9.1: 1º passo - modificar a primeira célula de trabalho para o novo lay-out, após testes e treinamento iremos modificar as outras células em seqüência, da esquerda para a direita da figura. (Elaborado pelo autor).....	100
Figura 9.2(a): Vista dos postos de inspeção visual, teste e configuração de placa, e gravação de winchester no lay-out antigo. (Elaborada pelo autor).....	100
Figura 9.2 (b): Aqui estão apenas os postos de configuração e teste de placa configurada, e os postos de gravação de winchester; os outros postos foram deslocados para o primeiro andar a fim de desocupar a área a ser utilizada no futuro almoxarifado. (Elaborado pelo autor).....	101
Figura 9.3: Colocação das novas divisórias do almoxarifado. (Elaborada pelo autor).....	101
Figura 9.4: Disposição final do almoxarifado, dos postos de inspeção e teste de placa e módulos, postos de configuração e teste de placa configurada, e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)	102

TABELAS

CAPÍTULO 4 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	32
Tabela 4.1: Quantidade de produtos produzidos no período de 6 meses. (Transcrito de material da empresa)	35
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS E OS PROBLEMAS ENCONTRADOS	40
Tabela 5.1: Resumo do fluxograma. (Elaborado pelo autor)	43
Tabela 5.2: Resumo e comparação dos fluxogramas. (Elaborado pelo autor).....	48
Tabela 5.3: Tempos padrões do run-in e teste final. (Transcrito e adaptado do manual da empresa)	54
Tabela 5.4: Resumo e comparação dos fluxogramas. (Elaborado pelo autor).....	59
CAPÍTULO 6 - DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES	62
Tabela 6.1: Tabela auxiliar para elaboração do diagrama de inter-relações. (Elaborado pelo autor).....	65
Tabela 6.2: Espaços necessários para o desenvolvimento do projeto. (Elaborados pelo autor)	70
CAPÍTULO 8 - SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS	83
Tabela 8.1: A classificação das vogais e valores numéricos. (Transcrita de Muther [1])	85
Tabela 8.2: Folha 1 de avaliação de alternativas. (Elaborada pelo autor).....	87
Tabela 8.2.1 Folha 2 de avaliação de alternativas. (Elaborada pelo autor).....	88
Tabela 8.2.2: Folha 3 de avaliação de alternativas. (Elaborada pelo autor).....	89
CAPÍTULO 9 - PLANO DE IMPLANTAÇÃO	97
Tabela 9.1: Atividades do plano de implantação e gráfico de Gantt. (Elaborados pelo autor)	103
CAPÍTULO 10 - CONCLUSÃO	104
Tabela 10.1: Melhoras no principal gargalo encontrado. (Elaborado pelo autor)....	105
Tabela 10.2: Ganho no transporte de materiais no novo arranjo físico. (Elaborado pelo autor).....	106

RESUMO

Este trabalho consiste num estudo de arranjo físico numa empresa montadora de computadores. Como base para o estudo, foi levantado o atual arranjo físico e os principais fluxos entre os procedimentos envolvidos. Para a elaboração do trabalho foi utilizado o sistema SLP (Systematic Layout Planning), descrito no livro "Planejamento do Layout: Sistema SLP", escrito por Richard Muther.

O resultado prático, englobando todo o estudo, foi que alguns procedimentos intermediários do processo produtivo foram alterados (o estudo detalhado do processo nos permitiu a localização de pontos com problema no processo produtivo), adequando-se ao arranjo final estabelecido (foi possível também o dimensionamento da linha para a produção meta da empresa).

A seguir iremos resumir cada capítulo do trabalho:

Capítulo 1: traz a descrição da empresa, seu organograma, e também o programa de estágio e os objetivos de trabalho.

Capítulo 2: traz uma visão geral dos produtos e os seus processos produtivos (sistema de codificação dos produtos e a descrição do processo).

Capítulo 3: mostra o atual lay-out (apenas da área envolvida no projeto) e seus problemas (relativos ao atual arranjo físico).

Capítulo 4: neste capítulo foi feito um estudo de produto e quantidade para o levantamento da curva ABC, fizemos também um pré-levantamento das áreas de atividade envolvidas no projeto.

Capítulo 5: traz uma análise mais detalhada do fluxograma da linha de produção, visando à eliminação de procedimentos desnecessários, acarretando na mudança de alguns procedimentos nos postos de trabalho. Isto nos obrigou a redefinição do fluxograma e das áreas de trabalho a serem usados no trabalho.

Capítulo 6: foi elaborado o diagrama de inter-relações entre atividades e espaços. Como os equipamentos envolvidos são poucos e de fácil movimentação, utilizamos o método de arranjos esboçados para a determinação de espaços.

Capítulo 7: apresentamos as alternativas de arranjo físico.

Capítulo 8: usando o método de avaliação da análise de fatores, fizemos a seleção da alternativa, e também mostramos os benefícios que ela trará à empresa.

Capítulo 9: neste capítulo foi feito um plano de implantação do arranjo físico, de modo que a produção não seja afetada, e visando o menor uso de hora-extra.

Capítulo 10: temos aqui, a conclusão do trabalho.

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

1.1. A Empresa

A empresa onde foi realizado o estágio é, originalmente de capital nacional, atuando no mercado de informática (microcomputadores). Porém há alguns anos, teve 85% de suas ações compradas por um grupo americano.

No mercado nacional, ela se situa num bloco intermediário, pois o nome é pouco conhecido em termos de microcomputadores pessoais; há pouca divulgação em relação aos concorrentes devido ao pouco tempo no mercado nacional, já que esta linha entrou em produção há pouco tempo (a linha antiga, totalmente nacional foi eliminada). A grande parte da atual produção é de micros que são vendidos com outras marcas (O e M, como por exemplo para a UNISYS e a ZANTHUS).

Basicamente, a empresa é uma montadora de microcomputadores, já que todos os componentes do microcomputador já vêm montados (placas de som, fax, placa Bus-board (onde se localizam os slots de conexão de placas "acessórios"), CD-ROM, floppy disk, DAT (uma unidade que utiliza uma fita magnética para se gravar os arquivos), winchester, controladora SCSI (um tipo de placa controladora de winchester, disk-drive, DAT, CD-ROM, mais rápido do que o controlador comum, o de padrão IDE), rede, monitor, teclado, mouse, e outras placas desenvolvidas pela própria empresa, porém montadas fora, como por exemplo a placa de som com fax, secretária eletrônica e modem, à qual chamaremos de telephone center). No caso da CPU (mother board ou placa principal), as peças e a placa de circuito impresso são comprados separadamente e pré-montadas por uma empresa (terceirizada). Praticamente todos os componentes são importados, inclusive o gabinete, fabricado por uma empresa localizada na Ásia e exportada para todas as montadoras da empresa, espalhadas pelo mundo (uma exigência da matriz americana, portanto, não há nem a possibilidade de se fabricar os gabinetes pelas empresas nacionais).

Atualmente ela se situa na região central de São Paulo, em um prédio de 4 andares de propriedade da matriz americana (antes se situava na região do Morumbi, numa instalação bem menor), com aproximadamente 8.500 m² distribuídos da seguinte forma:

Térreo: estacionamento, recebimento e expedição.

1º andar: assistência técnica, estoque de produtos acabados; neste andar também são guardados os itens maiores (gabinetes, monitores (testados neste mesmo andar e estocados)).

2º andar: produção, almoxarifado (itens menores), Departamento de Vendas, Departamento de compras, PCP, Controle de Qualidade, Diretoria Industrial.

3º andar: Engenharia, Marketing, Contabilidade, Departamento Pessoal Diretor Presidente.

4º andar: Refeitório, arquivo morto.

Há um elevador social e mais dois elevadores para transporte de cargas.

1.1.2. Organograma da empresa

Apesar de a empresa americana possuir a maior participação acionária, o organograma e os cargos não foram alterados em relação à empresa antes de sua compra. Mostramos a seguir o atual organograma da empresa (fig. 1.1):

ORGANOGRAMA

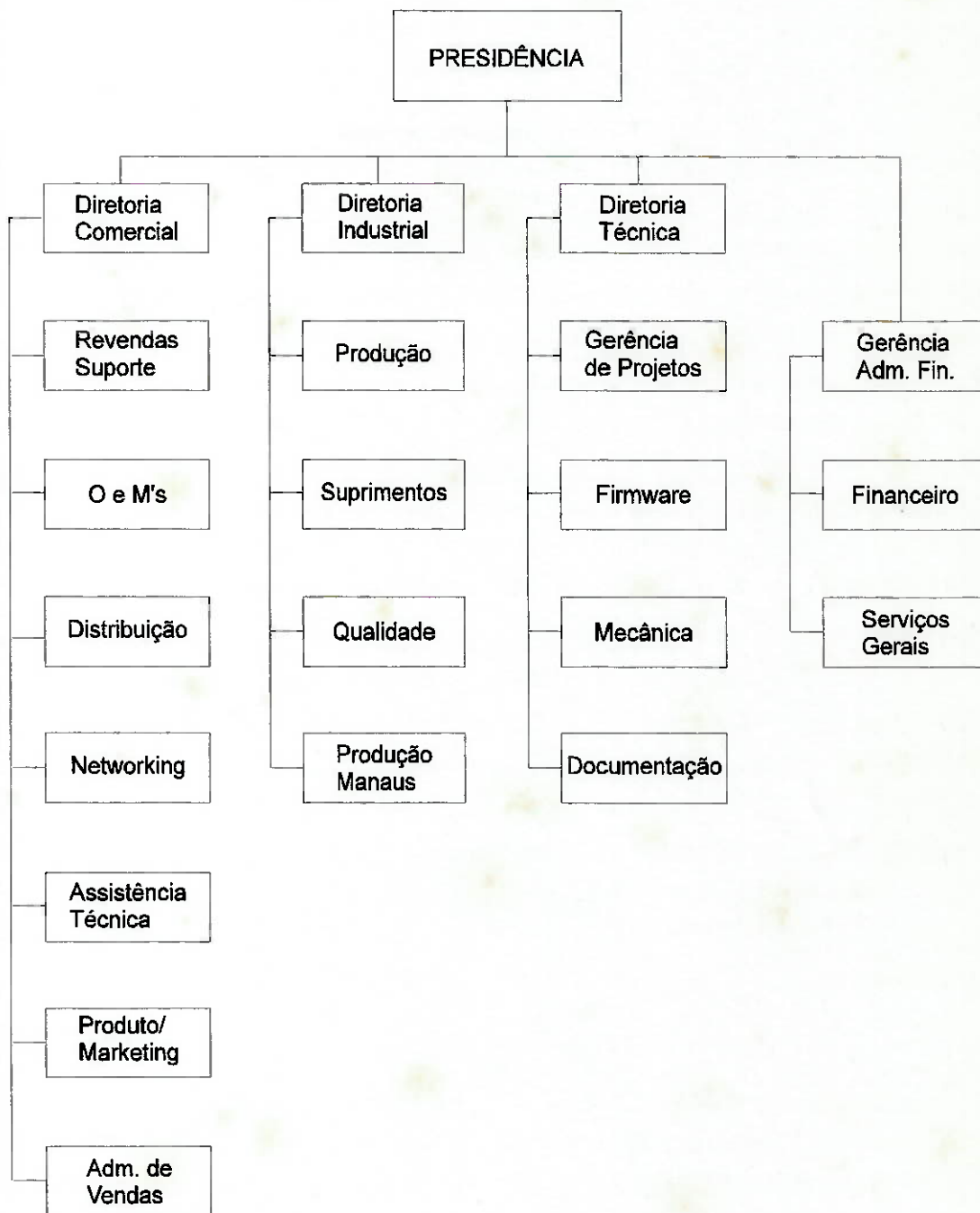


Figura 1.1: O organograma da empresa. (Transcrita de material da empresa)

Principais cargos e suas funções:

Diretoria Industrial: responsável pela Produção, Suprimentos, Sistema de Qualidade, Treinamento e Auditoria da Qualidade.

Diretoria Técnica: responsável pelo Desenvolvimento de Produtos, Documentação, Controle de Relatórios de Ocorrência e Homologação de componentes.

Diretoria Comercial: responsável pelo Suporte Técnico, Assistência Técnica, Comercialização de Produtos e Serviços e Administração de Vendas.

Gerente Administrativo: responsável pelos Recursos Humanos e setor Financeiro.

Suprimentos: responsável pela qualidade na aquisição dos materiais utilizados na manufatura (providenciar a aquisição de material na Quantidade adequada, no prazo necessário e conforme especificação).

1.2. O Estágio e o Objetivo do Trabalho

O estágio, com contrato de seis meses, se realizou integralmente na área de produção, mais especificamente na linha de montagem. O objetivo do estágio e deste trabalho é o estudo do atual lay-out, a definição de um novo arranjo físico e, se necessário, a redefinição de métodos para a execução de operações em postos para a adequação ao novo arranjo físico.

Este novo lay-out visa a uma linha de produção contínua sem espera entre os postos, o mínimo de cruzamento de fluxo de materiais, evitar que se "carreguem" manualmente os materiais em produção (a empresa comprou recentemente esteiras transportadoras).

1.2.1. Metodologia usada

Para este trabalho, usou-se o sistema SLP (Systematic Layout Planning), descrita no livro de Muther [1], para a definição do arranjo físico.

Capítulo 2 - O PROCESSO PRODUTIVO

2.1. O produto

Atualmente são produzidos 4 tipos de computadores: desktop e mini-tower (para uso pessoal, figura 2.1), servidor (para sistema de grande porte) e notebook.

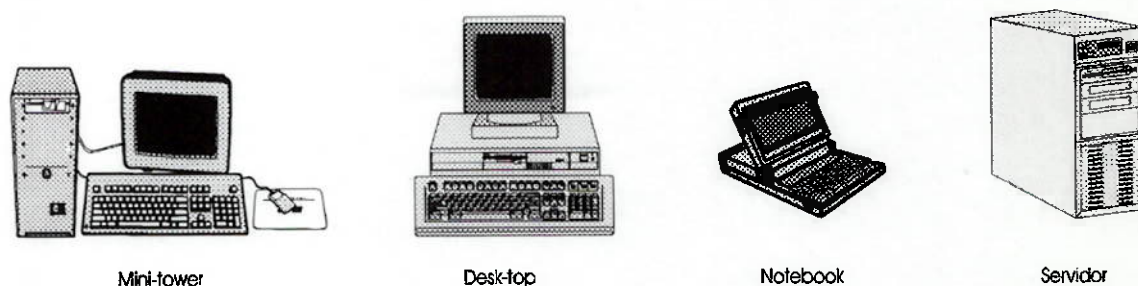


Figura 2.1: Desenho esquematizado dos quatro tipos de computadores. (Clipart - Corel)

Para o desktop e minitower são oferecidos dois tipo de CPU: o 486 (que aceita os processadores Intel DX2-50, DX2-66, DX4-100), Pentium (aceita os processadores Intel Pentium 75, 90 e 100 MHz). O servidor sai sempre com uma CPU e processador Pentium de 90, 100 ou 133MHz, de 1 a 4 processadores. E o notebook é um 484 com processador DX4-75.

Uma das características do produto é que ele é um micro "plug & play", ou seja, sua CPU reconhece automaticamente, quando se instala alguma outra placa (não precisando configurá-la), para usuários mais leigos, facilitando o seu uso; também já vem com alguns softwares instalados em seu winchester. Além disso é um computador "green", ou seja, ele se desliga automaticamente após um determinado tempo sem uso (estipulado pelo usuário), ligando-se automaticamente ao toque de qualquer tecla, ou quando ele recebe o pulso telefônico (podendo assim se usar a secretária eletrônica ou o fax).

Uma limitação para o gabinete desktop é que ele não comporta ao mesmo tempo dois drives e mais o CD-ROM, não há espaço suficiente para todos, apenas um drive 1,44Mb e mais um CD-ROM, ou um disk-drive 1.44 Mb e mais um disk-drive 1.2Mb.

2.1.1. Codificação dos Produtos

A empresa trabalha com dois tipos de codificação: a codificação interna e a codificação para venda.

O sistema de codificação interna é composto por dez dígitos:

- ABCD.EXXX.00 - representa o código da máquina básica, onde:

AB - representa o tipo de gabinete

CD - representa o tipo da CPU

E - software a ser utilizado (Windows, DOS ou ambos)

Os “kits” que acompanharão o micro serão representados por:

- ABCD.FXXX.00 - onde FXXX representa o acessório incluso pedido (CD-ROM, unidade de disco rígido, unidade de disco flexível, kit multimídia, etc).

Para a codificação de venda trabalhamos com apenas três dígitos:

- ABC, onde

A - indica a CPU do computador.

BC - indica o tipo de gabinete.

2.2. A Produção

O Departamento Comercial através de seus funcionários de televendas atendem ao cliente, anotando os modelos de microcomputadores de interesse do cliente, a quantidade desejada. O Depto Comercial contacta a Administração de Vendas (que, por sua vez, está ligada diretamente ao PCP, que gera a lista de necessidades, tendo todo o controle estoque e previsão de chegada de materiais), a fim de se poder definir o prazo de entrega do equipamento ao cliente.

Feita a formalização do pedido (em duas vias), uma das vias é enviada à produção (o PCP determina o dia em que ele irá entrar em produção conforme programação).

Na ordem de pedido constam a quantidade e a configuração do computador a ser produzido (a configuração básica e os acessórios, tais como o kit multimedia, fax, rede, controladora SCSI, tipos de unidade de disco flexível, DAT).

A seguir será mostrado o fluxograma do processo produtivo (apenas para as linhas de desktop e minitower, pois o notebook já vem praticamente montado (figura 2.2):

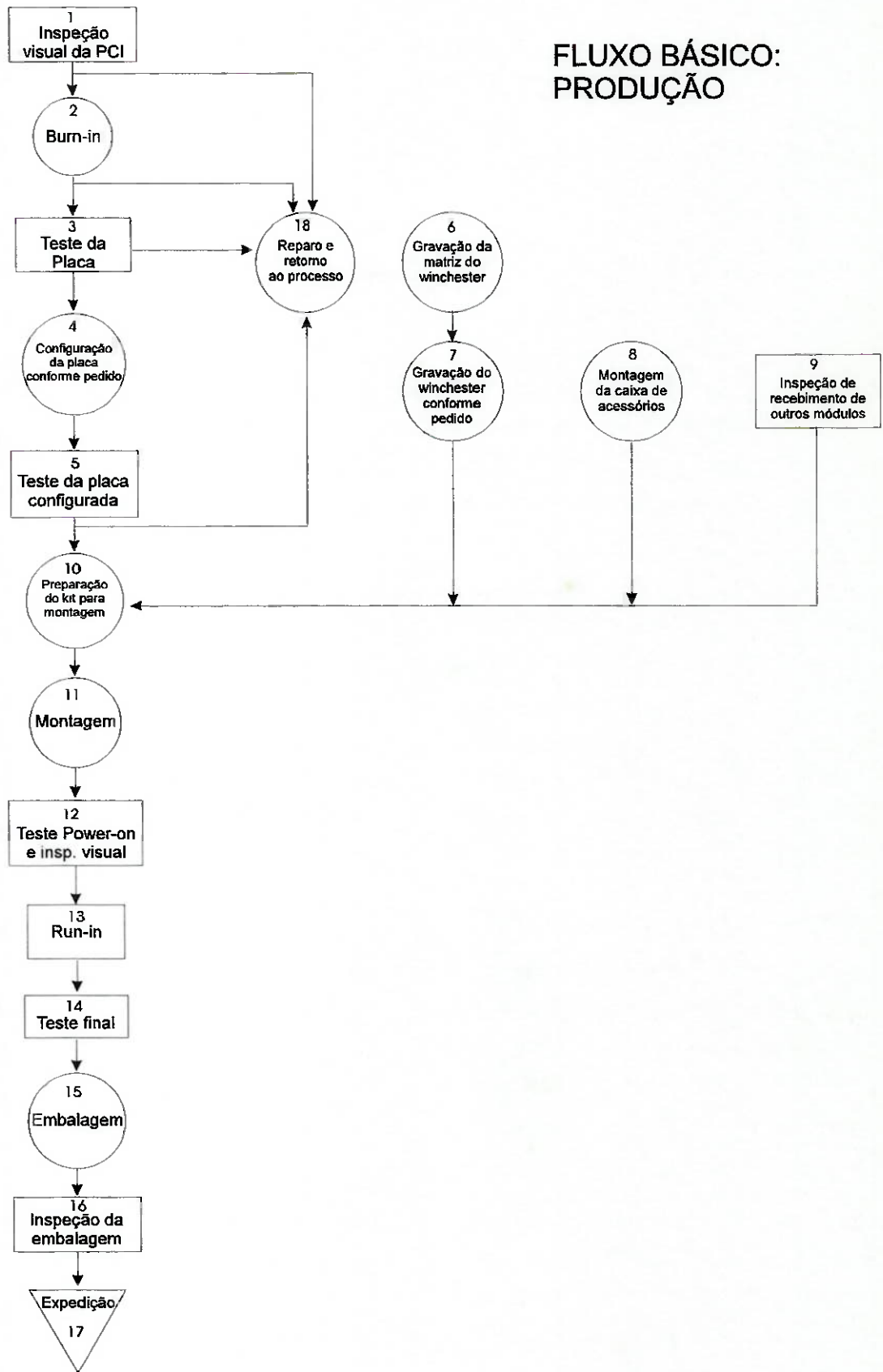


Figura 2.2: Fluxograma da produção de desktop e minitower. (Transcrito de material da empresa)

2.2.1. Descrição do Processo Produtivo - Notebook

Primeiro iremos descrever o processo produtivo do notebook, pois ele já vem montado de sua fábrica localizada na Ásia. A montagem do notebook consiste na colocação do Winchester (a capacidade é determinada na ordem de pedido); são colados 4 calços isolantes (dois em cima e dois em baixo) no Winchester e também o número de controle; depois será encaixado no compartimento do winchester no notebook; a seguir são conectados os cabos. O compartimento é fechado e parafusado. O processador é colocado na CPU, desmontando-se o teclado. Feitos estes procedimentos, a máquina já estará pronta, sendo necessários apenas os testes. Primeiro é acertado o Set-up da máquina, coloca-se o disco de diagnóstico do BIOS, caso ele acuse BIOS incorreto; um segundo disco será inserido e o programa fará o ajuste automático do BIOS.

A seguir inicia-se o procedimento de teste. Coloca-se um disco de teste (específico para este notebook); reinicia-se o computador (o programa se carrega automaticamente), durante o teste são verificados o funcionamento do drive, winchester, bateria, trackball, saída de impressora e outros periféricos (fax por exemplo), sendo qualquer erro apontado no monitor. Serão realizados também os testes de monitor (onde são verificados se não há problemas de cor, alinhamento e de resolução). Terminada esta parte do teste, o micro (ainda ligado, mas por bateria) será levado a uma bancada para a execução do run-in (o notebook fica ligado durante duas horas sem interferência do testador, e o programa executa vários ciclos de testes com componentes do computador); qualquer erro será mostrado na tela. Passado por este teste, uma outra pessoa (que não tenha participado da montagem e do teste da máquina) virá conferir o set-up e configuração da máquina para sua liberação, estando finalmente pronto para a embalagem.

2.2.2. Descrição do Processo Produtivo - Minitower e Desktop

A máquina básica é composta de gabinete (desktop, minitower), CPU, Bus board, winchester, unidade de disco flexível (1.2 ou 1.44 Mb), teclado, mouse, cabo de força e

manuais; há também os seguintes itens opcionais: kit multimedia, central telefônica, rede, fax/modem, CD-ROM, controladora SCSI, DAT. As placas de circuito impresso (a qual chamaremos de PCI) tem seus componentes comprados pela empresa e são montados por uma empresa terceirizada.

Testes da Placa de Circuito Impresso (1, 2, 3, 4):

- Inspeção Visual da PCI (1): a inspeção é feita apenas visualmente, verificando as trilhas, as conexões, e soldas; estando tudo de acordo, a placa irá à etapa seguinte (burn-in), caso contrário ele irá a uma bancada de reparo.
- Burn in (2): nesta etapa, a PCI é colocada em um forno a alta temperatura, a fim de se verificar a durabilidade da placa em uso nestas condições.
- Teste da placa (3): para este teste são colocados os módulos de memória RAM, cache, na PCI, e este colocado numa bancada especial (vibratória), e executado um programa específico a fim de se verificar o seu funcionamento nas condições determinadas. Passado o teste, as placas são estocadas, prontas para entrar em produção.
- Configuração e teste final da placa conforme pedido (4, 5): através da ordem de produção, a PCI será configurada de acordo e submetida a um último teste. Nesta etapa serão configurados a data, o relógio, o BIOS será acertado e depois será submetido a uma giga de testes, onde serão feitos testes de todas as interfaces, os principais sinais da CPU

Gravação do Winchester (6, 7):

Como já foi dito anteriormente, o micro-computador já vem com alguns programas instalados em seu winchester, dispensando a instalação por parte do usuário. Para isto, foram criadas matrizes de cópia para se gravar o winchester, ou seja, para cada tipo de configuração disponível, foi gerado um código para cada matriz (por exemplo, se o cliente quer uma máquina básica, sem multimedia, mas com Windows, haverá uma matriz só com

DOS e Windows; se ele pedir um micro com multimedia e rede por exemplo, haverá um outro número de matriz, pois nesta configuração, o micro já virá com programas de áudio, e CD's multimedia).

Para este procedimento, existem duas máquinas copiadoras de winchester, com capacidade para 10 winchesters simultâneos, e mais 2 computadores preparados para a cópia (1 winchester de cada vez). O procedimento para a gravação de winchester é o mesmo para ambos os casos: os computadores estão ligados a um servidor, onde estão gravados todos os tipos de matrizes, o operador lê o número da matriz no pedido, copia a matriz do servidor para o winchester do seu computador, insere o winchester "virgem" e inicia a cópia. O winchester gravado e a placa configurada serão "casados" e colocados dentro de um plástico anti-estática junto com a ordem de pedido.

Montagem da caixa de acessórios (8):

A caixa de acessório é uma caixa de papelão onde são colocados o teclado, mouse, os manuais e o cabo de força; sendo que os manuais serão colocados de acordo com o pedido (para uma máquina básica irá apenas o manual do computador e dos programas instalados (no caso do DOS e do Windows), para uma máquina com kit multimedia irão os manuais do computador, dos programas e do kit multimedia).

Inspeção de recebimento de outros módulos (9):

Aqui são inspecionados (apenas visualmente) os outros módulos que compõem o microcomputador, tais como: cabos, mouse, teclado.

Obs: os acessórios como a placa de som, caixas amplificadas, controlador SCSI, placa de rede, disk-drive, CD-ROM, unidade DAT não são inspecionadas, elas são testadas durante o teste final (15) quando o aparelho já estiver montado.

Preparação do kit para montagem (10):

A funcionária pega o plástico contendo o pedido, o winchester e a placa configurada, coloca dentro de uma bandeja (funda). Serão separados ainda o gabinete conforme o pedido (desktop ou mini-torre) e os acessórios que constam no pedido (disk drive, placa de som, placa rede, placa fax/modem, controlador SCSI, caixas acústicas, CD-ROM); estes também serão colocados na bandeja..

Obs: A caixa de acessórios será colocada sobre a esteira, em cima serão colocados na ordem o gabinete e a bandeja.

Montagem (11):

A montagem consiste apenas em encaixar e parafusar a CPU, a Bus board, o winchester, o drive e as placas adicionais, e também o encaixe dos cabos de ligação dos periféricos (obs: a fonte já vem colocada no gabinete com os cabos, sendo necessária apenas a conexão). A tampa é apenas encaixada (não parafusada).

Teste power-on e Inspeção visual (12):

O equipamento é ligado, sem monitor, apenas é um teste auditivo (ouve-se o 'bip' padrão da máquina), a seguir são verificadas as conexões dos cabos; estando tudo certo, a máquina é fechada e parafusada.

Run-in (13):

Antes do run-in, o funcionário verifica o set-up da máquina (a data, o horário do relógio interno do computador, e também verifica se as placas instaladas estão habilitadas de acordo), e liga os loop-backs (a seguir explicaremos a sua função). A seguir se coloca o disco de teste específico para o run-in e o computador é desligado e ligado novamente, sendo que o programa do disquete é executado automaticamente sem interferência do operador. O run-in é um teste de funcionamento dos diversos periféricos instalados no

computador (incluindo o vídeo), o programa faz com que sinais sejam enviados da CPU para todos os periféricos instalados e estes enviam sinais de retorno; este teste é realizado durante 8 horas, sendo que neste período são realizados aproximadamente 64 ciclos (idênticos) de teste. Qualquer problema apresentado durante o run-in será percebido mesmo sem o monitor, pois os loop-backs (colocados nas saídas serial e paralela do micro) apresentam um led, que durante o run-in piscam; se ele estiver piscando lentamente é que a máquina não apresenta nenhum defeito, porém se estiver piscando de forma rápida há algum defeito detectado. Neste caso o funcionário liga o monitor e, na tela, aparecerá onde foi encontrado o problema. Para o run-in é utilizado apenas um monitor para a monitoração dos computadores.

Teste final (14):

O teste final é semelhante ao run-in porém mais detalhado e com intervenção do funcionário. Para este teste também foi desenvolvido um programa específico onde o funcionário verifica o funcionamento dos drives, a placa de vídeo (através de cores e traços padrões que aparecem na tela do monitor, a fim de se verificar possível desvio de linha ou de cor). Também são testados a placa de fax/modem, o kit multimedia (CD-ROM, placa de som e as caixas amplificadas), o telephone center, a placa de rede e a unidade SCSI.

Embalagem (15):

Antes da embalagem é feita a última inspeção, onde é verificado se o computador está de acordo com o pedido. Se estiver tudo de acordo, será enviado ao posto de embalagem. Neste posto, o funcionário confere o número de série colado no certificado de garantia com o número de série colado na máquina e também com o número de série que aparece no pedido; depois limpa a máquina com um pano umedecido em álcool, cola todas as etiquetas necessárias ("Alerta Tensão", o lacre de garantia e outras etiquetas no gabinete), e o embala em um saco plástico anti-estática; o computador é protegido através de uma bandeja de papelão com calços de isopor e colocado dentro de uma caixa de papelão; a caixa de

acessórios é colocada sobre o computador no espaço destinado a ele e é enviada através da esteira à inspeção da embalagem.

Inspeção da embalagem (16):

O auditor irá checar todos os itens da caixa de acessórios, manuais, e conferir o número do pedido. Depois a caixa será lacrada e enviada à expedição.

Expedição (17):

De posse do produto acabado, o funcionário irá armazenar os produtos de acordo com o número do pedido, sendo portanto todos os computadores que constam de um mesmo pedido armazenados juntos.

Reparo e retorno ao processo (18):

Corresponde ao posto onde as placas testadas (processos 1, 2, 3, 5) e que apresentarem algum tipo de defeito serão consertadas (isto se o defeito estiver ao alcance do posto, caso contrário a placa será desmontada e mandada de volta à empresa que efetuou sua montagem).

Capítulo 3 - O LAY-OUT ATUAL

3.1. O Lay-out Atual

A seguir mostraremos o lay-out atual da área produtiva da empresa, de maneira abrangente.

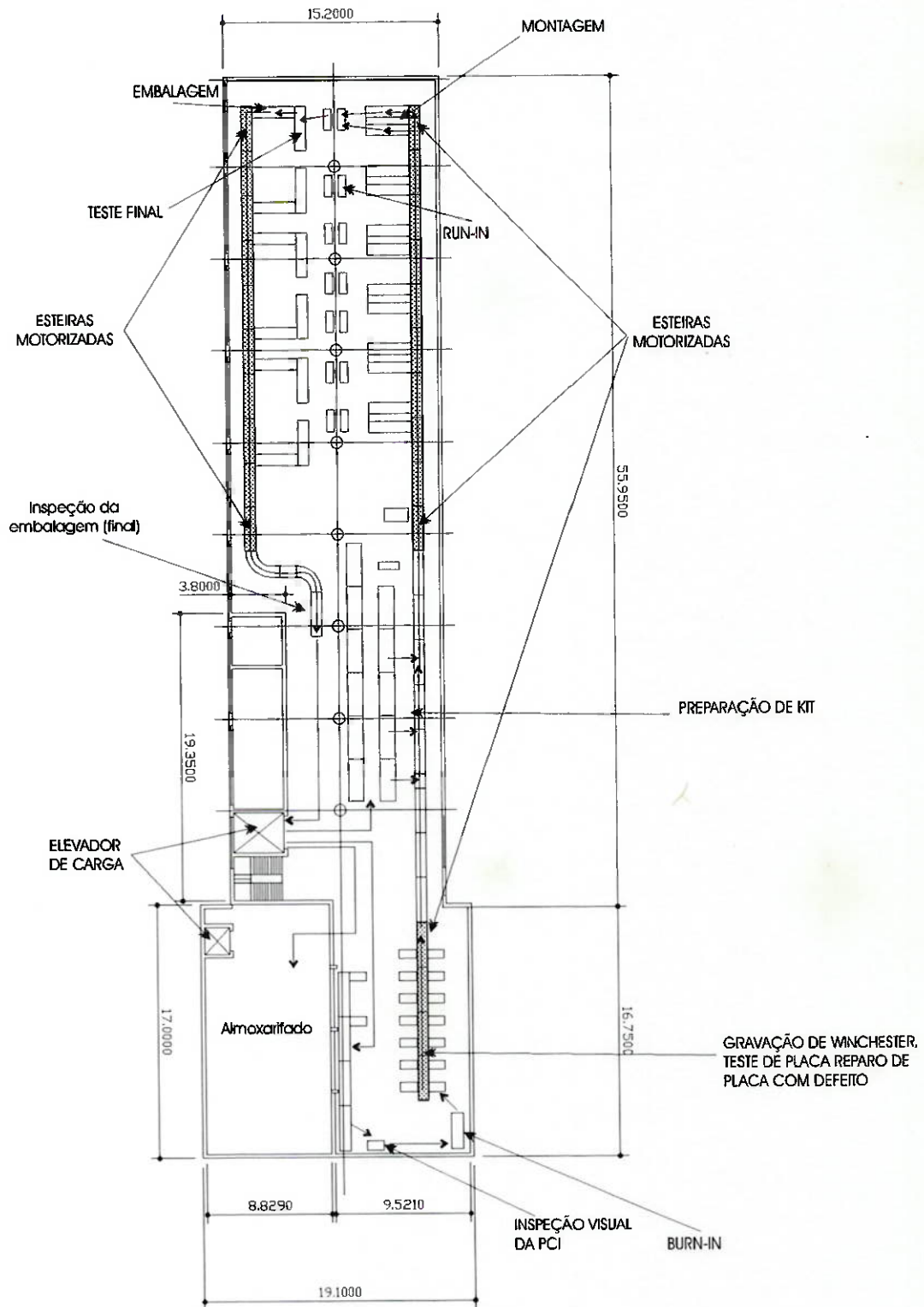
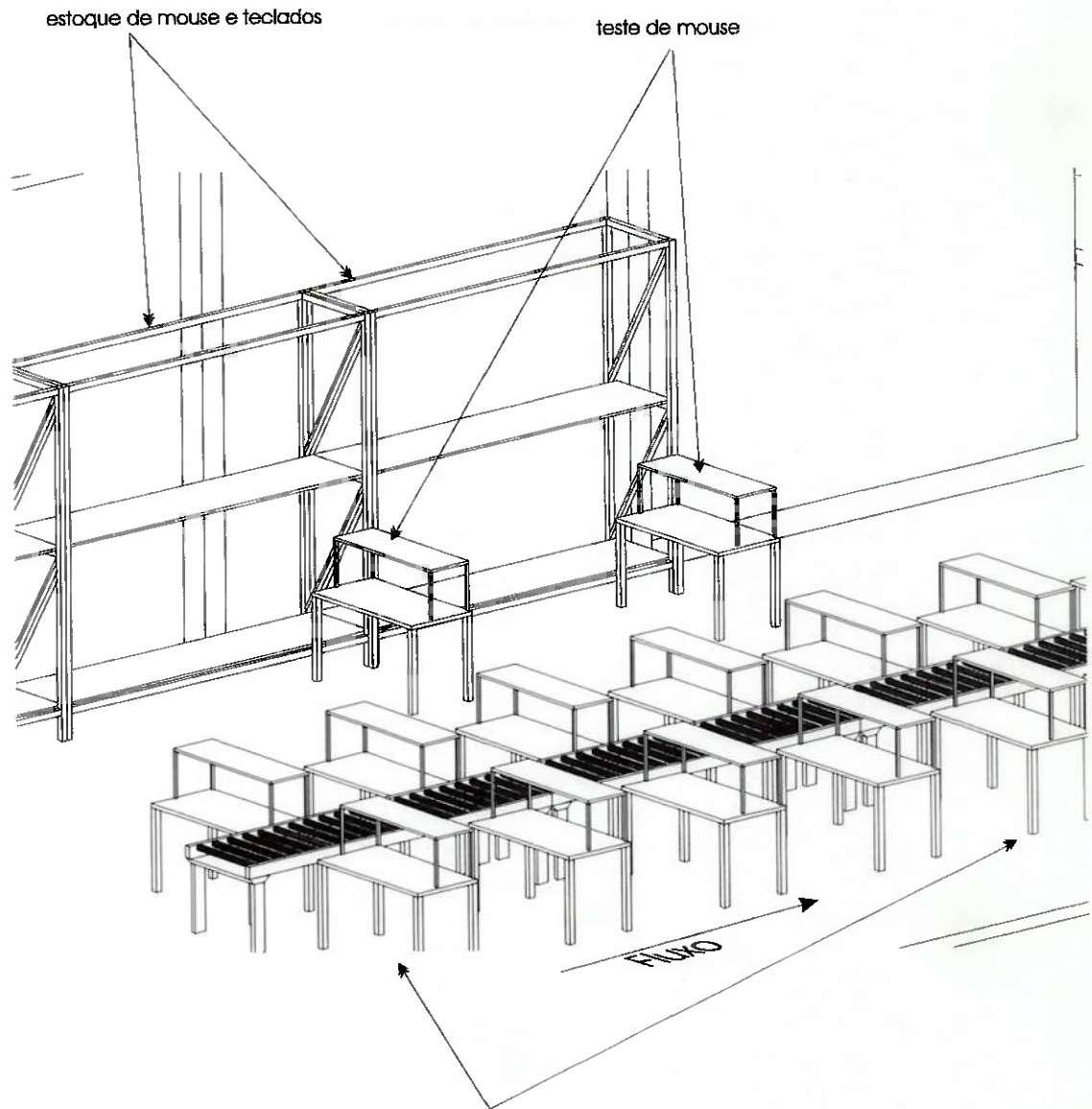


Figura 3.1: O lay-out da linha de produção. (Elaborado pelo autor)

Nas figuras seguintes mostraremos detalhadamente as esteiras de transporte usadas na linha de produção, assim como as estantes e mesas usadas nos postos de trabalho, acompanhadas de informações sobre os respectivos postos de trabalho.

Posto de teste e configuração de placa e gravação de winchester:



bancadas para teste e configuração de placa e gravação de matriz e winchester

Figura 3.2: Vista geral dos postos de configuração de placa e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)

As bancadas de teste , configuração de placa e gravação de winchester são iguais, mudando apenas os equipamentos a serem usados; para facilitar cada localização, será mostrada uma figura ampliada das bancadas (figura 3.2.1):

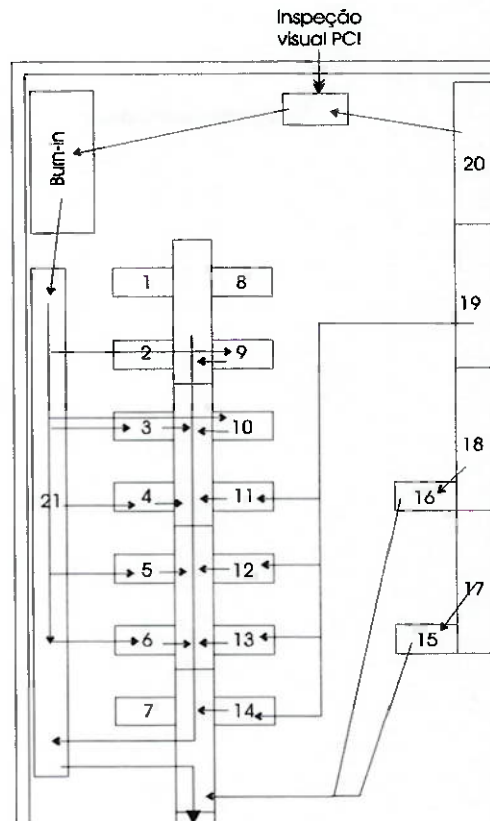


Figura 3.2.1: Vista superior dos postos de teste de placa e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)

- 4 bancadas para a gravação de winchester (11, 12, 13, 14 da figura 3.2.1), sendo que destas, duas estão equipadas com uma máquina capaz de copiar 10 winchesters simultaneamente (que duram em média 40 minutos, incluindo a gravação da matriz e a cópia para os winchesters); as outras duas bancadas copiam um winchester por vez, usada mais para a cópia de winchester fora do pedido de produção, copia um winchester a cada 8 minutos.
- 6 bancadas de teste de placa (mother board), configuração de placa, e teste de placa configurada, sendo que as bancadas executam todas estas tarefas (3, 4, 5, 6, 9, 10 da figura 3.2.1). Estas bancadas têm capacidade para 30 placas prontas por hora.

- 2 bancadas para reparo de placas (1 e 8 da figura 3.2.1). Sua função é arrumar as placas com defeito rejeitadas pelas bancadas de teste de placa, ou mesmo para o conserto de placa vinda de computadores que participaram de todo o processo de produção e tiveram problemas detectados durante o processo (antes o micro passa por uma outra bancada, a de conserto de computador rejeitado, este desmonta a placa com defeito, coloca uma nova e envia a placa com defeito para esta bancada).
- 1 bancada onde fica o servidor (2 da figura 3.2.1). Este servidor é onde estão os programas de teste de placa (a giga de teste), portanto ele é ligado às 6 bancadas de teste e duas de reparo.
- 1 bancada com um computador e uma impressora (7 da figura 3.2.1), usada para se imprimir o número de série do computador.

Os números 15 e 16 correspondem a bancadas de teste de mouse; o armário 17 é onde se encontra o mouse e os teclados, os mouses testados são guardados em caixas e postos de volta à estante, com uma etiqueta indicando que estão testados; no armário 18 se encontram os teclados (os teclados não são testados); nos armários 19 e 20 se encontram os winchesters virgens (os winchesters gravados são colocados em caixas do lado da bancada de gravação) e as placas (mother board) não testadas.

O número 21 corresponde ao local onde são colocadas as placas testadas (tanto as placas não configuradas quanto as já configuradas e que não foram ainda para a produção).

Posto de montagem da caixa de acessórios e preparação de kit:

Estantes onde estão os acessórios para montagem da caixa de acessório e dos outros acessórios (kit multimedia, placa de rede, disk-drive, DAT, etc)

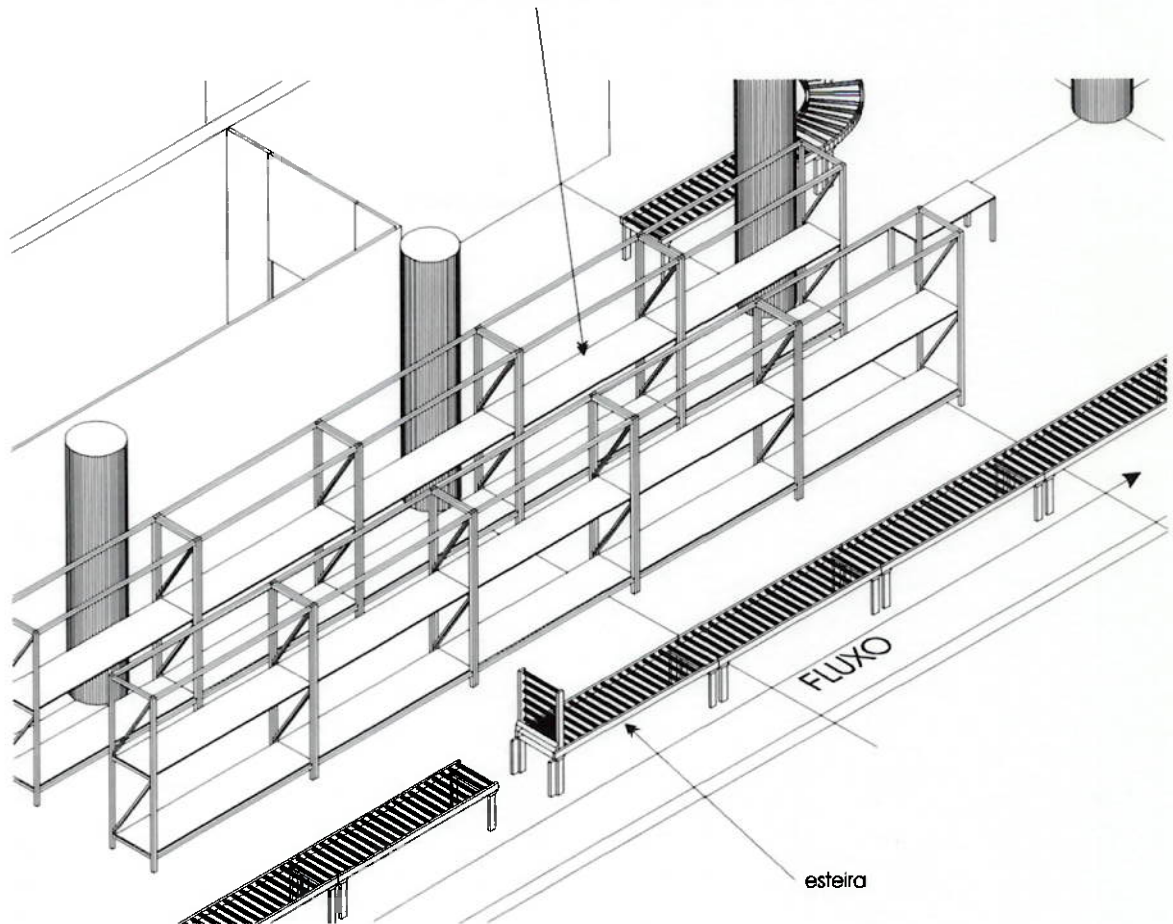


Figura 3.3: Vista geral do posto de montagem da caixa de acessórios e preparação do kit de montagem. (Elaborado pelo autor)

Na figura 3.3, vemos o posto onde serão feitas as caixas de acessórios e a preparação do kit para a montagem. Ambos os procedimentos são feitos na própria esteira (nesta parte não são motorizadas). Os acessórios necessários para a montagem da caixa de acessórios e kit de montagem são estocados nas estantes que aparecem no lado superior da figura. Trabalham neste posto duas pessoas.

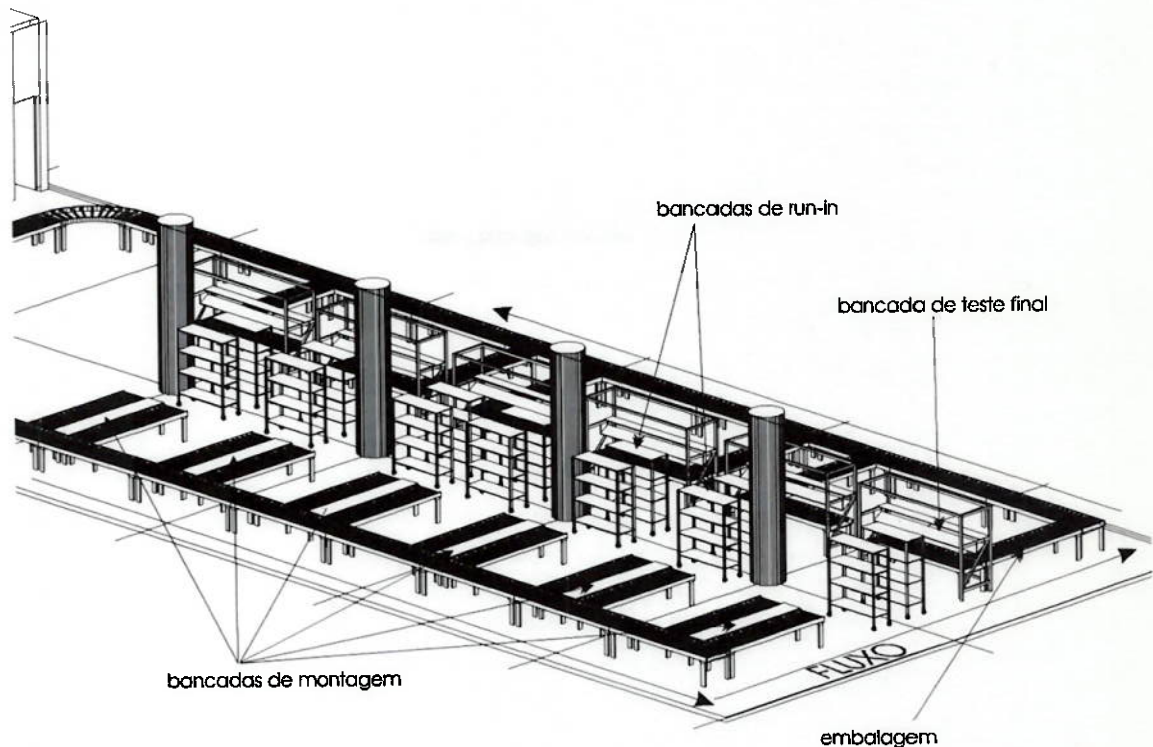
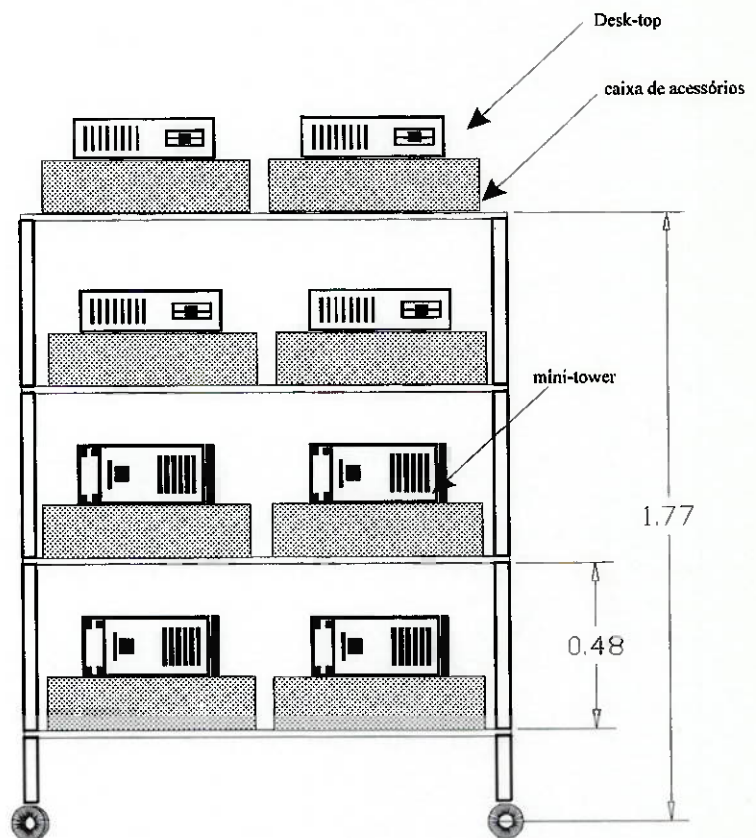
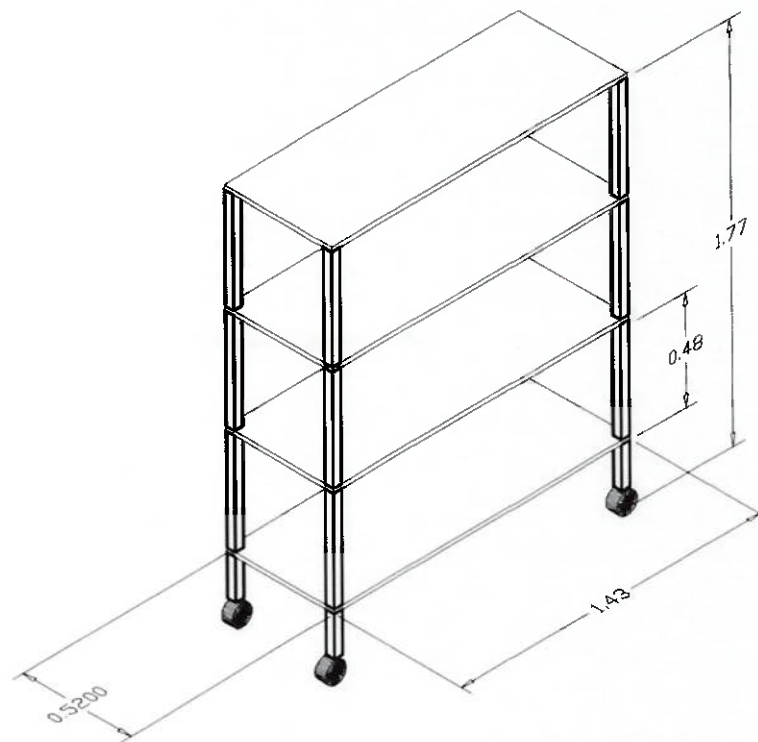
Posto de montagem:

Figura 3.4: Posto de montagem. (Elaborado pelo autor)

Como vemos na figura 3.4, cada posto de montagem contém duas esteiras, com uma prateleira no meio, em cada esteira trabalha um funcionário, a prateleira ao centro é para se colocar os parafusos que irão ser utilizados durante a montagem (a parafusadeira fica pendurada no teto, com uma espécie de elástico). Portanto ao todo são 12 montadores, cada montador faz uma máquina em aproximadamente 15 minutos. No próprio posto é feita a inspeção visual e parafusamento da máquina.

Run-in

Na própria figura 3.4 vemos as bancadas de run-in, cada bancada comporta 8 máquinas. O funcionário carrega as máquinas do posto de montagem à bancada de run-in, faz as ligações necessárias (a bancada é energizada) e deixa o programa funcionando. A seguir mostraremos detalhadamente uma bancada de run-in (figura 3.5).



obs: para um homem com aproximadamente 1.75m, a bancada se torna de difícil acesso, levando-se em conta que são aproveitadas todas as prateleiras.

Figura 3.5: Vista detalhada da bancada de run-in. (Elaborada pelo autor)

Bancada de teste final

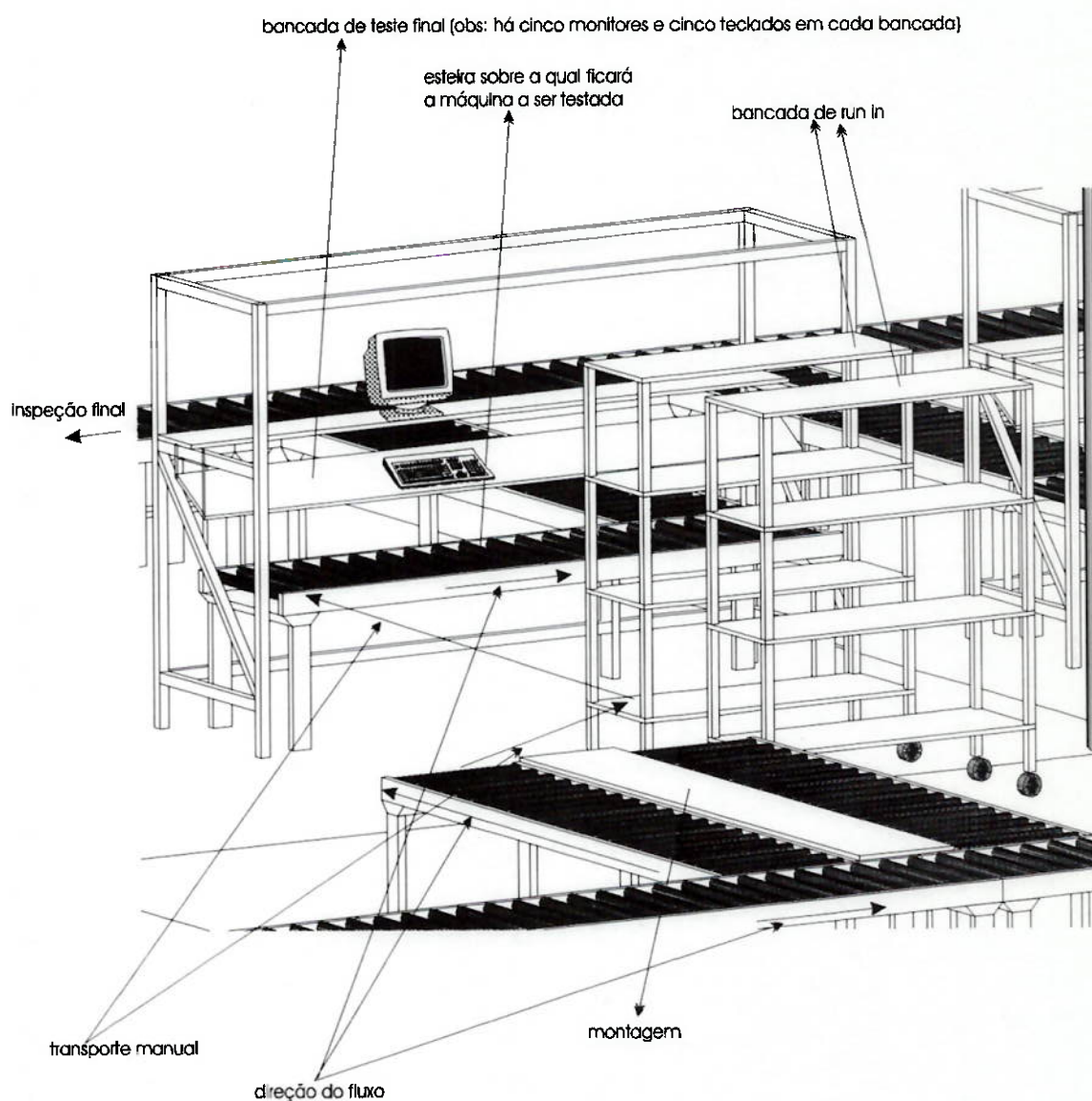


Figura 3.6: Vista geral da bancada de testes. (Elaborada pelo autor)

O próprio responsável pela bancada de teste final verifica o resultado do run-in e o leva para a bancada de teste final. Esta bancada é composta por duas prateleiras, uma onde ficam os monitores (5 monitores), e outra onde estão os teclados e mouses (5 de cada). As máquinas a serem testadas são colocadas na esteira (sob a estante como na figura 3.6). Os testadores testam 5 máquinas quase que simultaneamente. Qualquer problema detectado é verificado na própria bancada, o micro é desmontado e consertado pelo próprio funcionário; se necessário, ele vai buscar um componente novo.

Embalagem

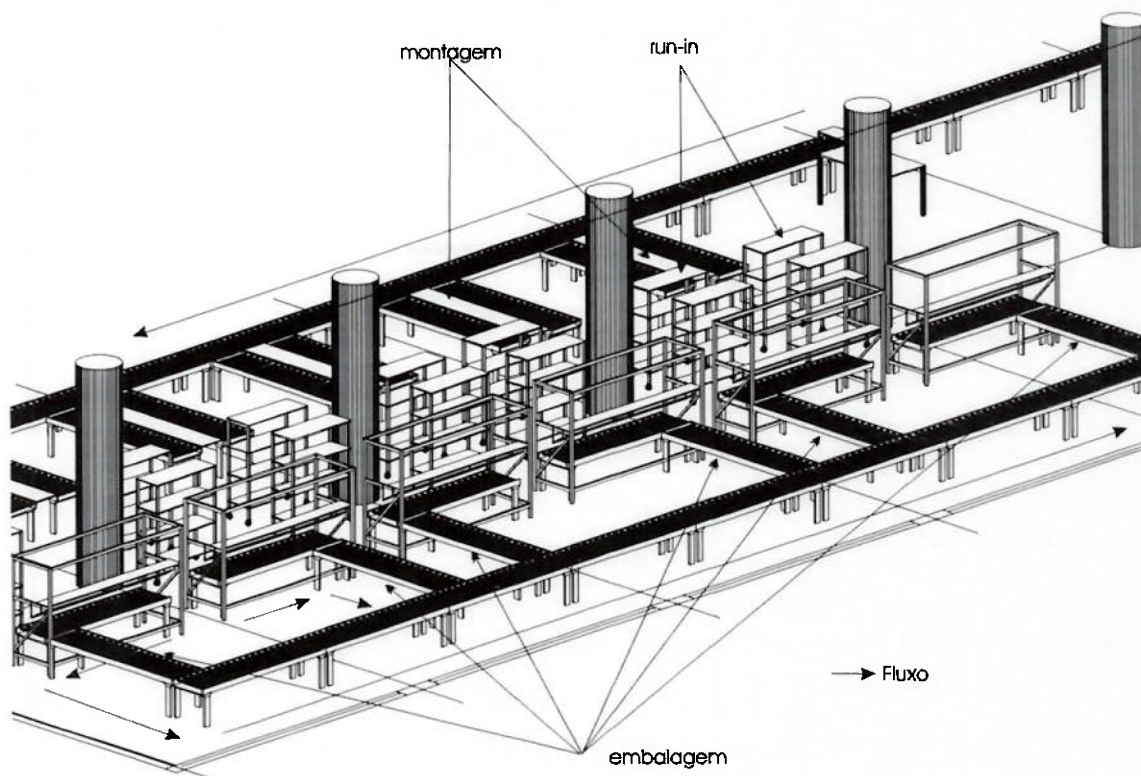


Figura 3.7: Vista geral do posto de embalagem. (Elaborada pelo autor)

Na embalagem trabalham 3 pessoas (cada uma responsável por 2 postos (ao todo são 6 postos, como o disposto na figura acima). Abaixo (figura 3.7.1) detalharemos os postos de embalagem, indicando onde serão colocadas as caixas e bandejas que serão utilizadas:

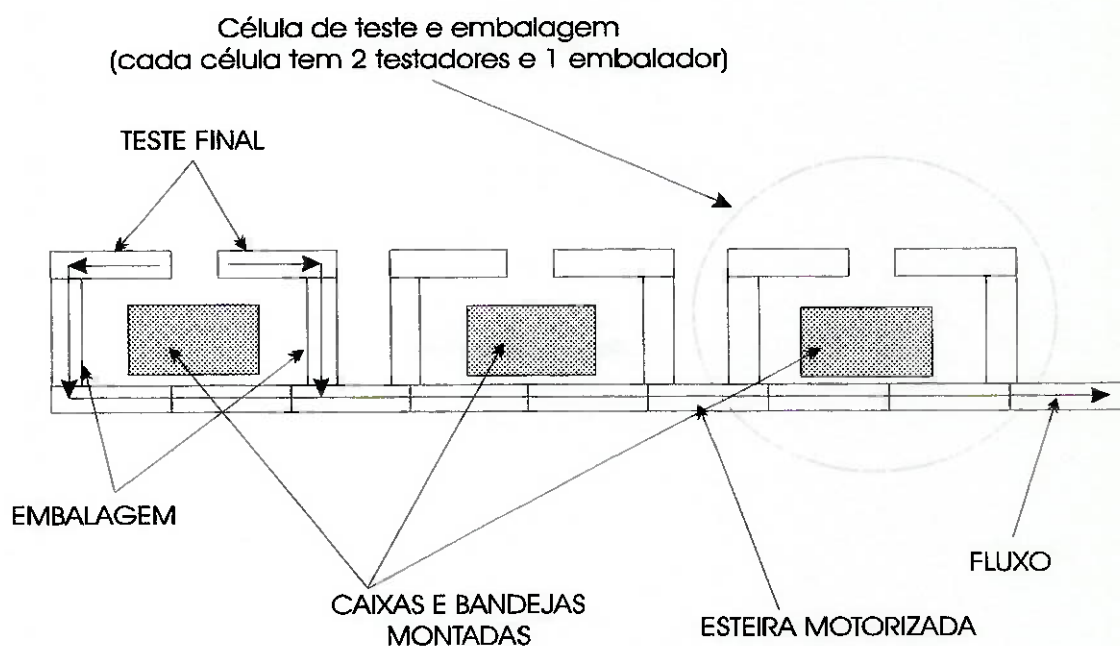


Figura 3.7.1: Vista superior mais detalhada do posto de embalagem. (Elaborada pelo autor)

OBS: As caixas e bandejas desmontadas (dobradas) são armazenadas sob as esteiras motorizadas (ao longo dos postos de embalagem). O procedimento de montagem se dá por um funcionário que monta as caixas e as bandejas entre os postos de embalagem (área cinza da figura anterior); ele faz a montagem no centro da área cinza e vai armazenando as caixas e bandejas montadas em volta dele (deixando obviamente um corredor de acesso). Cada conjunto caixa/bandeja é montado em aproximadamente 1,5 minuto.

Inspeção da embalagem:

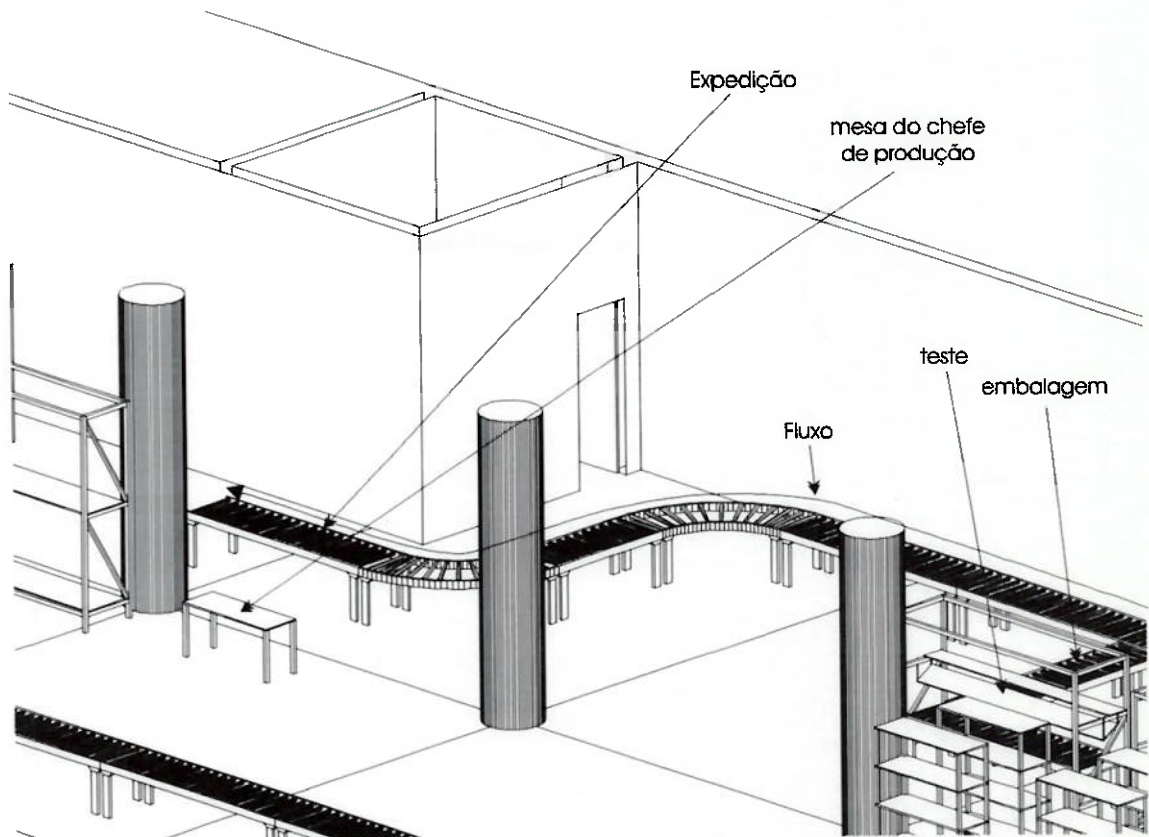


Figura 3.8: Vista geral da Inspeção final. (Elaborada pelo autor)

Neste posto há dois funcionários responsáveis pela auditoria dos computadores acabados. Os micros são colocados em um pallet logo depois do fim da esteira.

A seguir mostraremos as dimensões das esteiras usadas na linha de produção:

- Esteira normal (há a esteira motorizada e a não motorizada, de mesma dimensão):

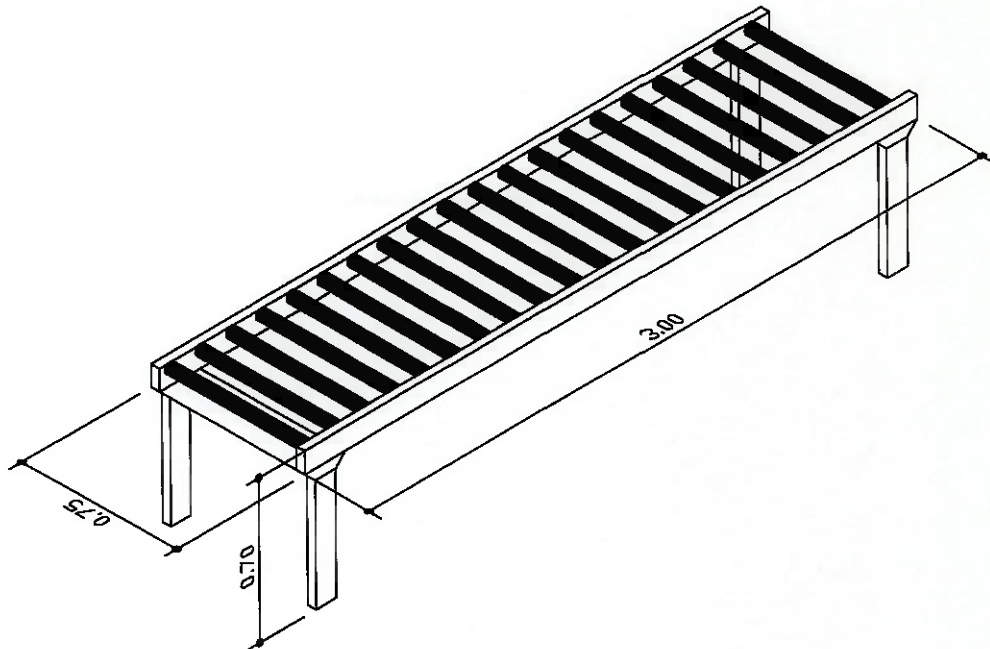


Figura 3.9: Esteira normal. (Elaborada pelo autor)

- Esteira pequena:

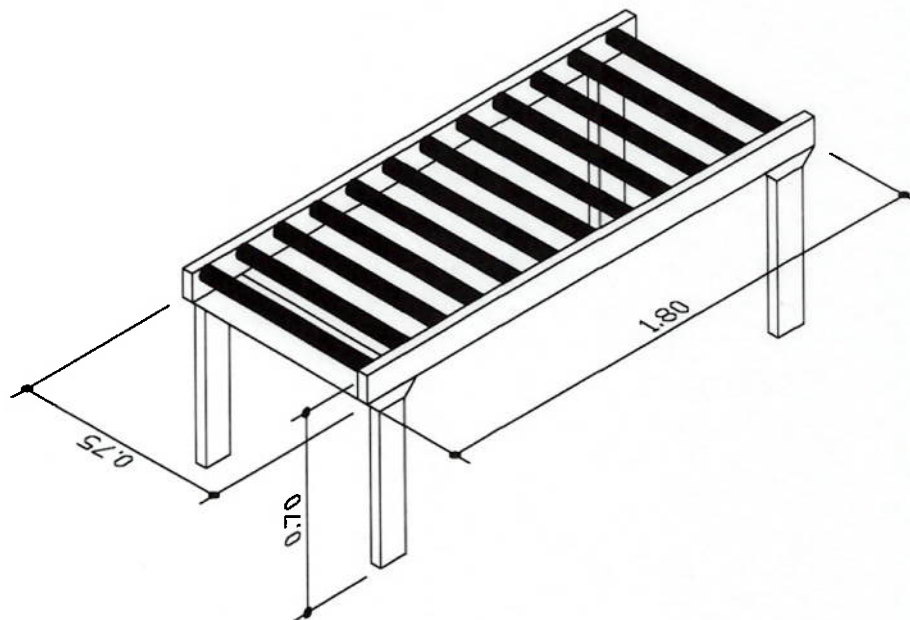


Figura 3.9.1: Esteira pequena. (Elaborada pelo autor)

Esteira curva:

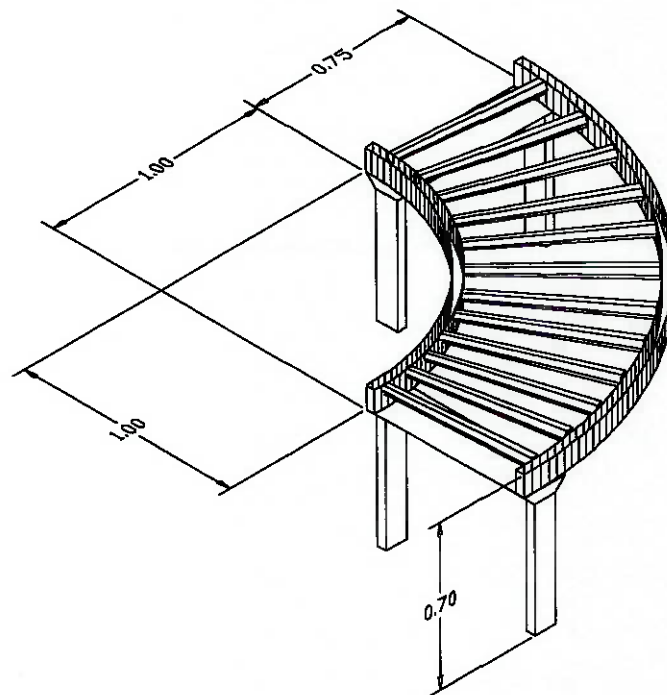


Figura 3.9.2: Esteira curva. (Elaborada pelo autor)

Esteira "porta":

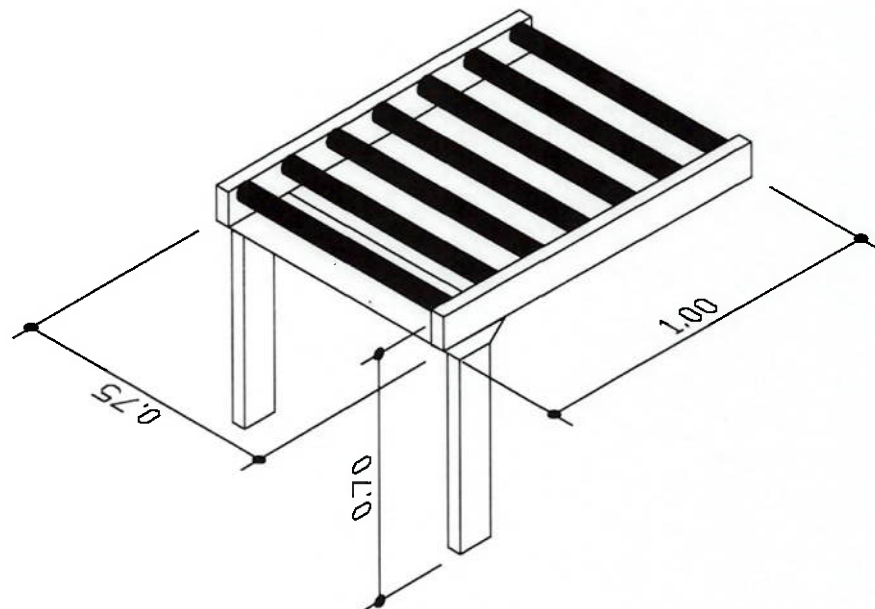


Figura 3.9.3: Esteira "porta". (Elaborada pelo autor)

3.2. Principais Problemas do Lay-out

Através das figuras anteriores vimos que a nossa linha apresenta 6 postos de montagem (com 2 montadoras cada, totalizando 12 montadoras), isto é suficiente para a produção de 300máq./dia. Pelo atual lay-out, cada bancada de teste final deveria testar as máquinas montadas por duas montadoras (figura 3.10), mas isto não é possível uma vez que o tempo padrão de montagem é de 15 minutos, e o de teste final 17 minutos, ou seja, enquanto é feito um teste de máquina, mais 2 são montados para ele testar futuramente. Atualmente, com a produção de aproximadamente 150máq./dia, apenas 3 postos de montagem estão sendo usados, e 5 bancadas de teste em funcionamento. Ou seja, para 6 postos de montagem deveríamos ter pelo menos 12 bancadas de teste, o que com o atual lay-out seria inviável (não haveria espaço suficiente para mais células de teste e embalagem); e este é um dos pontos que abordaremos mais adiante.

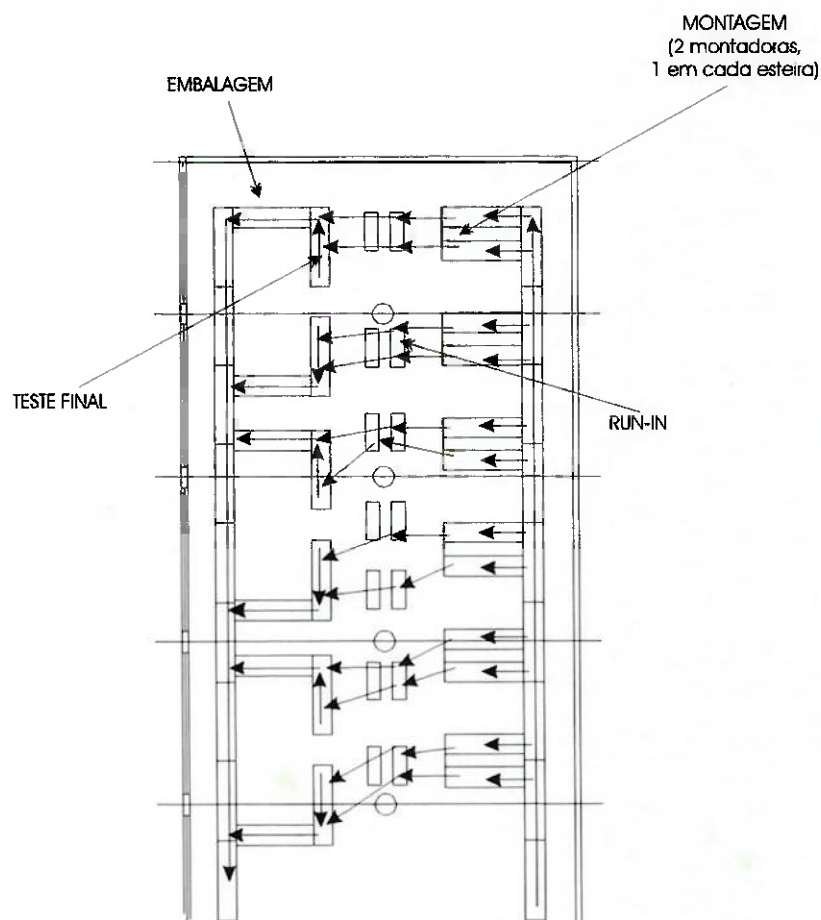


Figura 3.10: Fluxo ideal entre os postos de montagem, run-in e teste final. (Elaborado pelo autor)

**Capítulo 4 - LEVANTAMENTO E
ANÁLISE DOS DADOS**

4.1. Análise volume-variedade

Aqui começaremos o levantamento de dados necessários para pôr em prática o sistema SLP.

Esta análise consiste na variedade e na quantidade produzida de cada item, no estudo das inter-relações entre produto e quantidade.

4.1.1. Levantamento da Variedade de Produtos

Temos basicamente 7 produtos na linha de computadores:

Notebook: computador portátil baseado em um processador Intel 486 DX4-75 MHz, é um produto importado que já vem praticamente montado, sendo necessário apenas se colocar o processador na placa principal e conectar o winchester (são feitos também o run-in e o teste final). Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 26.7x20.3x4.57.

Desktop básico (G520 e G620): computador baseado nos processadores 486 DX2-50, 486 DX2-66, DX4-100, (sendo que destes só está sendo produzido o 486 DX4-100) ou Pentium 75, 90, 100 Mhz. Vêm com um disk-drive 1.44Mb ou 1.2 Mb, winchester de 540 Mb, 850Mb ou 1.08 Gb IDE, ou opcionalmente winchester 1.0Gb ou 2.0 Gb SCSI. Memória de 4 Mb expansível até 128 Mb, e Cache de 256 Kb externa (opcional), placa de vídeo barramento PCI com 1Mb ou 2Mb. Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 10.4x41.4x38.4.

Desktop Multimedia Center (G520 e G620): apresenta as mesmas características do computador citado acima, porém com placa de som 16 bits, par de caixas de som, CD-ROM 600 Mb quádrupla velocidade. Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 10.4x41.4x38.4.

Desktop Telephone Center (G520 e G620): é um desktop básico, porém com placa de som 16 bits, par de caixas acústicas talk-back (com microfone), CD-ROM 600 Mb quádrupla velocidade, fax/modem e secretária eletrônica. Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 10.4x41.4x38.4.

Minitower (básico, Multimedia Center e Telephone Center) (G530 e G630): Apresenta uma configuração igual aos desktops, porém seu gabinete é em pé, e não deitado como o desktop. Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 44.4x17.8x41.9.

Servidor S10: computador Pentium com um processador Pentium 90 ou 100MHz, memória de 16Mb expansível até 128Mb, 256Kb de cache standard, disk-drive de 1.44Mb, winchester de 1.0Gb ou 2,0 Gb SCSI fast. Seu formato também é em torre porém mais alto do que a mini-tower. Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 40.1x19.0x44.5.

Servidor S40: computador Pentium aceitando de 1 a 4 processadores Pentium 100 o 133MHz, memória de 32Mb expansível até 768Mb, cache de 512Kb ou 1Mb por processador, drive de 1.44Mb, winchester de 2.0Gb ou 4.0Gb SCSI fast. É um pouco maior que o S10. Dimensões (cm) (alt. x comp. x prof.): 64.7x38.9x69.2.

Estes computadores são basicamente toda a linha de produção da fábrica, completada apenas por opcionais ainda oferecidos (unidade DAT, e rede), mas estes correspondem a pouca porcentagem na produção.

4.1.2. Levantamento da Quantidade de Produtos

Com a ajuda do Departamento de PCP e do Chefe de Produção, conseguimos obter a quantidade de computadores produzidos desde julho de 1995 até dezembro de 1995 (esta linha entrou em produção em julho de 1995, substituindo a antiga linha). Como veremos na tabela 4.1, poderemos ver as tendências de venda dos diferentes tipos de produto: o computadores com kit multimedia e telephone Center foram as mais vendidas devido à tendência do mercado na absorção de máquinas multimedia (estes micros são mais voltados

ao mercado doméstico; as máquinas básicas são mais voltadas para as empresas (não necessitando, na maioria das vezes, o uso multimedia); já os servidores têm usos muito mais restritos, sendo comprados apenas por empresas que planejam a instalação de redes potentes, que exijam mais velocidade (para uma rede normal pode-se usar qualquer um dos outros computadores citados); o notebook também é de uso restrito, na maioria das vezes por executivos ou pesquisadores, e o seu elevado preço afugenta outros tipos de compradores, sendo comprados apenas em extrema necessidade.

4.2. Curva ABC - Produto x Quantidade

Produto	Quantidade produzida	%
Desktop Telephone Center	4.272	30%
Desktop Multimedia	3.568	25%
Desktop básico	1.664	12%
Minitower Multimedia	1.520	11%
Minitower básico	1.312	9%
Minitower Telephone Center	1.216	9%
Notebook	528	4%
Servidor S10	96	1%
Servidor S40	48	0%
Total	14.224	100%

Tabela 4.1: Quantidade de produtos produzidos no período de 6 meses. (Transcrito de material da empresa)

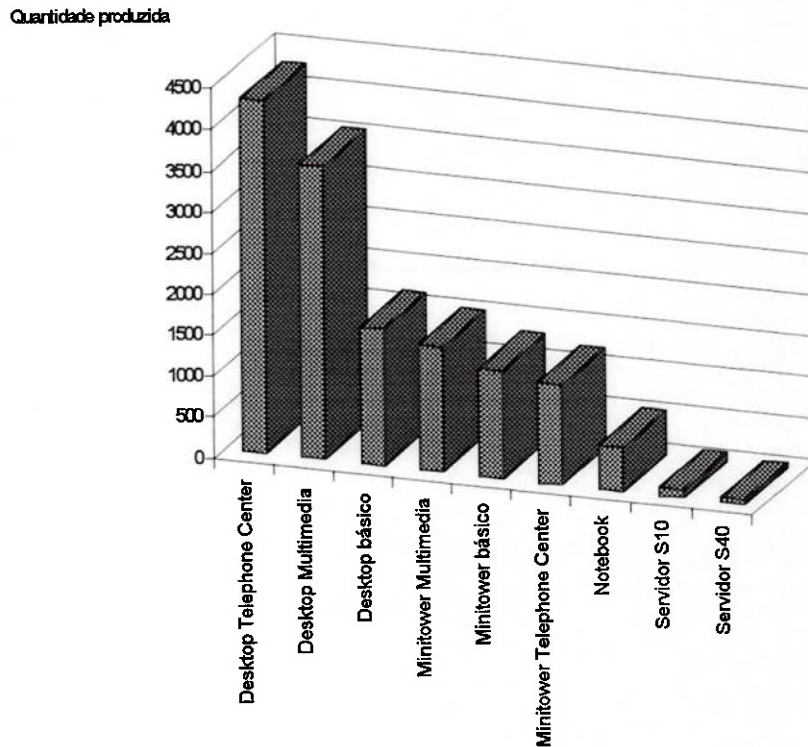


Figura 4.1: Curva ABC dos produtos. (Elaborada pelo autor)

Vale uma observação: os 9 computadores servidores (S10 e S40) não foram montados na linha de montagem mas sim no laboratório de engenharia (pela pouca demanda dos produtos, o pessoal de montagem não foi treinado para a montagem).

Poderemos assim reestruturar a linha de montagem em dois grupos: uma linha para montagem de desktop e minitower, e uma seção para montagem de servidor e notebook (arranjo celular, devido à pouca demanda destes tipos de computadores).

Para a linha de montagem dos desktops e mini-towers adotaremos um arranjo linear, pois os produtos são similares (mudando só o tipo de gabinete e alguns acessórios); são também fabricados em grandes quantidades e de processo muito simples (basicamente montar e testar).

4.3. Identificação de Áreas de Atividade

Entenderemos "atividade" como sendo todos os elementos (não pessoas ou materiais em processo) que fazem parte do arranjo físico. Qualquer erro na determinação de áreas de atividade pode acarretar "arranjos físicos deficientes e também acarreta vultosos custos de operação" (Muther [1]).

É a partir desta definição de áreas de atividade que o sistema SLP será desenvolvido.

A seguir definiremos as áreas de atividades para a continuidade deste trabalho:

Almoxarifado (1): local onde estão armazenados os itens menores e mais caros (circuitos impressos, processadores, módulos de memória), também estão armazenados os manuais, disquetes, programas em CD, cabos, parafusos.

Depósito de peças 1 (2): local onde serão armazenados os teclados, mouse (estes sem estarem testados), placa (sem configuração e teste), winchester virgem.

Teste de módulos (3): área onde serão testados os teclados, mouse.

Inspeção visual da PCI (4): área onde serão feitas as inspeções visuais nas placas de circuito impresso.

Burn-in (5): local onde as placas serão submetidas a altas temperaturas.

Depósito de placas aprovadas no Burn-in (6): local onde as placas aprovadas no burn-in serão armazenadas, à espera do teste de placa.

Teste de placa (7): área onde as placas serão testadas

Depósito de placa testada (8): local onde serão armazenadas as placas aprovadas no teste

Configuração da placa (9): área onde as placas serão configuradas conforme o pedido.

Teste de placa configurada (10): área onde as placas configuradas serão testadas.

Depósito de placa configurada (11): local onde as placas configuradas e já testadas serão armazenadas.

Gravação do winchester (12): área onde se grava a matriz e a copia no winchester conforme o pedido.

Depósito de winchester (13): área onde se armazena o winchester gravado.

Depósito de peças 2 (14): local onde serão armazenados os teclados e mouses testados, winchester e placas configuradas, disk-drives, unidade DAT, kit multimedia, kit telephone center, placas de rede, controlador SCSI, e outros módulos prontos para ir à produção.

Montagem da caixa de acessórios (15): área onde serão montadas as caixas de acessórios

Preparação do kit para montagem (16): área onde serão separados os kits para a montagem (a montadora já recebe o kit pronto para a montagem de um computador).

Montagem (17): área onde será montado o micro.

Teste power-on e inspeção visual (18): área onde será feita a primeira inspeção após a montagem (apenas visual e auditiva), também se parafusará o gabinete.

Run-in (19): local onde o computador ficará em teste durante 8 horas.

Teste final (20): área onde a máquina é testada pela última vez, é o teste mais detalhado, onde é verificado o funcionamento geral do micro.

Embalagem (21): área onde os micros são limpos e embalados.

Inspeção da embalagem (22): área onde é feita a inspeção da limpeza do micro, e checada a caixa de acessórios (verifica os manuais, teclado, mouse, cabo de força), é checado também o número de série.

Elevador (23): elevador que levará o produto acabado à expedição.

Estas áreas foram definidas baseando-se no atual arranjo físico e postos de trabalho. Algumas áreas podem sofrer mudanças, dependendo de melhorias que possam ser feitas ao longo do projeto.

4.4. Projeções para o Futuro

Estas mudanças já estão sendo propostas prevendo um aumento na procura pelos computadores da empresa (atualmente produz aproximadamente 120máquinas/dia e a meta é chegar a 300máq/dia).

Quanto à entrada de novos produtos, não há nada previsível, apenas a certeza de que eles irão ocorrer, pois o setor de informática é um setor em que a evolução anual é grande. Porém as mudanças normalmente apresentam um caminho previsível: o lançamento de algum processador novo, ou uma placa nova. Dificilmente estas mudanças terão influência sobre a linha de produção (um exemplo é que no mês de dezembro começaram a sair micros com o Windows 95, mudaram-se alguns procedimentos no teste, mas nada que não pudesse ser adequado à atual linha de produtos.

Com relação a possível aumento das linhas de produção da fábrica, há praticamente um andar inteiro desocupado, que segundo a diretoria, seria usado para se montar uma segunda linha. A possibilidade de se ampliar as instalações da fábrica inexistem, pois se trata de um prédio rodeado por outros prédios.

**Capítulo 5 - ANÁLISE DO FLUXO DE
MATERIAIS E OS PROBLEMAS
ENCONTRADOS**

5.1. Dados Detalhados Sobre a linha de Produção

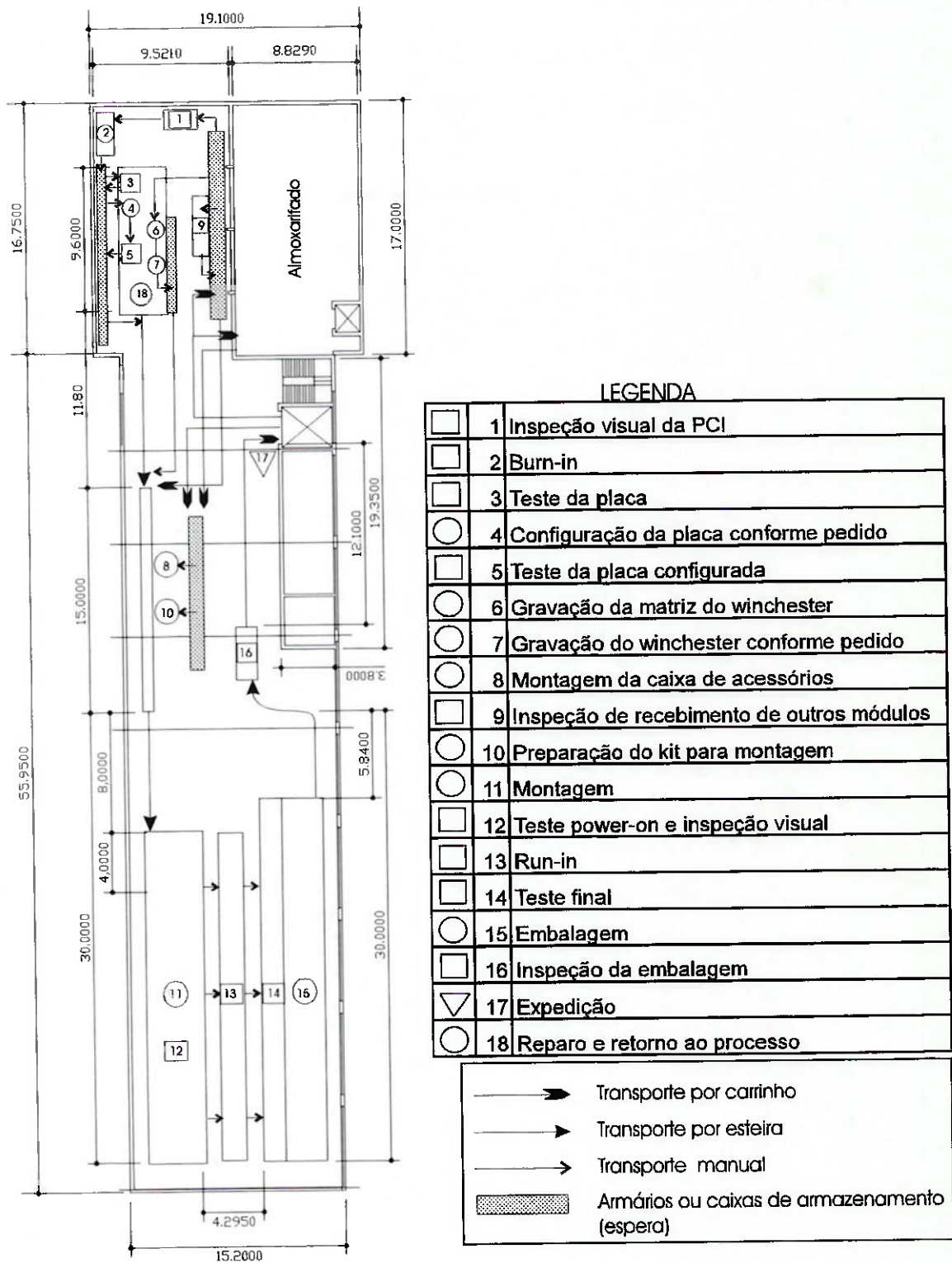


Figura 5.1: Lay-out detalhado, com as distância entre os postos. (Elaborado pelo autor)

Analisando-se o fluxo do processo como o descrito no livro de Barnes [2], montamos o seguinte fluxograma (figura 5.2) e tabela (tabela 5.1):

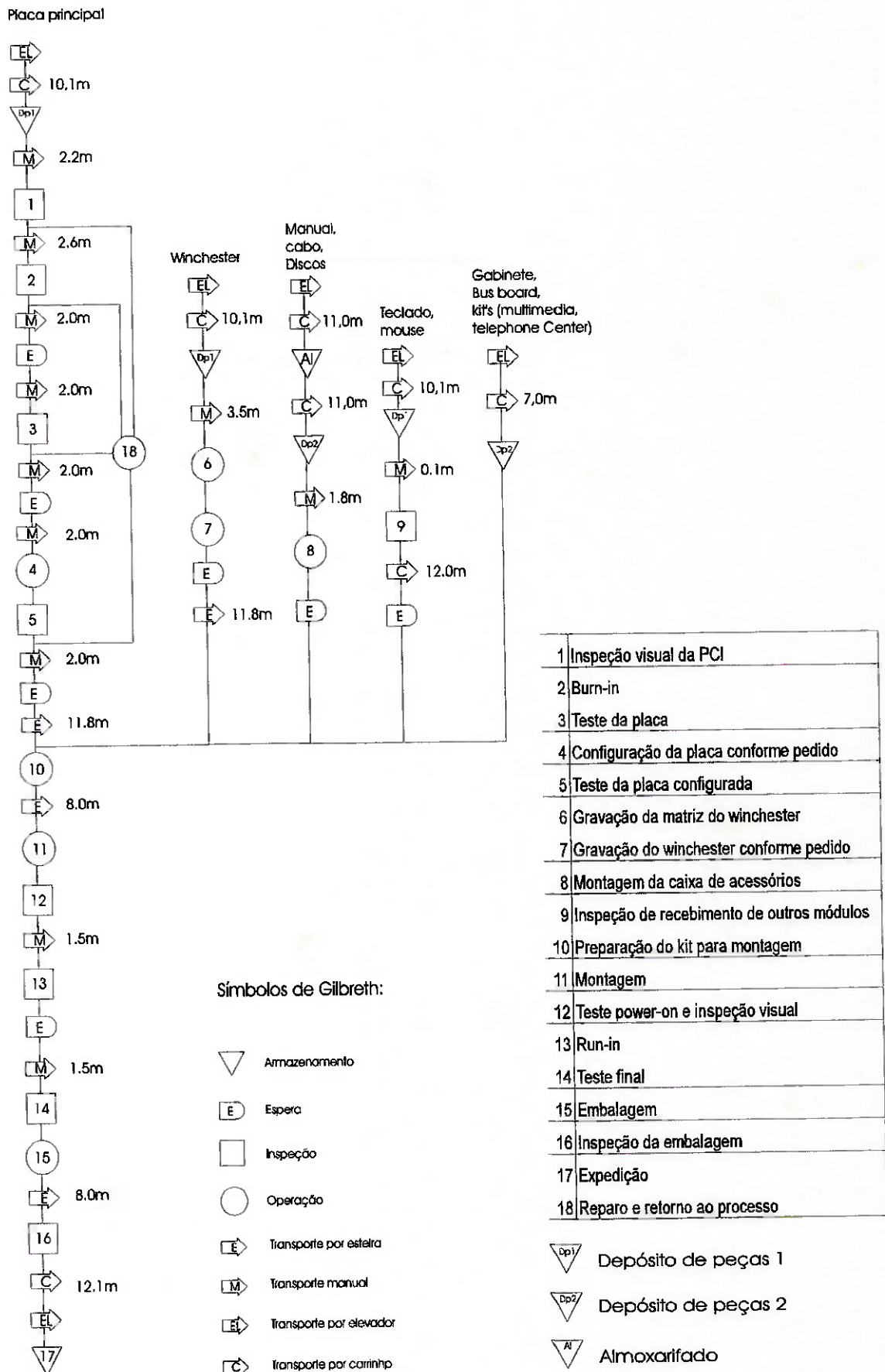


Figura 5.2: Fluxograma detalhado (Elaborado pelo autor)









		Nº	
Nº de esperas		7	
Nº de operações		8	
Nº de inspeções		9	
Nº de armazens		4	
TRANSPORTES:		Nº	Dist.(m)
Transporte por esteira		4	39.6
Transporte manual		12	23.2
Transporte por carrinho		8	83.4
Transporte por elevador		6	

Tabela 5.1: Resumo do fluxograma. (Elaborado pelo autor)

A partir destes dados pode-se pensar em se eliminar etapas desnecessárias ou ao menos diminuir distâncias percorridas. Portanto, para a definição do novo lay-out, deveremos não apenas estudar as proximidades e o fluxo de materiais como também rever a metodologia de alguns postos de trabalho a fim de se poder adequar ao novo arranjo físico.

Como vimos através do fluxograma (fig. 5.2) e da tabela (5.1), percebemos que há 7 locais onde as peças se encontram em espera. Muitas destas esperas podem ser eliminadas mudando-se a metodologia de trabalho.

As operações existentes são absolutamente necessárias, assim como as inspeções; porém podemos redefinir algum procedimento de inspeção (desde que nela sejam feitas todos os testes necessários e exigidos).

Os números também indicam que há muito transporte manual, a distância percorrida, carregando-se algum material, é muito grande, sendo a esteira muito pouco utilizada.

5.2. Análise Detalhada do Fluxograma Visando Eliminar Procedimentos Desnecessários

Um problema notado, é que é utilizado apenas 1 dos elevadores de carga (o maior, de 9.8m²), enquanto que o outro elevador de carga (de 7.2m²) é muito pouco utilizado para transporte de cargas (alguns funcionários o utilizam para o seu próprio transporte). A nossa idéia é utilizá-lo para o transporte de materiais que serão armazenados no almoxarifado e no depósito de peças 1, sendo que o material de maior volume são os teclados, com volume de 0.0689m³ e 10 teclados, outros volumes razoavelmente grandes são os mouses com uma caixa com volume de 0.0952m³, mas com 100 mouses, e os manuais com volume de 0.0285m³ e 10 manuais; mas estes materiais são transportados no máximo em 300 unidades/dia (meta de produção). Desse modo, o outro elevador seria "desafogado", sendo utilizado apenas para o envio de produtos acabados à expedição, e a chegada de itens que serão armazenados no depósito de peças 2 (gabinetes, kit's, caixas de papelão, drives, winchester, etc; no caso dos manuais e outros itens para a caixa de acessórios, viriam do almoxarifado, pois o estoque principal se encontra lá e não em outro andar como os outros itens).

Através de análise na própria linha de produção, não é difícil perceber que a grande quantidade de materiais em espera no começo da linha de produção se deve principalmente porque não há qualquer tipo de programação quanto às operações até o posto de montagem da caixa de acessórios; cada posto vai fazendo o seu serviço. Assim, o funcionário responsável pela inspeção visual da placa leva a mesma para o burn-in; terminado o burn-in, as placas são guardadas em caixas; o responsável pelo teste das placas buscam as placas e as testam, armazenando-as em outra caixa; as placas são configuradas conforme o pedido, depois testadas e mais uma vez são guardadas em outra caixa à espera do pedido entrar em produção; o mesmo ocorre com o winchester. Portanto, esta espera não se deve a possíveis gargalos em relação ao posto, mas sim à metodologia aplicada neste setor. Uma metodologia de trabalho nestes postos poderia minimizar as esperas, e também as distâncias percorridas.

Outro problema facilmente percebido é nos postos de run-in, que ficam em estantes (fig. 3.5) de difícil acesso, sem levar em conta que as máquinas são levadas com as mãos da inspeção visual para as bancadas e depois para os postos de teste final. Nota-se que o fato de as bancadas não estarem ligadas continuamente com a montagem e com o teste final, pode acabar encobrindo algum tipo de gargalo neste posto (as máquinas montadas vão sendo colocadas nas bancadas que estiverem livres, independente do horário em que se começou o run-in). Um dos problemas encobertos pela descontinuidade da linha neste posto é o teste final: uma montadora leva em média 15 minutos* para montar uma máquina, já o teste final leva 17 minutos* em média para testar uma máquina, e para o testador dar conta das máquinas com o run-in terminado, ele testa 5 máquinas quase que simultaneamente, demorando cerca de 40 minutos para se testar as cinco máquinas. O problema está aí, pois cada máquina deve ser testada individualmente, pois o teste consiste em um acompanhamento passo a passo no monitor (quando se testam 5 máquinas de uma só vez, o funcionário só aperta os botões pedidos no teste e deixa o programa funcionando, indo fazer o mesmo na máquina ao lado). Vale lembrar que o funcionário do teste final também é responsável pelo conserto da máquina (mesmo que o problema tenha acontecido no run-in). Desse modo o posto acaba sendo o principal gargalo da linha. Este posto exige um estudo mais detalhado, que será feito adiante.

Após detectar os principais postos onde há problemas, iremos sugerir mudanças nos procedimentos a fim de se diminuírem etapas no fluxograma de produção.

5.2.1. Postos de Configuração de Placa e Gravação de Winchester

A nossa idéia é criar um posto de inspeção de materiais recebidos. Neste posto seriam inspecionados todos os materiais recebidos (que necessitam de testes); os itens seriam

* Tempo Padrão definido pelo manual da empresa

armazenados no almoxarifado, cabendo aos funcionários do almoxarifado a separação dos itens para a produção (utilizando-se o cartão kanban)..

Os postos de configuração e teste de placa, e o de gravação de winchester fariam o serviço do lote de produção do dia seguinte, havendo um estoque intermediário onde a placa e o winchester já seriam "casados" conforme o pedido.

Deste modo já se eliminariam 4 procedimentos de transporte manual, e haveria uma melhor organização em relação aos materiais do pedido estocados. O armário de placas e winchesters prontos estaria ao lado da esteira, sendo fácil o transporte ao posto seguinte através da esteira (separação de kit para a montagem). A seguir mostraremos um novo fluxograma e uma nova tabela (comparativa), usando-se as medidas acima citadas (fig. 5.3):









		N° (Antes)		N° (Agora)	
N° de esperas		7		5	
N° de operações		8		8	
N° de inspeções		9		9	
N° de armazens		4		4	
TRANSPORTES:		N°	Dist.(m)	N°	Dist.(m)
Transporte por esteira		4	39,6	3	27,8
Transporte manual		12	25,3	9	17,2
Transporte por carrinho		8	83,4	8	70,5
Transporte por elevador		6		2	
Transporte por elevador 1		0		4	

Tabela 5.2: Resumo e comparação dos fluxogramas. (Elaborado pelo autor)

O resultado é que já houve, uma melhora em relação a distâncias de transporte (mesmo porque, o winchester e a placa serão transportadas juntos, e não separadamente como acontecia antes). O fato de não se ter estoques intermediários entre os postos de teste de placa inicial até a placa configurada eliminam procedimentos desnecessários de transporte.

5.2.2. Posto de Run-in Teste Final

Para o posto de run-in, foi feita uma reunião entre a Diretoria Industrial e o pessoal de engenharia, responsável pelos programas utilizados em todos os testes, e foi decidido que o run-in efetuaria ao invés de 8 horas de testes, 1 hora apenas (antes, nas 8 horas, eram realizados 64 ciclos de testes repetidos, e com 1 hora, 8 ciclos, e segundo a engenharia esta diminuição não acarretaria maiores problemas, pois quando há, o problema já é detectado logo nos primeiros ciclos).

No posto de Teste Final, foi determinado que todas as máquinas sejam testadas individualmente (mesmo que se leve mais tempo), a fim de que não saia máquina com algum problema.

A idéia aqui é estudar todas as operações executadas pelo funcionário e se mudar algum tipo de procedimento a fim de se balancear os tempos em função da montagem, para que se possa fazer uma linha contínua. A espera de 1 hora das máquinas no run-in vai existir, mas desde que o fluxo de máquinas que entrem e saírem do run-in sejam constantes, não haverá problemas (apenas a determinação de espaço para as máquinas que estiverem em run-in).

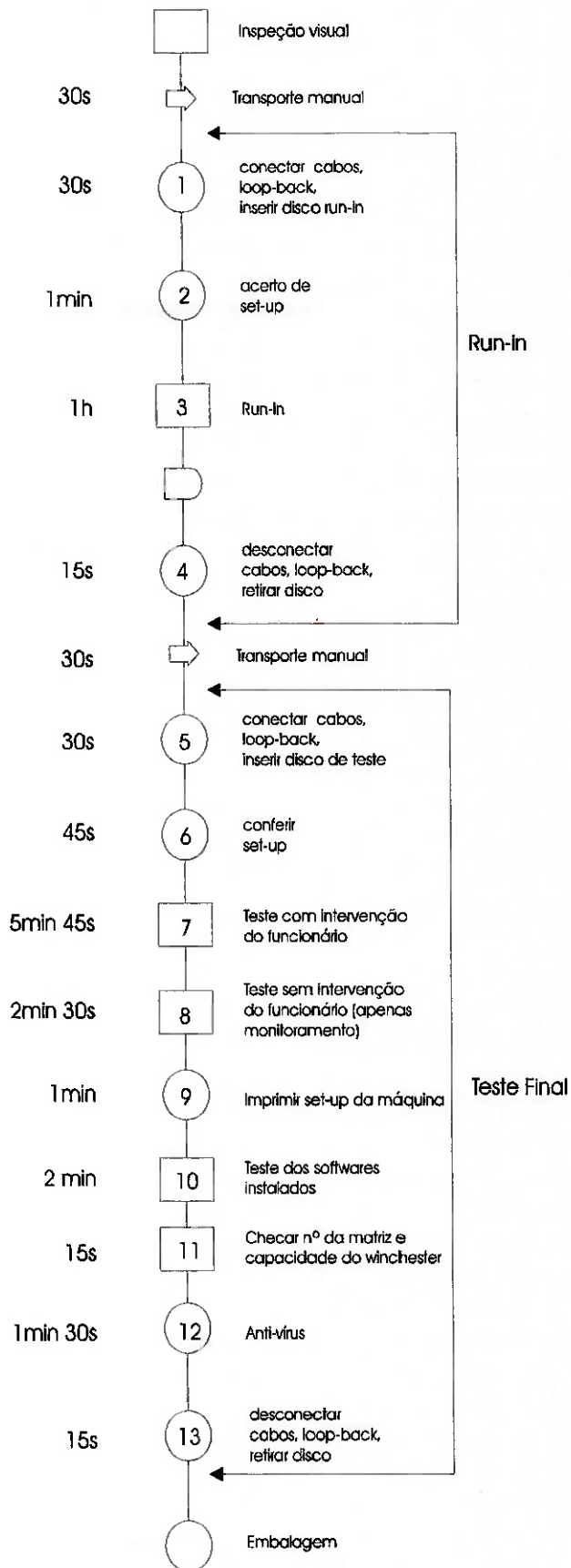


Figura 5.4: Fluxograma detalhado do Run-in e Teste Final. (Transcrito de material da empresa)

Vamos subdividir todas as etapas dentro dos procedimentos de run-in e teste final, e explicá-las detalhadamente (o fluxograma está mostrado na figura 5.4).

1. Após o micro ser carregado da bancada de montagem (onde ele recebe inspeção visual), o micro é posto em alguma prateleira da bancada de run-in; esta bancada é energizada, o funcionário faz as ligações de cabos (força, teclado, monitor), conecta os loop-backs e insere o disco específico para o run-in.
2. O micro é ligado, apertando-se F2, aparece o menu do set-up, o funcionário a confere e ajusta, se necessário.
3. Na saída do menu de set-up, o micro é 'resetado' (desligado e ligado automaticamente), e começa o run-in. O teclado e o monitor serão desconectados para uso em outro computador. Esta etapa durava 8 horas, porém o tempo já foi reduzido a 1 hora.
4. Terminado o run-in, o cabo de força é desconectado, assim como o loop-back (ele vai ser usado adiante no teste final, porém é desconectado pois pode danificar o computador durante o transporte).
5. O computador é carregado até a bancada de teste final, colocado sobre a esteira, os cabos são ligados novamente, assim como os loop-backs, e é inserido um outro disco para o teste.
6. O set-up é novamente conferido
7. Começa o teste propriamente dito; primeiro o teste consiste em um teste com intervenção do funcionário, o programa vai dando instruções a respeito dos testes executados e o operador vai teclando os comandos pedidos pelo programa.
8. A seqüência do teste se resume a um teste da placa de vídeo, onde o programa mostra as cores, escrevendo o nome da cor, desenha objetos em cantos da tela (e descreve a posição onde ela está), a fim de se verificar algum problema na placa de vídeo (por isso é necessário se testar uma máquina por vez e não cinco como está sendo feito atualmente).

9. Terminado o teste com o programa de testes, o funcionário imprime o set-up, com o número de série e seu nome.
10. A seguir os programas instalados são testados (Windows, programas de multimedia, secretária eletrônica, etc).
- 11 São checados o número da matriz (digitando-se 'matriz' no diretório raiz), a capacidade do winchester (digitando-se check-disk, que é o comando do DOS para a verificação do winchester).
12. É colocado a seguir o disco de anti-vírus a fim de se verificar a presença de vírus no computador.
13. Os cabos são desconectados e o computador é enviado à embalagem.

Como a idéia é se eliminar o transporte manual da máquina desde o posto de montagem até a bancada de run-in e deste para a bancada de teste final, sugerimos um novo fluxograma:

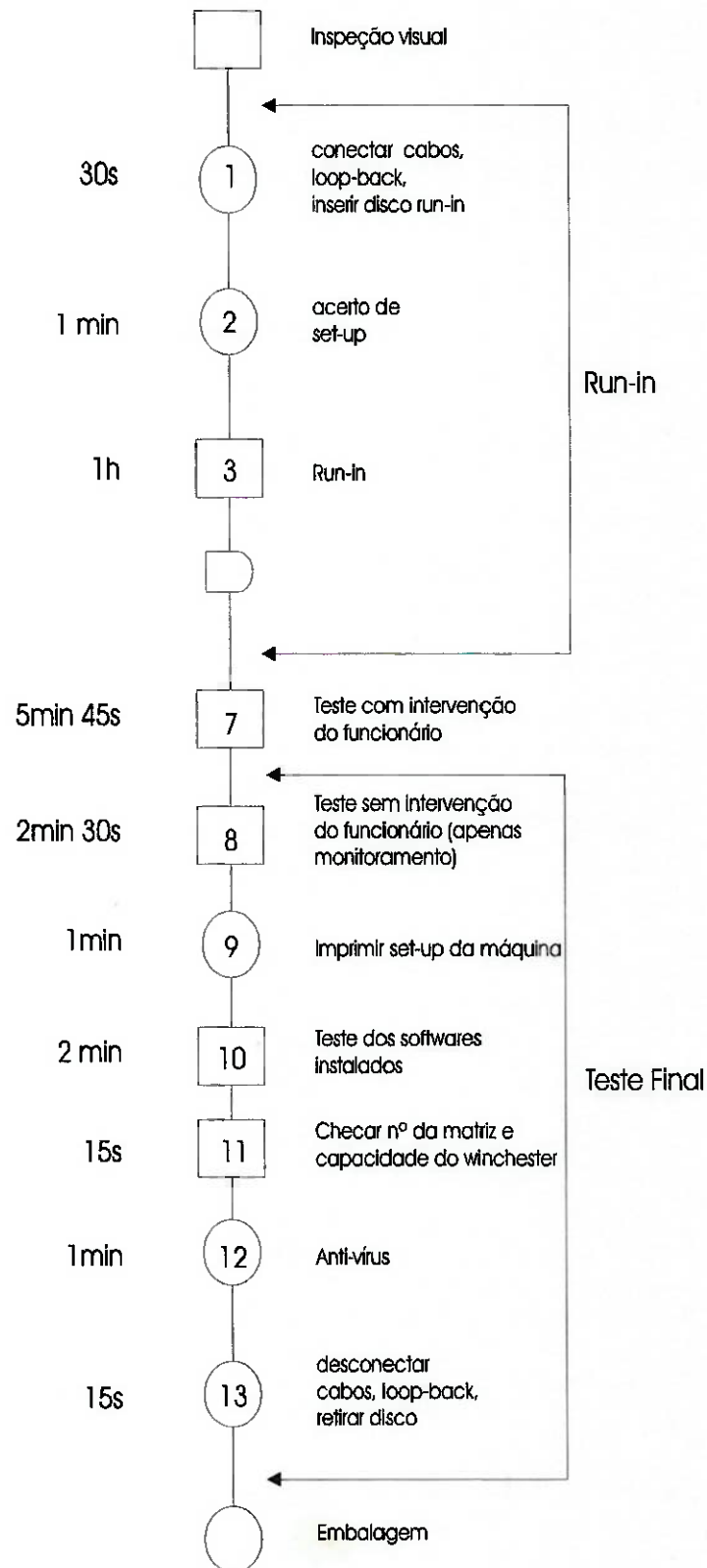


Figura 5.5: O fluxograma eliminando-se o transporte manual (Elaborado pelo autor)

Verificamos que pelo fato de se eliminar a descontinuidade na linha, foi possível a eliminação de etapas repetitivas (conectar e desconectar os cabos). A idéia é que o teste de run-in e teste final sejam feitos continuamente, com a máquina ligada à energia desde o run-in até o teste final, e correndo ao longo da esteira. Assim se evitaria que a máquina fosse carregada manualmente. Uma das idéias sugeridas é a agregação do run-in ao teste final, dividindo-a em duas partes, executado por dois funcionários. Para isto é necessário o estudo dos tempos padrões para cada atividade dentro do teste, para ver a viabilidade do projeto:

Nº	Operação	Tempo Padrão
1	conectar	0:00:30
2	set-up	0:01:00
3	run-in	1:00:00
7	teste acompanhado	0:05:45
8	teste monitorado	0:02:30
9	impressão	0:01:00
10	teste software	0:02:00
11	winchester	0:00:15
12	anti-virus	0:01:30
13	desconectar	0:00:15

Tabela 5.3: Tempos padrões do run-in e teste final. (Transcrito e adaptado do manual da empresa)

Somando-se os tempos das operações 1, 2, 7 temos 7 minutos e 15 segundos, e somando-se as operações 8, 9, 10, 11, 12, 13 temos 7 minutos e 30 segundos. Levando-se em conta que o tempo padrão de montagem de cada máquina é de 15 minutos, vemos que é viável se usar 1 funcionário para a primeira parte do teste e outro para a segunda parte do teste, podendo ser usado para o teste de duas montadoras. É claro que o tempo de alguns procedimentos mudam de acordo com a disposição do posto em questão (basicamente a operação de conexão de cabos e loop-backs e a impressão), pois os outros procedimentos independem do lay-out do posto. O teste com intervenção do funcionário, o teste com

monitoramento, o teste de software e o anti-vírus podem ser considerados tempos máquina, pois dependem quase que totalmente da velocidade da máquina em teste, e no caso destes tempos, são padrões para limites críticos (são tempos padrões para as máquinas mais lentas testadas, os 486 com kit telephone center). A conexão de cabos e loop-back terá seu tempo diminuído pois não haverá mais necessidade de se abaixar como no caso anterior, quando um micro poderia ser colocado na prateleira de baixo da bancada de run-in (o computador estará sempre sobre a esteira, e as conexões serão sempre no mesmo local.).

Já o tempo do run-in não foi levado em conta neste dimensionamento pois se trata de um teste que dura exatamente 1 hora (hora máquina, pois o funcionário começa o run-in e deixa e o "abandona" por 1 hora).

A seguir mostraremos mais detalhadamente o fluxograma com a divisão de postos sugerido (fig. 5.6):

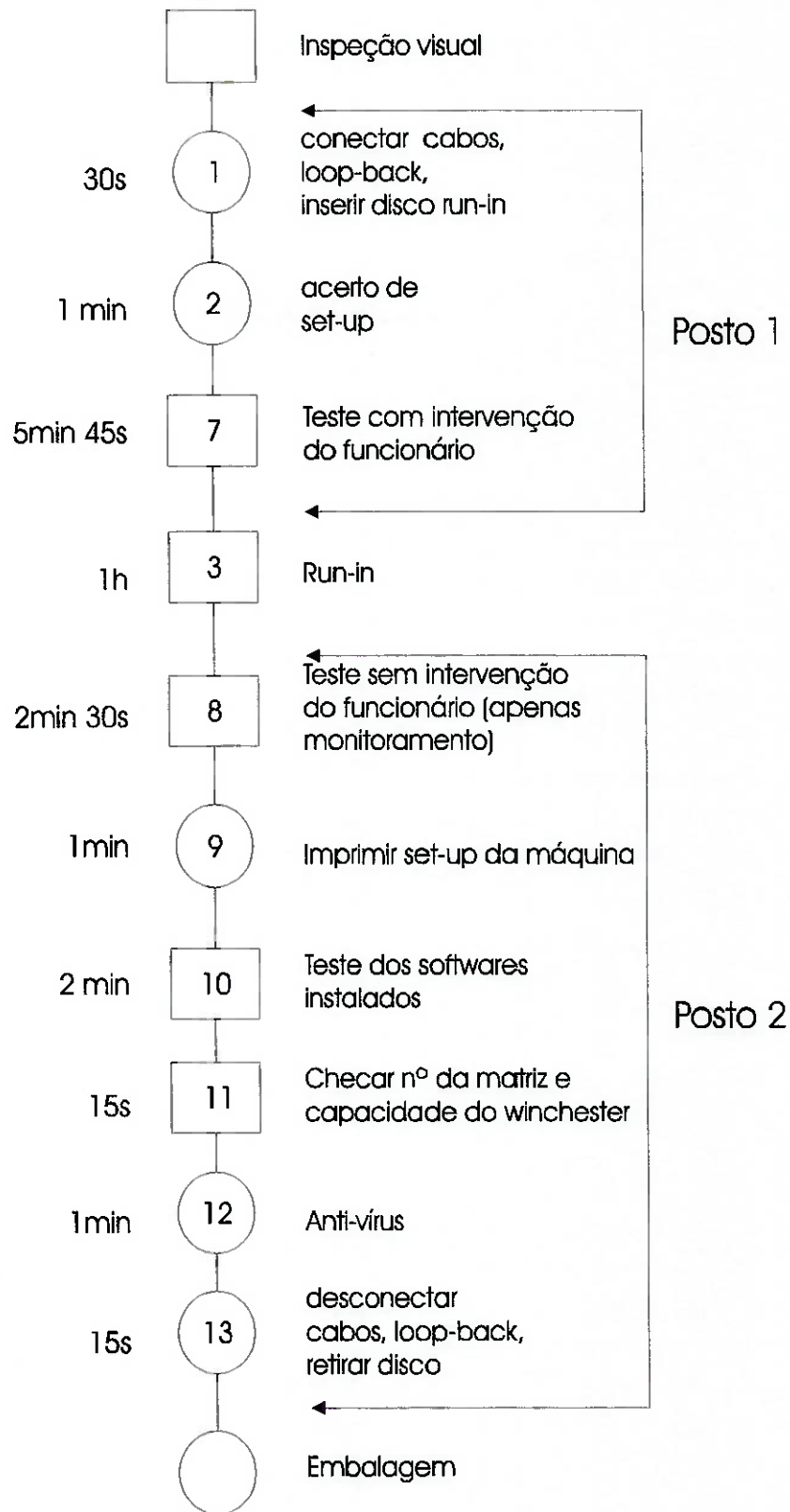


Figura 5.6: Fluxograma com os dois novos postos de teste. (Elaborado pelo autor)

Para este cálculo é necessário se definir a capacidade de máquinas a serem colocadas em run-in: como o run-in dura 60 minutos, e cada posto faz o seu teste específico em 7,5 minutos, deveremos ter espaço suficiente para pelo menos 9 máquinas (nos 60 minutos a partir de uma máquina entrar em run-in, o testador realizará 8 testes até que a primeira máquina termine o run-in e vá ao posto seguinte). Ou seja, como cada esteira tem 3m de comprimento, e cada caixa de acessório tem 50 x 50 cm, cabem 5 máquinas por esteira, então seriam necessárias 2 esteiras para o primeiro posto.

Com estas mudanças, aproveitamos uma das células inativas e a adaptamos para uma simulação destes novos procedimentos (antes o Diretor Industrial já havia pedido um novo programa de testes), e o resultado foi dentro do esperado, permitindo a continuidade do nosso trabalho.

Já a disposição das esteiras é um assunto que iremos definir mais tarde.

Outra modificação feita foi a criação de um novo posto, a de conserto de máquinas com problemas (detectados no teste power-on, run-in ou teste final), a fim de se eliminar esta atribuição ao responsável pelo teste da máquina. Normalmente os problemas ocorridos não se relacionam à placa principal, mas sim ao Bus-board ou outra placa instalada.

5.2.3. Fluxograma Sugerido

Redefinimos um novo procedimento na área de run-in e teste. Chamaremos o primeiro posto de teste de teste final 1 e o segundo posto de teste final 2. A seguir mostraremos um novo fluxograma (figura 5.7):

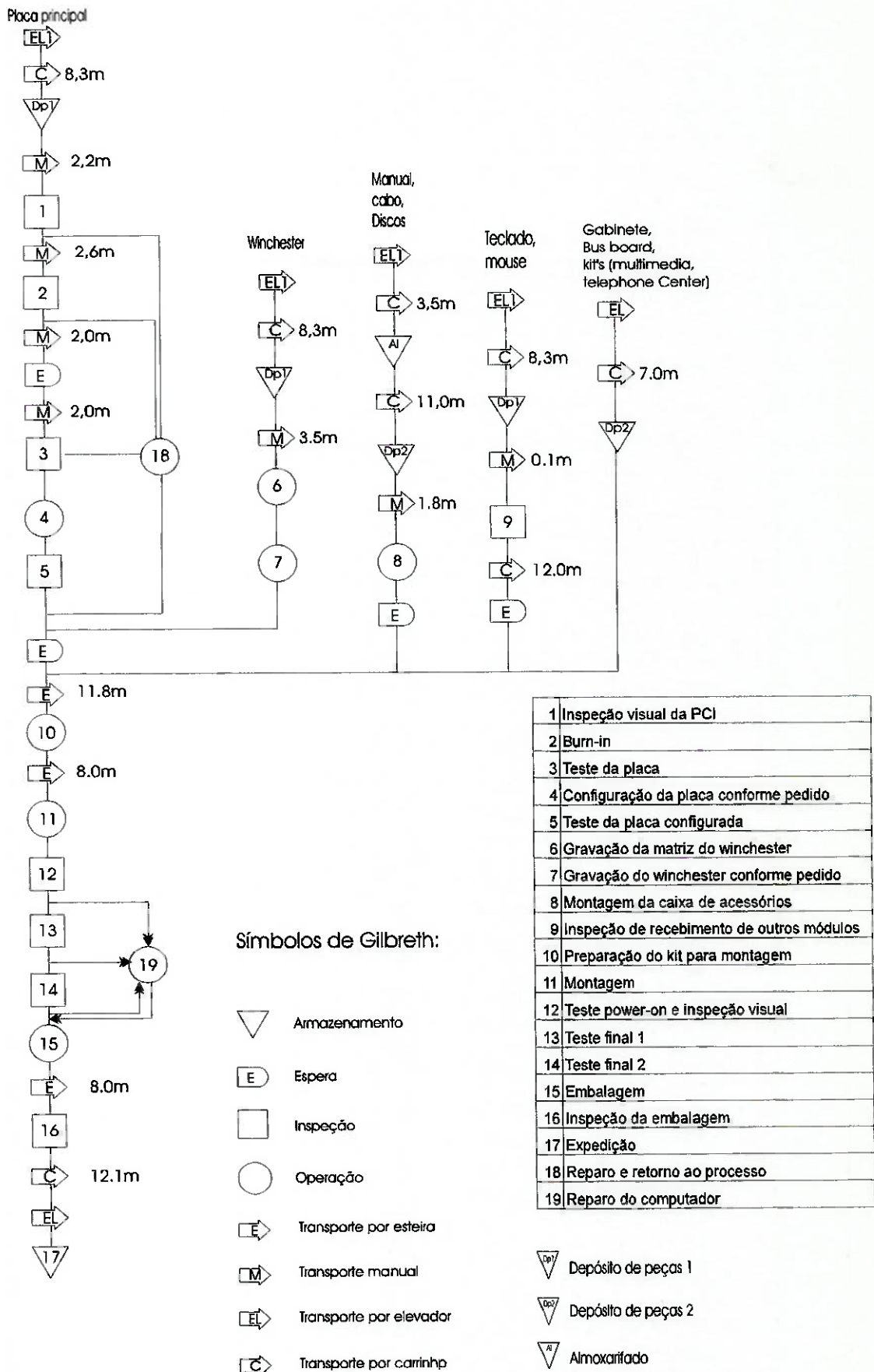


Figura 5.7: Fluxograma final sugerido. (Elaborado pelo autor)










		Nº (Antes)		Nº (Agora)	
Nº de esperas		5		4	
Nº de operações		8		9	
Nº de inspeções		9		9	
Nº de armazens		4		4	
TRANSPORTES:		Nº	Dist.(m)	Nº	Dist.(m)
Transporte por esteira		3	27.8	3	27.8
Transporte manual		9	17.2	7	14.2
Transporte por carrinho		8	70,5	2	70,5
Transporte por elevador		2		1	
Transporte por elevador 1		4		4	

Tabela 5.4: Resumo e comparação dos fluxogramas. (Elaborado pelo autor)

5.3. Intensidade de Fluxo

Na linha de produção, o fluxo de materiais é simples: do almoxarifado onde estão armazenados os itens menores (processadores, parafusos, cabos, manuais, disquetes, CD's, e materiais de escritório (papeleria)) irão materiais uma vez por dia aos postos de trabalho (para a configuração de placa irão módulos de memória e processadores; para a montagem da caixa de acessórios irão os manuais, cabo de força, disquete, envelope para manuais (todos do almoxarifado) e teclados e mouse (do posto de teste de módulos, que está localizado fora do almoxarifado); já o posto para a preparação do kit de montagem terá armários onde estarão armazenados os materiais que entrarão em produção no dia, e também armários com materiais que entrarão em produção no dia seguinte, sendo que a maioria dos itens virá de um outro almoxarifado localizado em outro andar; para a montagem, irão parafusos e cabos, a alimentação será de uma vez a cada dois dias (itens de pequeno volume e grande quantidade que virão do almoxarifado).

Portanto durante a jornada de trabalho, o principal fluxo de materiais se restringe à dos kits de montagem e de produtos acabados.

5.4. Redefinição das Áreas de Trabalho

Assim sendo redefiniremos as áreas de atividades para a continuidade do trabalho:

Almoxarifado (1): local onde estão armazenados os itens menores e mais caros (circuitos impressos, processadores, módulos de memória), também estão armazenados os manuais, disquetes, programas em CD, cabos, parafusos.

Depósito de peças 1 (2): local onde serão armazenados os teclados, mouse (estes sem estarem testados), placa (sem configuração e teste), winchester virgem.

Teste de módulos (3): área onde serão testados os teclados, mouse.

Inspeção visual da PCI (4): área onde serão feitas as inspeções visuais nas placas de circuito impresso.

Burn-in (5): local onde as placas serão submetidas a altas temperaturas.

Teste e reparo da placa (6): área onde as placas serão testadas, haverá também bancadas para o reparo de placas.

Depósito de placa testada (7): local onde estão armazenadas as placas aprovadas no teste de placa.

Configuração e teste da placa (8): área onde as placas serão configuradas conforme o pedido e depois testadas.

Gravação do winchester (9): área onde se grava a matriz e a copia no winchester conforme o pedido.

Depósito de placa configurada e winchester conforme pedido (10): local onde as placas configuradas e já testadas serão armazenadas assim como os winchester já gravados.

Depósito de peças 2 (11): local onde serão armazenados os teclados e mouses testados, winchester e placas configuradas, disk-drives, unidade DAT, kit multimedia, kit telephone center, placas de rede, controlador SCSI, e outros módulos prontos para irem à produção.

Montagem da caixa de acessórios (12): área onde serão montadas as caixas de acessórios

Preparação do kit para montagem (13): área onde serão separados os kits para a montagem (a montadora já recebe o kit pronto para a montagem de um computador).

Montagem (14): área onde será montado o micro.

Teste power-on e inspeção visual (15): área onde será feita a primeira inspeção após a montagem (apenas visual e auditiva), também se parafusará o gabinete.

Teste final 1 (16): área onde o computador faz o run-in uma parte de teste

Teste final 2 (17): área onde a máquina fará a última parte dos testes.

Posto de reparo (18): área destinada ao concerto dos micros montados e que acusaram algum erro durante os testes.

Embalagem (19): área onde os micros são limpos e embalados.

Inspeção da embalagem (20): área onde é feita a inspeção da limpeza do micro, e checada a caixa de acessórios (verifica os manuais, teclado, mouse, cabo de força), é checado também o número de série.

Elevador (21): elevador que levará o produto acabado à expedição.














Capítulo 6 - DIAGRAMA DE INTER- RELAÇÕES

6.1. Diagrama de Inter-relações

Feito o levantamento e análise de dados, o estudo do fluxo de material, iremos agora transformar essa informações sobre a seqüências de atividades e proximidades em um esboço de localização. Como o fluxo envolvido é muito pequeno, iremos utilizar o diagrama de inter-relação entre atividades.

Para a elaboração do diagrama de inter-relações, utilizaremos as convenções mostradas no livro de Muther [1] (fig. 6.1). Esta convenção permite a visualização das proximidades entre as atividades e áreas definidas.

Antes de chegar ao diagrama de inter-relações propriamente dito, foi feita uma tabela auxiliar (tabela 6.1), listando-se cada par de atividades e classificando conforme o grau de necessidade desejada (a fim de se evitar erros e esquecimentos). O diagrama de inter-relações final está desenhado na figura 6.2.

Símbolos de carta de processo	Símbolos estendidos para identificação de atividades e áreas
 Operação	 Áreas de moldagem ou tratamento
	 Montagem, submontagem e desmontagem
 Transporte	 Áreas relacionadas a transporte
 Armazenagem	 Áreas e atividades relacionadas à armazenagem
 Espera	 Áreas de esperas intermediárias
 Inspeção	 Áreas de inspeção, teste e verificação
	 Áreas e atividades de serviço e apoio
	 Áreas de escritórios e características de construção







Letras	Valor N°	N° de linhas	Proximidade
A	4		Absolutamente necessário
E	3		Muito importante
I	2		Importante
O	1		Pouco importante
U	0		Desprezível
X	-1		Indesejável
XX	-2, -3, -4, ?		Extremamente indesejável

Figura 6.1: Convenção para o diagrama de inter-relações. (Transcrito de Muther [1])

INTER-RELAÇÕES DAS ATIVIDADES POR CLASSIFICAÇÃO DE PROXIMIDADE
Atividades A - Absolutamente necessário (4 linhas)

1. Almojarifado	21. Elevador 1
2. Depósito de peças 1	e 3. Teste de módulos 4. Inspeção visual da PCI 9. Gravação do winchester
3. Teste de módulos	e 11. Depósito de peças 2
4. Inspeção visual da PCI	e 5. Burn-in
5. Burn-in	e 6. Teste e reparo da placas
7. Depósito de placa testada	e 8. Configuração e teste da placa
10. Depósito de placa e winchester config.	e 13. Preparação do kit para montagem
11. Depósito de peças 2	e 12. Montagem da caixa de acessórios 13. Preparação do kit para montagem
12. Montagem da caixa de acessórios	e 13. Preparação do kit para montagem
13. Preparação do kit para montagem	e 14. Montagem
14. Montagem	e 15. Teste power-on e inspeção visual
15. Teste power-on e inspeção visual	e 16. Teste final 1
16. Teste final 1	e 17. Teste final 2
17. Teste final 2	e 19. Embalagem

INTER-RELAÇÕES DAS ATIVIDADES POR CLASSIFICAÇÃO DE PROXIMIDADE
Atividades E - Muito Importante (3 linhas)

1. Almojarifado	e 8. Configuração e teste da placa 11. Depósito de peças 2
2. Depósito de peças 1	e 21. Elevador 1
6. Teste e reparo da placas	e 7. Depósito de placa testada
8. Configuração e teste da placa	e 10. Depósito de placa e winchester config.
9. Gravação do winchester	e 10. Depósito de placa e winchester config.
11. Depósito de peças 2	e 22. Elevador
19. Embalagem	e 20. inspeção da embalagem
20. Inspeção da embalagem	e 22. Elevador

INTER-RELAÇÕES DAS ATIVIDADES POR CLASSIFICAÇÃO DE PROXIMIDADE
Atividades I - Importante (2 linhas)

1. Almojarifado	e 18. Posto de reparo
16. Teste final 1	e 18. Posto de reparo

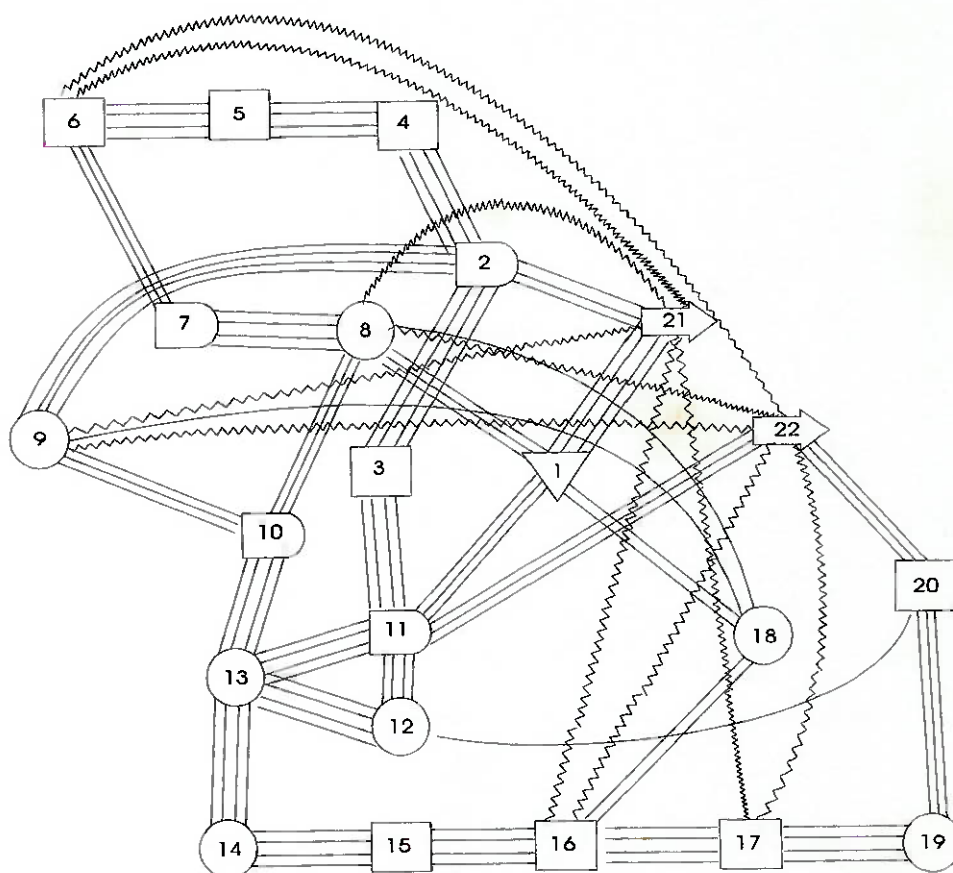
INTER-RELAÇÕES DAS ATIVIDADES POR CLASSIFICAÇÃO DE PROXIMIDADE
Atividades 0 - Pouco importante (1 linha)

8. Configuração e teste da placa	e 18. Posto de reparo
9. Gravação do winchester	e 18. Posto de reparo
12. Montagem da caixa de acessórios	e 20. Inspeção da embalagem

INTER-RELAÇÕES DAS ATIVIDADES POR CLASSIFICAÇÃO DE PROXIMIDADE
Atividades X - Indesejável (1 linha sinuosa)

6. Teste e reparo da placas	e 21. Elevador 1 22. Elevador
8. Configuração e teste da placa	e 21. Elevador 1 22. Elevador
9. Gravação do winchester	e 21. Elevador 1 22. Elevador
16. Teste final 1	e 21. Elevador 1 22. Elevador
17. Teste final 2	e 21. Elevador 1 22. Elevador

Tabela 6.1: Tabela auxiliar para elaboração do diagrama de inter-relações. (Elaborado pelo autor)



1. Almojarifado
2. Depósito de peças 1
3. Teste de módulos
4. Inspeção visual da PCI
5. Burn-in
6. Teste e reparo da placas
7. Depósito de placa testada
8. Configuração e teste da placa
9. Gravação do winchester
10. Depósito de placa e winchester config.
11. Depósito de peças 2
12. Montagem da caixa de acessórios
13. Preparação do kit para montagem
14. Montagem
15. Teste power-on e inspeção visual
16. Teste final 1
17. Teste final 2
18. Posto de reparo
19. Embalagem
20. Inspeção da embalagem
21. Elevador 1
22. Elevador

Figura 6.2: Diagrama de inter-relações. (Elaborado pelo autor)

6.2. Determinação de Espaços

Para a determinação de espaços utilizaremos os arranjos esboçados do sistema SLP. Adotamos este método, pois os equipamentos são constituídos basicamente de mesas, estantes e esteiras, todos de fácil movimentação, sendo o lay-out definitivo determinado na fase III do sistema SLP (arranjo físico detalhado).

Antes do esboço de espaços, iremos identificar o equipamento envolvido no projeto.

Basicamente a linha de produção é composta de esteiras, que servem tanto para transporte de materiais quanto para posto de trabalho (o funcionário executa as operações em cima da esteira). Há também bancadas (mesas) de trabalho e para estoque intermediário, estantes, as quais iremos listar a seguir, com suas respectivas dimensões.

Estantes para armazenamento - estas estantes são usadas nas seguintes áreas: depósito de peças 1 (4 estantes), depósito de peças 2 (10 estantes, sendo que 5 estantes armazenarão materiais para a produção do dia e outras cinco bancadas armazenarão materiais para a produção do dia seguinte).

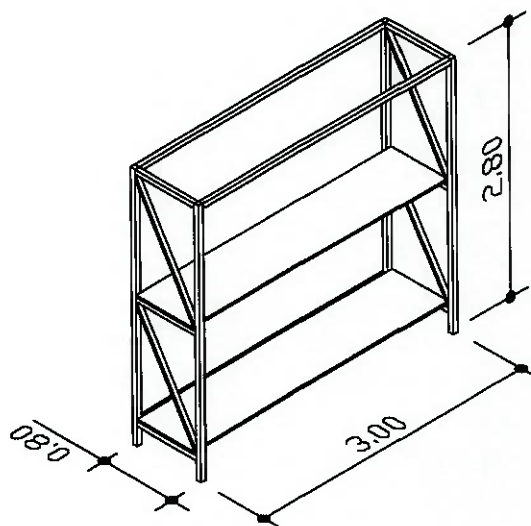


Figura 6.3: Estante para armazenamento. (Elaborado pelo autor)

Esteira - as esteiras serão usadas tanto para transporte quanto como para um posto de trabalho; para a montagem, cada esteira representará um posto, sendo que a esteira não será totalmente utilizada (dos 3 metros disponíveis, apenas 1.5 metros serão necessários para a montagem).

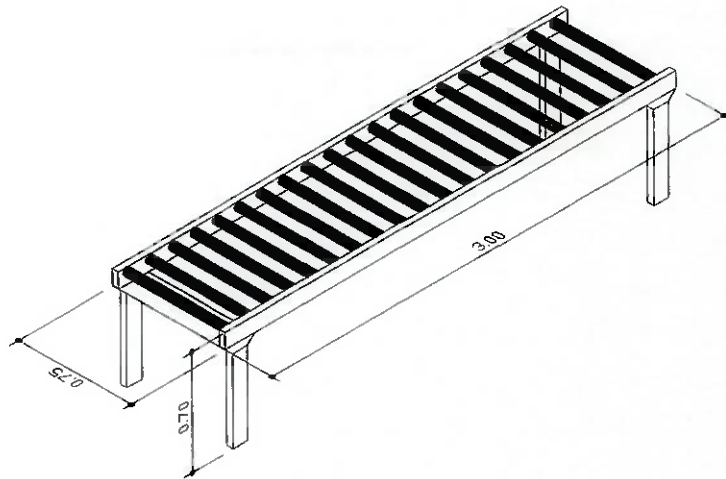


Figura 6.4: Esteira usada para transporte na linha de produção. (Elaborada pelo autor)

Mesa - as mesas são usadas nas áreas de teste de módulos (2 mesas), inspeção visual da PCI (1 mesa), teste e reparo da placa (4 mesas), configuração e teste de placa (4 mesas), gravação de winchester (4 mesas), também para o servidor dos programas de teste (1 mesa), e para a impressão dos números de série (1 mesa).

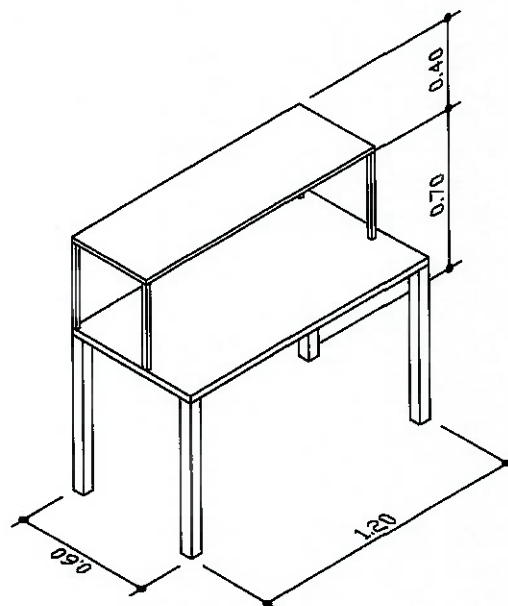


Figura 6.5: Bancada utilizada nos postos. (Elaborada pelo autor)

Burn-in - é o equipamento usado para a realização do burn-in (é uma espécie de "armário/forno" onde se colocam as placas). Existe apenas 1 equipamento com capacidade para aproximadamente 100 placas).

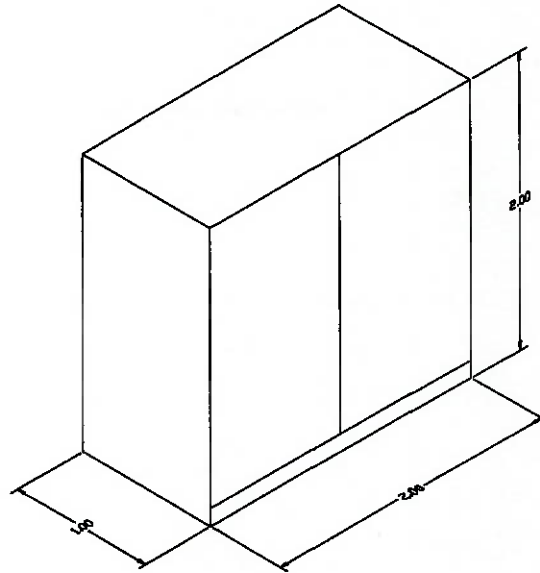


Figura 6.6: Equipamento utilizado para o Burn-in. (Elaborado pelo autor)

Estante móvel de armazenamento: estas estantes usadas anteriormente para o teste de run-in, poderiam ser usadas agora para o armazenamento de peças (depósito de winchester e placa configurados, por exemplo, sendo que iremos defini-lo no arranjo físico detalhado).

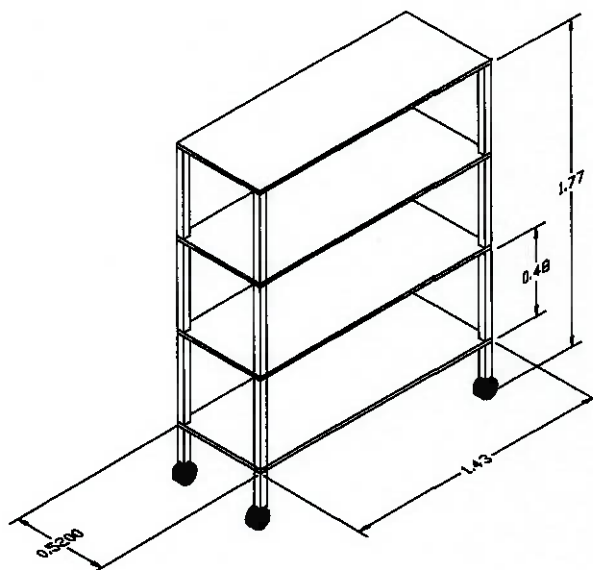


Figura 6.7: Estante utilizada anteriormente para o run-in e agora para armazenamento. (Elaborada pelo autor)

A partir destas dimensões poderemos definir as áreas estimadas necessárias para cada posto (tabela 6.2). Sendo importante observar que para os postos até a montagem (14), as áreas já foram estimadas levando-se em conta a produção meta de 300máq/dia; os postos a partir da montagem correspondem a uma célula com capacidade de produção de 50máq/dia, ou seja, serão mais 5 células iguais na linha (a exceção dos postos 18, 20 e os elevadores).

	Área (m ²)
1. Almoxarifado	150,0
2. Depósito de peças 1	9,6
3. Teste de módulos	3,8
4. Inspeção visual da PCI	1,9
5. Burn-in	4,0
6. Teste e reparo da placas	7,7
7. Depósito de placa testada	7,5
8. Configuração e teste da placa	9,6
9. Gravação do winchester	9,6
10. Depósito de placa e winchester configurado	7,5
11. Depósito de peças 2	69,0
12. Montagem da caixa de acessórios	6,3
13. Preparação do kit para montagem	10,5
14. Montagem	24,0
15. Teste power-on e inspeção visual	12,0
16. Teste final 1	75,6
17. Teste final 2	14,4
18. Posto de reparo	1,9
19. Embalagem	36,0
20. Inspeção da embalagem	5,3
21. Elevador 1	3,2
22. Elevador	9,6

Tabela 6.2: *Espaços necessários para o desenvolvimento do projeto. (Elaborados pelo autor)*

6.3. Diagrama de inter-relações entre espaços

A partir do diagrama de inter-relações (figura 6.2) e dos espaços necessários (tabela 6.2), as informações foram reunidas e chegamos ao diagrama de inter-relações entre espaços. Neste diagrama não foram incluídas as limitações físicas da área disponível (localização dos elevadores, paredes fixas, pilares), apenas as indicações de proximidades preferenciais (figura 6.8).

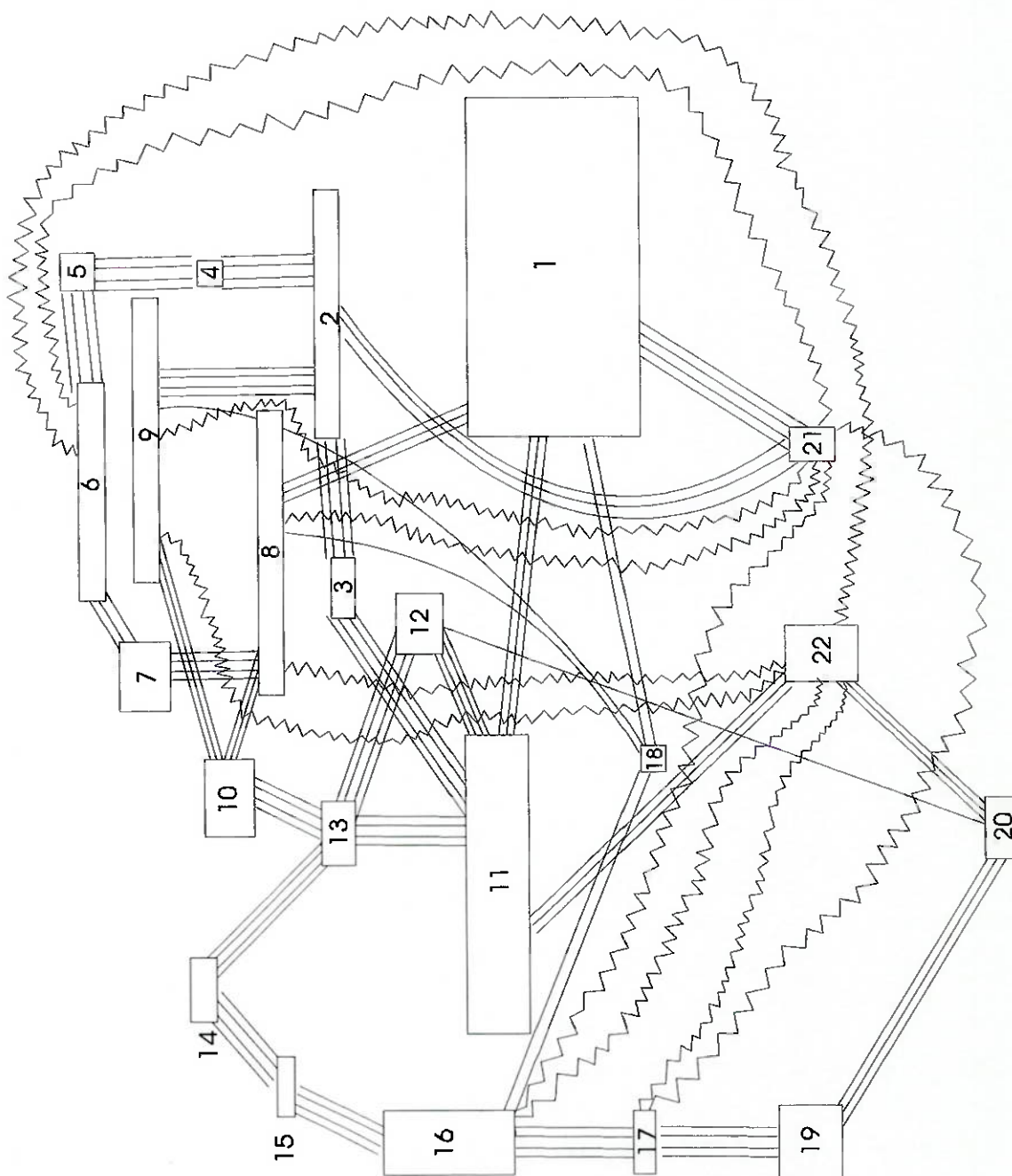


Figura 6.8: Diagrama de inter-relações entre espaços. (Elaborado pelo autor)

6.4. Considerações sobre o prédio

Como vimos nas plantas do prédio apresentadas até aqui, trata-se de uma planta comprida e estreita (72,5m x 16,0m aproximadamente), o que dificulta muito manter todas as proximidades desejadas.

O fato da linha de produção se encontrar no 2º andar, necessitando o uso de elevador para o transporte de carga, além dos dois elevadores estarem próximos faz com que o arranjo físico adotado seja em "U".

Também adotamos um arranjo físico linear pelo fato de termos uma linha de produtos similares, e de processo simples.

Vale ainda notar a presença de pilares na planta que acarretam um desvio em determinadas áreas de produção (as distâncias entre uma célula e outra não serão iguais, como veremos na planta do arranjo físico final).

Estas restrições na planta dificultam o total uso do diagrama de inter-relações entre espaços em que chegamos no item anterior (seria mais viável se a planta do edifício apresentasse uma área com dimensões mais similares entre o comprimento e a largura).

Capítulo 7 - AS ALTERNATIVAS DE ARRANJO FÍSICO

7.1. Alternativas de Arranjo Físico

A partir de todo o estudo anterior, sugerimos 3 alternativas para o arranjo físico da linha de produção:

Alternativa A

Esta alternativa de arranjo físico é baseado no atual arranjo físico, com mudanças acarretadas pelos novos procedimentos (mudanças no fluxograma) propostos. O almoxarifado foi mantido no mesmo local assim como os postos, os depósitos intermediários foram mudados de local.

Também foi criado um novo posto de trabalho, o posto de reparo. Com a mudança da metodologia, onde a configuração e teste de placas, e a gravação de winchester são feitos para a produção do dia seguinte, foi criado um novo depósito intermediário entre estes postos e o posto de preparação de kits (este depósito irá alimentar a produção do dia).

Com a mudança no procedimento de run-in e teste final, mudou-se também a disposição das esteiras no arranjo físico detalhado (não há mais a descontinuidade entre o posto de montagem e o teste final que havia no arranjo físico antigo).

A figura 6.9 mostra o arranjo físico da alternativa A, e a figura 6.9.1 mostra uma possibilidade do arranjo físico detalhado baseado na alternativa A (para se ilustrar as mudanças ocorridas no processo de run-in e teste final, onde o transporte agora é por esteira e não manual como ocorria anteriormente). Vale reparar nas figuras 6.9.1, 6.10.1 e 6.11.1 que fizemos uma célula específica para a montagem, teste 1, teste 2 e embalagem dos servidores e notebook e também dos computadores que retornarem do posto de reparo.

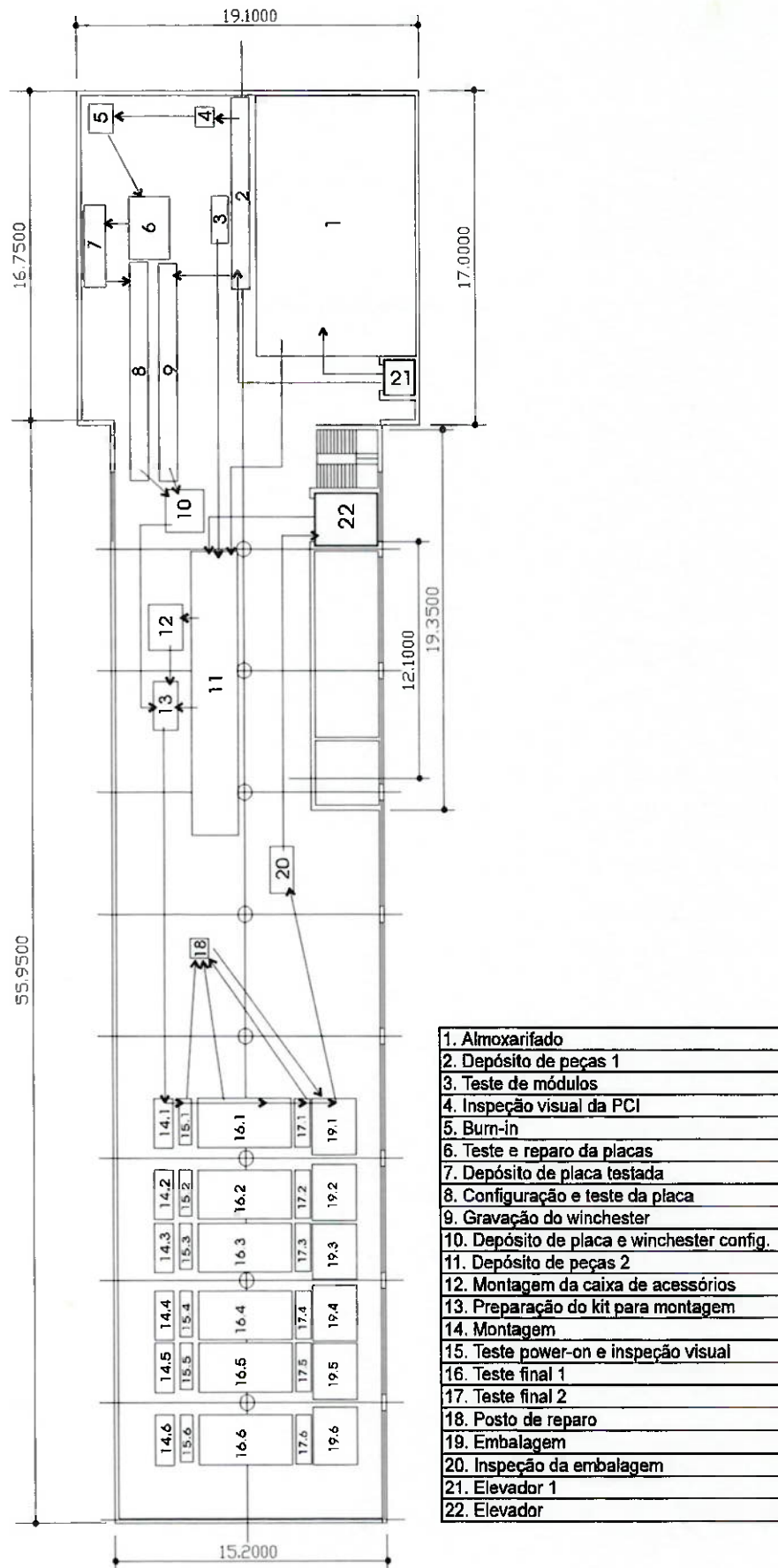


Figura 7.1: Arranjo físico - Alternativa A. (Elaborado pelo autor)

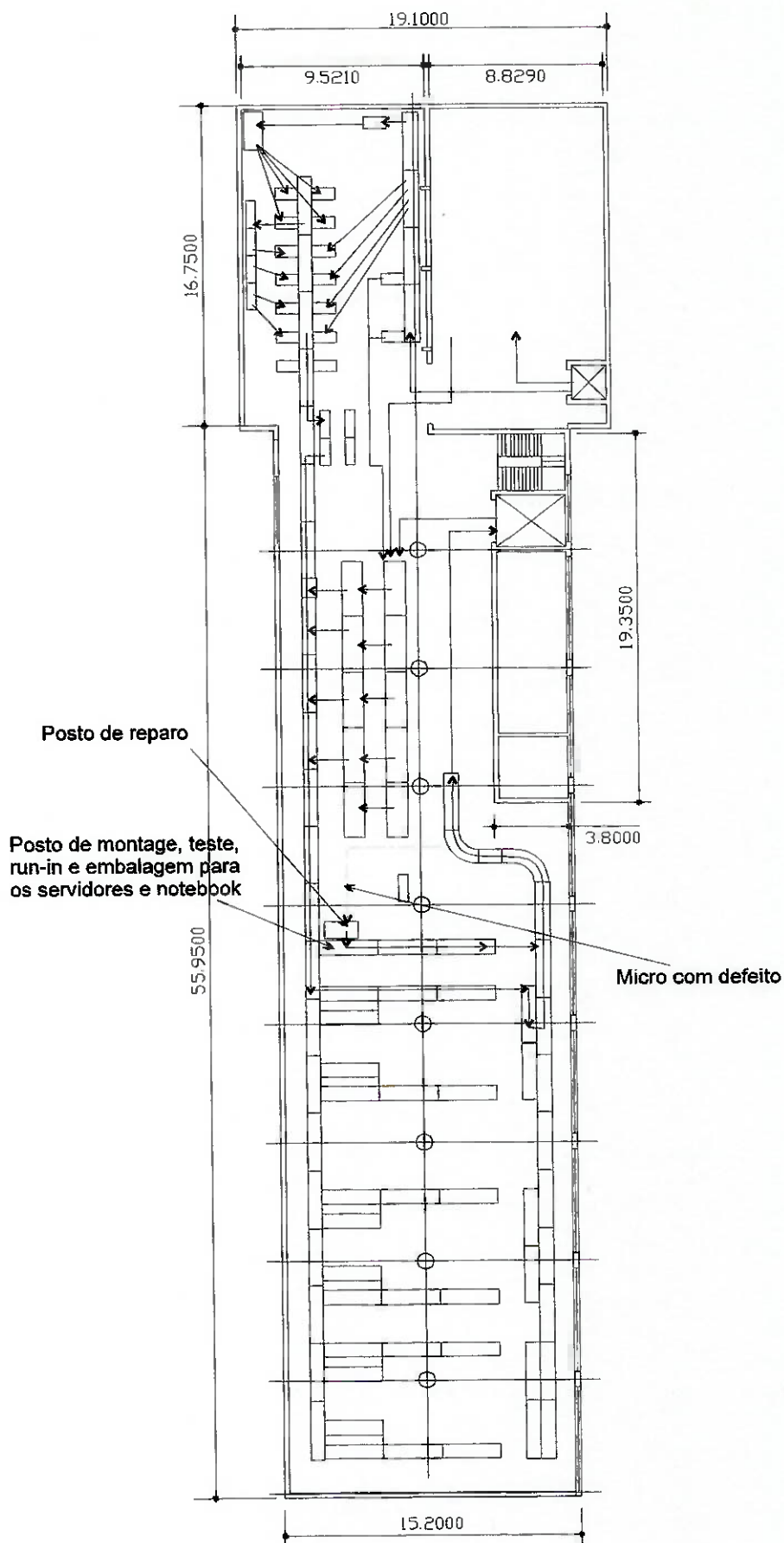


Figura 7.1.1: Arranjo físico detalhado para a alternativa A. (Elaborado pelo autor)

Alternativa B

A alternativa B (figura 6.10) apresenta profundas mudanças com relação aos postos iniciais. Foi criado, agregado ao almoxarifado, um posto de inspeção e teste de materiais. Ou seja, a inspeção e testes de placa, e módulos recebidos são testados em uma área específica dentro do almoxarifado (a área do almoxarifado foi aumentada conforme necessidade); assim os materiais testados e aprovados ficariam armazenados no próprio almoxarifado, e não "soltos" na produção (deslocamos os procedimentos de inspeção da área de produção para o colocarmos na área de almoxarifado); os seus responsáveis alimentariam os estoques intermediários (depósito de peças 2) conforme necessidade (desse modo também facilitaria o controle de estoque.

Nesta alternativa de arranjo físico, a linha de produção com esteiras começaria na configuração e teste de placas conforme pedido e na gravação de winchester.

Os outros procedimentos não foram alterados.

Uma desvantagem é que em relação à alternativa A, haveria uma maior dificuldade para a mudança do arranjo físico.

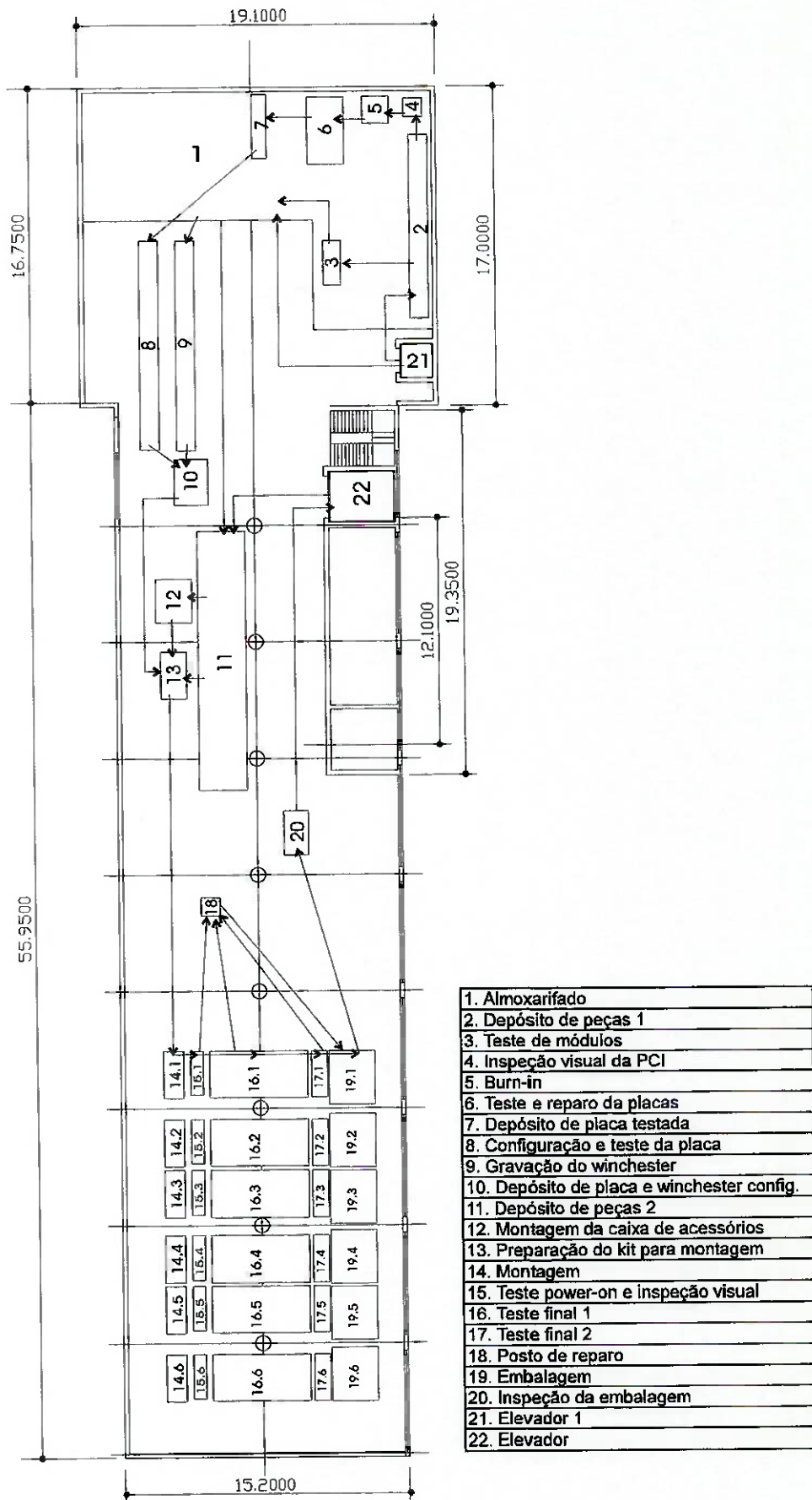


Figura 7.2: Arranjo físico - Alternativa B. (Elaborado pelo autor)

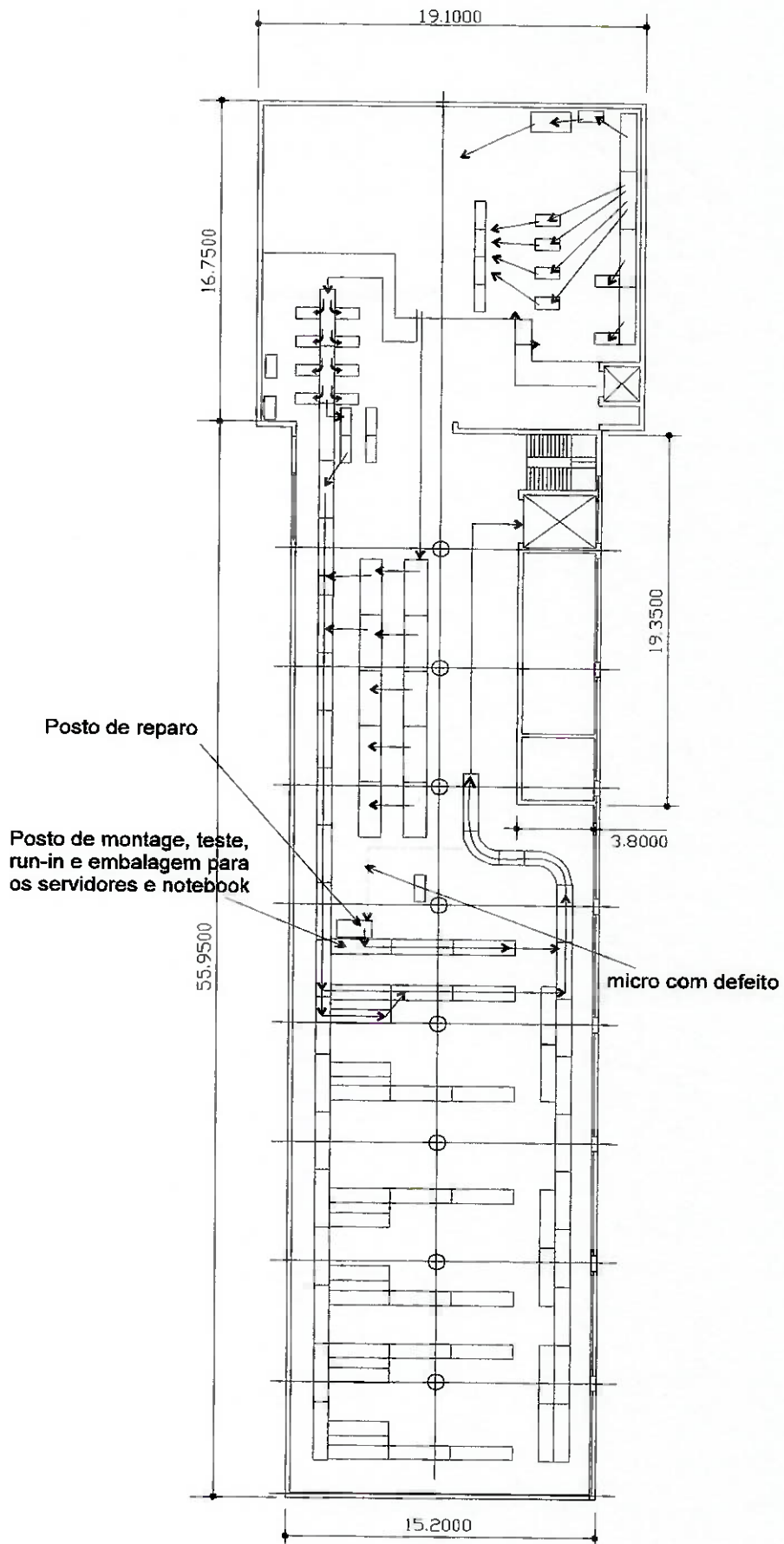


Figura 7.2.1: Arranjo físico detalhado para a alternativa B. (Elaborado pelo autor)

Alternativa C

A alternativa C é a alternativa que mais se assemelha ao diagrama de inter-relações entre espaços apresentado no item 6.3.

As principais modificações são que os postos de gravação de winchester e de configuração (e teste) de placa foram invertidos de posição (deste modo o posto de configuração fica mais próximo do almoxarifado, onde ficam guardados os processadores e módulos de memória (memória RAM e de memória de vídeo). O posto de teste e reparo de placa foi mudado de local (não se encontra ao longo da esteira como antes, quando "dividia" espaço com os postos de configuração e teste de placa e com a gravação de winchester).

Como podemos ver nas figuras 6.11 e 6.11.1, nesta alternativa sobram mais espaços entre o depósito de placa configurada e winchester com o posto de montagem da caixa de acessórios. Na figura 6.11.1, percebemos que a esteira dos postos de gravação de winchester e configuração de placa está deslocada em relação à esteira que vai à produção; isto foi feito para aumentar o espaço do corredor esquerdo da figura, já que a parede esquerda não será usada apenas para o armazenamento, mas também para o teste de placas.

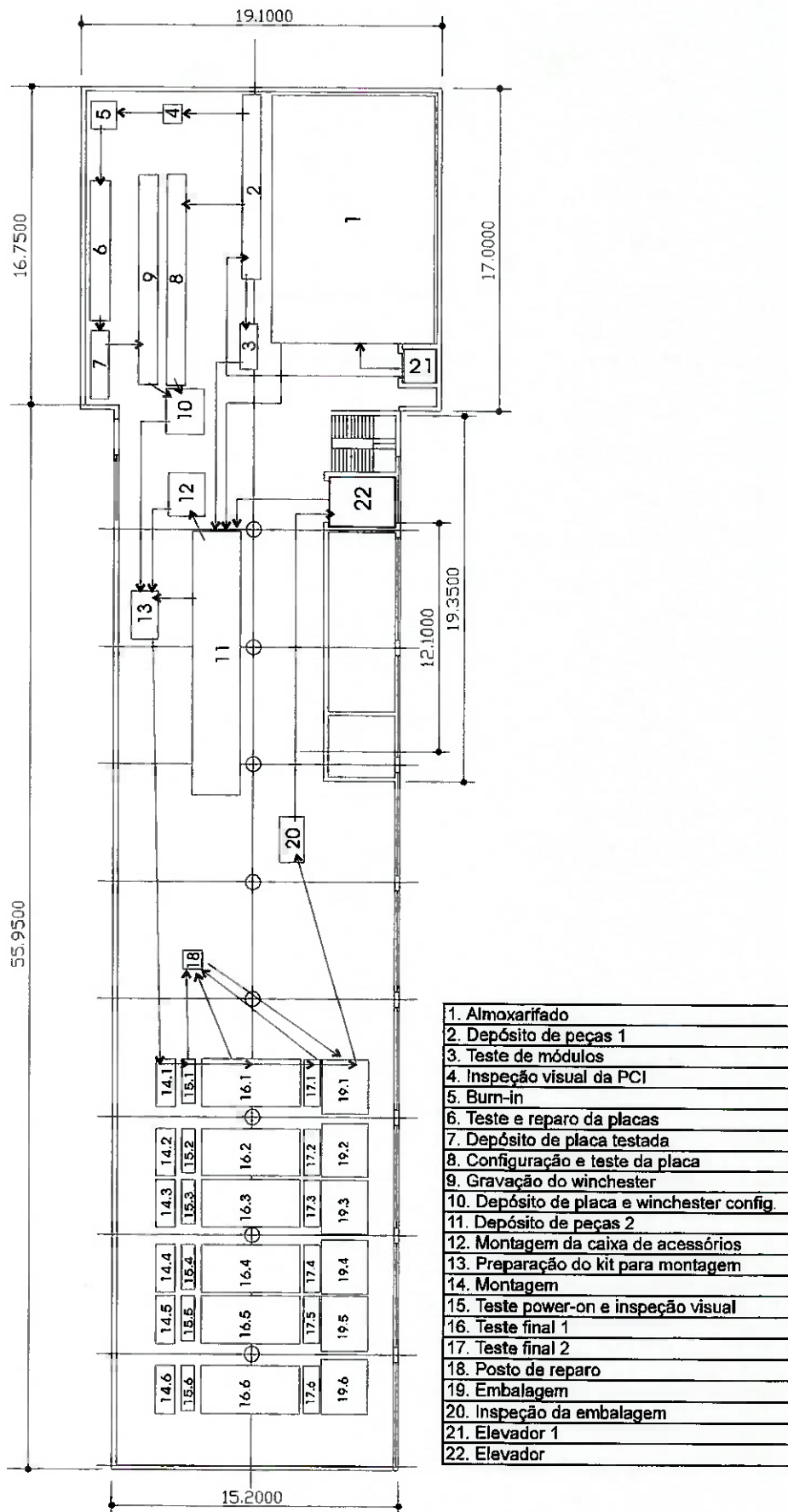


Figura 7.3: Arranjo físico - Alternativa C. (Elaborado pelo autor)

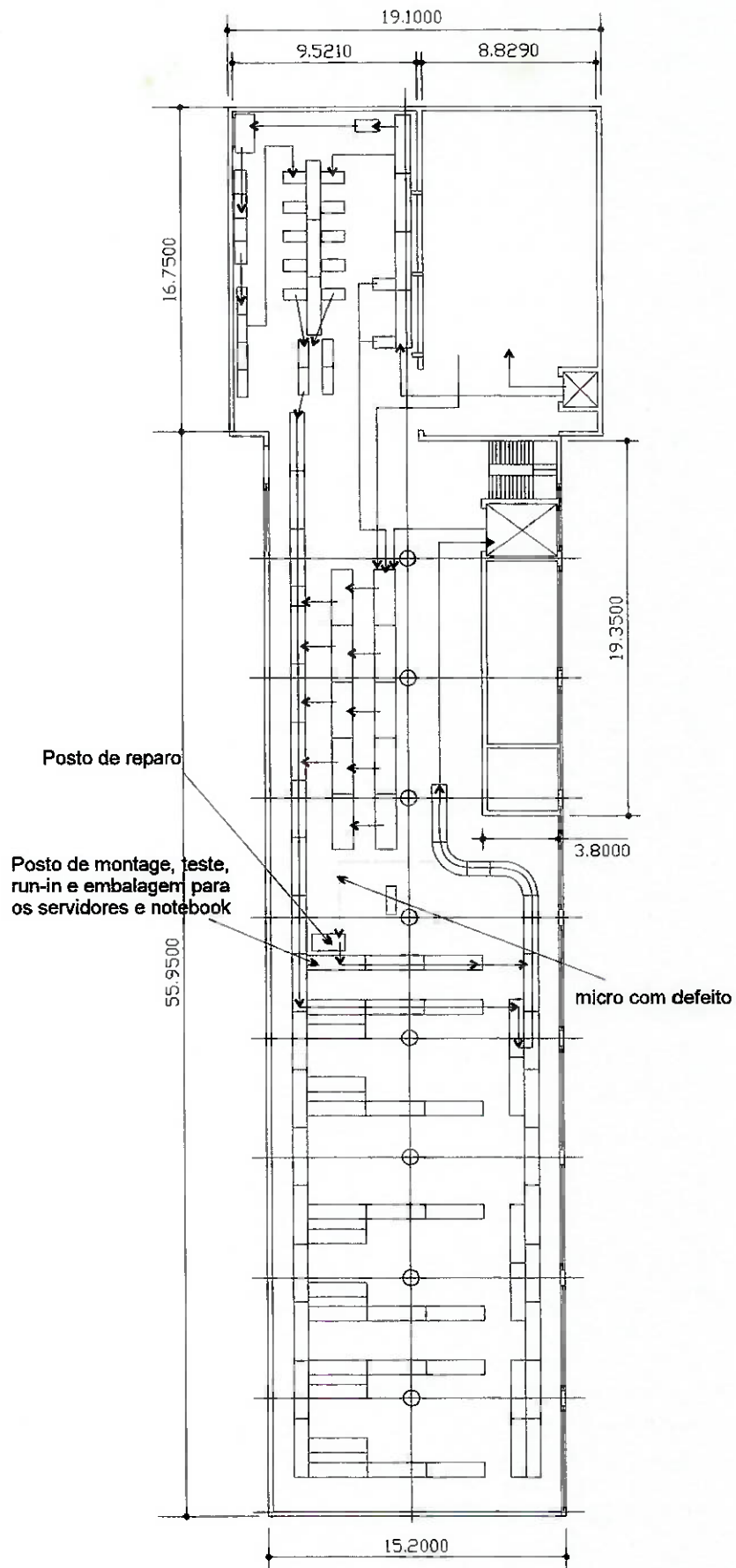


Figura 7.3.1: Arranjo físico detalhado para a alternativa C. (Elaborado pelo autor)

**Capítulo 8 - SELEÇÃO DAS
ALTERNATIVAS**

8.1. Seleção das Alternativas

A partir das 3 alternativas elaboradas, faremos a seleção das alternativas. Usaremos o método de avaliação da análise de fatores, descrito no livro de Muther [1]. Este método nos permite a avaliação dos planos, levando-se em conta os custos intangíveis (que não podem ser medidos em termos monetários).

Este método consiste em:

- listar os fatores considerados importantes para a seleção do melhor plano (8.1)
- dar um peso a cada um destes fatores escolhidos (seria a importância relativa de cada fator)
- fazer uma avaliação de cada fator para cada uma das alternativas (planos sugeridos) através de um código de avaliação
- calcular os valores ponderados chegando-se ao total de cada uma das alternativas
- escolher a alternativa melhor

8.2. Fatores e considerações na seleção do Arranjo físico

A partir dos objetivos traçados para a elaboração do projeto de lay-out, estabelecemos fatores que preenchem os requisitos anteriormente citados.

Fatores escolhidos:

- Adaptabilidade e versatilidade: facilidade de mudanças em variedade (produto, seqüência de operações, métodos de trabalho, espaço adicional para estoques).
- Flexibilidade do arranjo físico: facilidade de mudança do arranjo físico, mobilidade dos equipamentos.
- Eficiência do fluxo de materiais: eficiência da seqüência de operações, regularidade do modelo de fluxo.

- Eficiência de estocagem: eficiência dos estoques de materiais, facilidade de localização , identificação e controle de itens estocados.
- Utilização de espaços: grau de utilização em área e espaço cúbico disponível, eficiência de espaços de movimentação, facilidade em distribuir ou trocar espaços entre atividades semelhantes e balanceamento de áreas de acordo com a demanda.
- Facilidade de supervisão e controle: facilidade de controle dos supervisores, gerentes, ou administradores por suas respectivas áreas.
- Facilidade de implantação do lay-out: facilidade de se implantar a alternativa partindo-se do atual lay-out.

Estes fatores escolhidos passarão por uma avaliação (para cada alternativa elaborada), através da classificação das vogais mostrada na tabela 8.1.

Classificação das vogais e valores numéricos		
<i>Vogal</i>	<i>Descrição</i>	<i>Valor numérico</i>
A	Excelente	4
E	Muito bom	3
I	bom	2
O	Razoável	1
U	Fraco	0
X	Insatisfatório	-1

Tabela 8.1: A classificação das vogais e valores numéricos. (Transcrita de Muther [1])

8.3. Avaliação das Alternativas Propostas

Feita a escolha dos fatores de seleção de alternativas, nosso passo seguinte foi estabelecer a ponderação do valor para cada uma delas. Destacamos como o fator mais importante a facilidade de implantação do lay-out, à qual demos valor 10. As outras ponderações foram dadas priorizando-se os objetivos do trabalho: melhorar o fluxo de materiais, e também a possibilidade de mudança do arranjo em alguns postos (a partir do novo arranjo físico definido; o próximo passo seria um processo de melhoria contínua na linha de produção).

Os resultados obtidos deste estudo encontram-se na tabela 8.2.

Pelos resultados obtidos, vimos que a alternativa B foi escolhida com uma margem muito pequena (menos de 20% sobre as alternativa A e C). Isto nos motivou a uma reavaliação das alternativas por outras pessoas interessadas (chefe de produção, e o chefe de PCP) no sucesso do projeto (método de participação conjunta).

Os resultados obtidos nas outras avaliações encontram-se nas tabelas 8.2.1 e 8.2.2.

FOLHA DE AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

FATOR	PESO	ALTERNATIVA A			ALTERNATIVA B			ALTERNATIVA C		
		Avaliação	Pontos	Ponderação	Avaliação	Pontos	Ponderação	Avaliação	Pontos	Ponderação
1. Adaptabilidade e versatilidade	8	E	3	24	E	3	24	I	2	16
2. Flexibilidade do arranjo físico	8	E	3	24	I	2	16	E	3	24
3. Eficiência do fluxo de materiais	9	I	2	18	E	3	27	I	2	18
4. Eficiência de estocagem	6	I	2	12	E	3	18	I	2	12
5. Utilização de espaços	5	E	3	15	A	4	20	E	3	15
6. Facilidade de supervisão e controle	7	I	2	14	E	3	21	I	2	14
7. Facilidade de implantação do lay-out	10	E	3	30	I	2	20	E	3	30
TOTAIS				137			146			129

AVALIAÇÃO

- A - Ótimo (4 pontos)
- E - Muito Bom (3 pontos)
- I - Bom (2 pontos)
- O - Razoável (1 ponto)
- U - Fraco (0)

Tabela 8.2: Folha 1 de avaliação de alternativas. (Elaborada pelo autor)

FOLHA DE AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

FATOR	PESO	ALTERNATIVA A			ALTERNATIVA B			ALTERNATIVA C		
		Avaliação	Pontos	Ponderação	Avaliação	Pontos	Ponderação	Avaliação	Pontos	Ponderação
1. Adaptabilidade e versatilidade	8	I	2	16	E	3	24	I	2	16
2. Flexibilidade do arranjo físico	8	A	4	32	A	4	32	A	4	32
3. Eficiência do fluxo de materiais	9	E	3	27	A	4	36	I	2	18
4. Eficiência de estocagem	6	I	2	12	E	3	18	I	2	12
5. Utilização de espaços	5	E	3	15	E	3	15	I	2	10
6. Facilidade de supervisão e controle	7	I	2	14	E	3	21	I	2	14
7. Facilidade de implantação do lay-out	10	A	4	40	I	2	20	A	4	40
TOTAIS				156			166			142

AVALIAÇÃO

- A - Ótimo (4 pontos)
- E - Muito Bom (3 pontos)
- I - Bom (2 pontos)
- O - Razoável (1 ponto)
- U - Fraco (0)

Tabela 8.2.1 Folha 2 de avaliação de alternativas. (Elaborada pelo autor)

FOLHA DE AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

FATOR	PESO	ALTERNATIVA A			ALTERNATIVA B			ALTERNATIVA C		
		Avaliação	Pontos	Ponderação	Avaliação	Pontos	Ponderação	Avaliação	Pontos	Ponderação
1. Adaptabilidade e versatilidade	8	E	3	24	E	3	24	E	3	24
2. Flexibilidade do arranjo físico	8	A	4	32	A	4	32	A	4	32
3. Eficiência do fluxo de materiais	9	E	3	27	A	4	36	E	3	27
4. Eficiência de estocagem	6	I	2	12	A	4	24	I	2	12
5. Utilização de espaços	5	E	3	15	E	3	15	E	3	15
6. Facilidade de supervisão e controle	7	I	2	14	A	4	28	I	2	14
7. Facilidade de implantação do lay-out	10	A	4	40	I	2	20	A	4	40
TOTAIS				164			179			164

AVALIAÇÃO

- A - Ótimo (4 pontos)
- E - Muito Bom (3 pontos)
- I - Bom (2 pontos)
- O - Razoável (1 ponto)
- U - Fraco (0)

Tabela 8.2.2: Folha 3 de avaliação de alternativas. (Elaborada pelo autor)

8.4. Alternativa Selecionada e seus Benefícios

Percebe-se que a alternativa B obteve a maior pontuação em todas as avaliações (mesmo que por margem pequena), portanto esta alternativa (B) foi a escolhida. Um dos motivos para esta escolha foi o fato de termos um dos depósitos intermediários (depósito de peças 1) colocado dentro do almoxarifado (a área de almoxarifado foi aumentada); isto foi possível por termos uma área específica para a inspeção de recebimento das peças dentro agregado ao almoxarifado, sendo portanto mais fácil o controle destas peças. Conseqüentemente o fluxo de materiais na produção será "aliviada" (aumentará o fluxo dentro do almoxarifado), a alimentação dos depósito de peças 2 será feita uma vez por dia, conforme planejamento.

Esta alternativa elimina o cruzamento de fluxo, uma vez que o elevador 1 (o menor, ao lado do almoxarifado) será usado para o transporte de materiais de almoxarifado e também dos materiais que iriam ao depósito de peças um, pois a entrada do almoxarifado seria bem ao lado do elevador e a saída de materiais à frente dos postos de configuração de placa e gravação de winchester (como o mostrado na figura 6.10).

8.5. Detalhamento da Alternativa

8.5.1. Arranjo Físico Detalhado

Mostraremos agora o arranjo físico geral e detalhado da alternativa selecionada (Figura 8.1). E nas figuras seguintes, detalharemos os postos de operação.

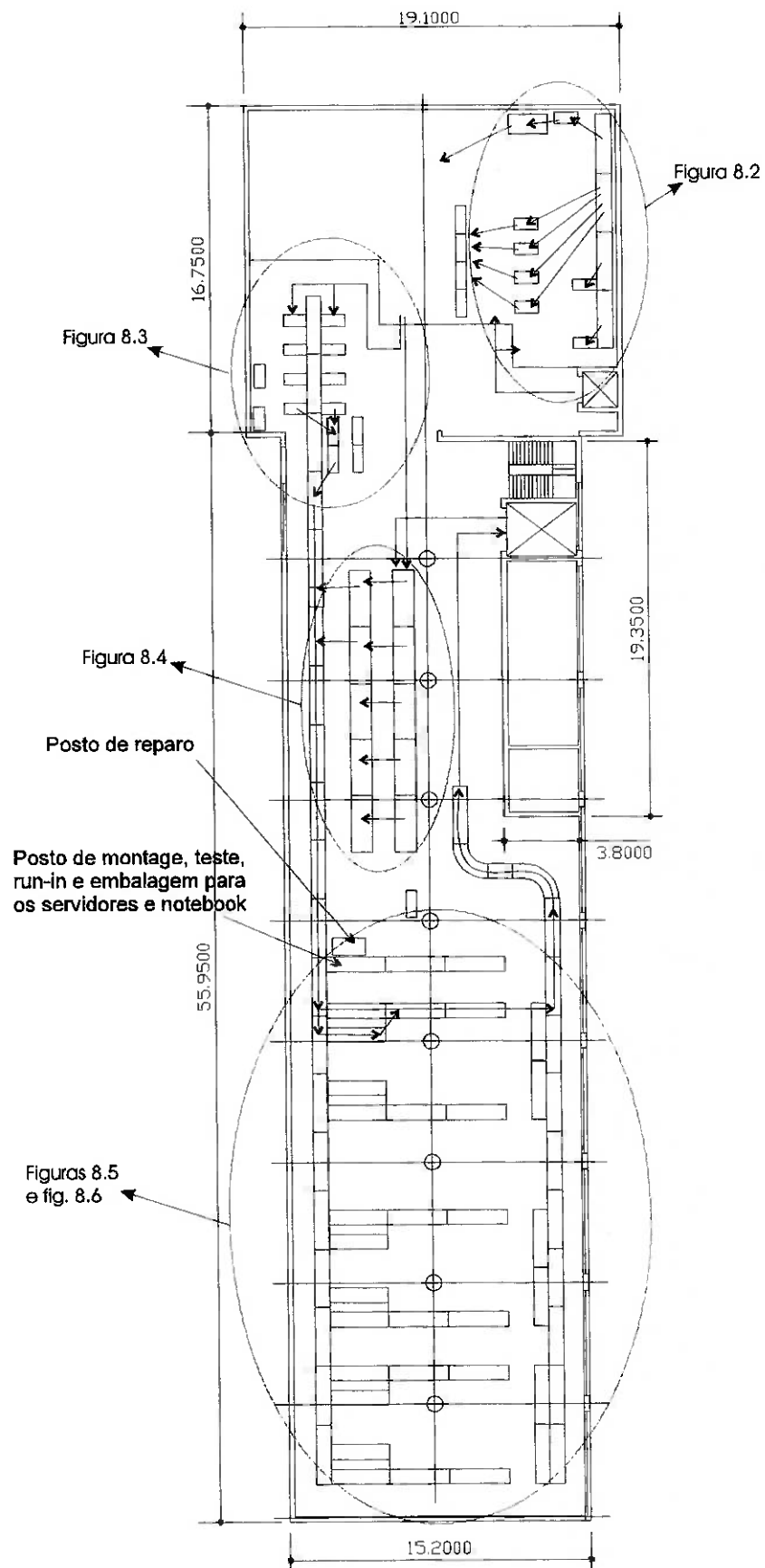


Figura 8.1: Alternativa de arranjo físico escolhido, com fluxo básico. (Elaborado pelo autor)

Como já foi dito anteriormente, os postos de inspeção visual, burn-in e teste de placa se encontram agregados ao almoxarifado, junto com os testes de módulos (mouse e teclado), e ao lado do elevador (figura 8.2).

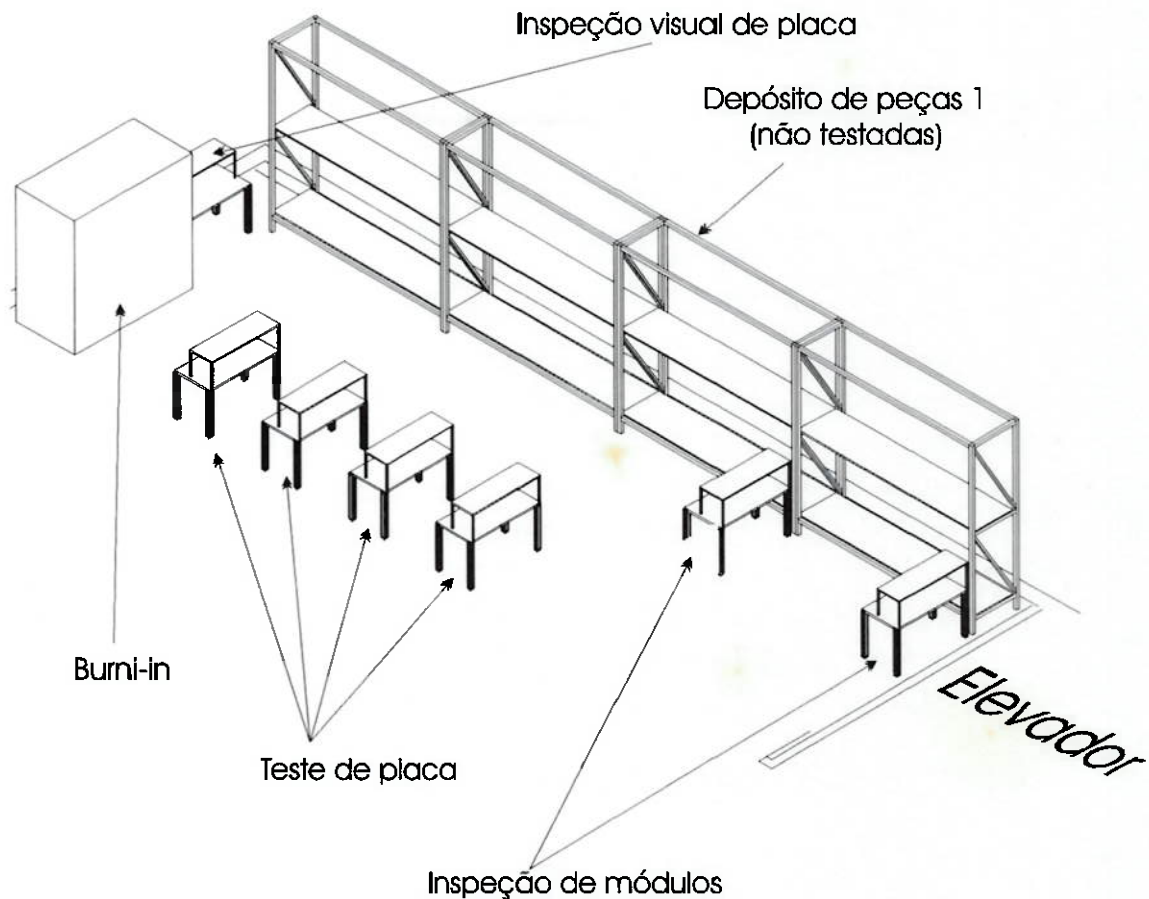


Figura 8.2: Nova área de teste de módulos e teste de placa inicial. (Elaborada pelo autor)

A gravação de winchester, e a configuração e teste de placa se encontram ao lado da esteira; a alimentação pode ser feita diretamente do almoxarifado, ou pode-se colocar um depósito intermediário junto à parede do fundo (há espaço para as estantes que eram usadas anteriormente no run-in). O depósito de placa configurada e winchester gravado tem capacidade para aproximadamente 320 conjuntos placa/winchester (80 em cada bancada). Durante todo o projeto, a bancada com o servidor foi agregada ao posto de configuração e teste de placa, e a bancada para a impressão do número de série agregada à gravação de winchester para facilitar a determinação de áreas, mas no lay-out detalhado, eles foram colocados junto à parede como mostra a figura 8.3.

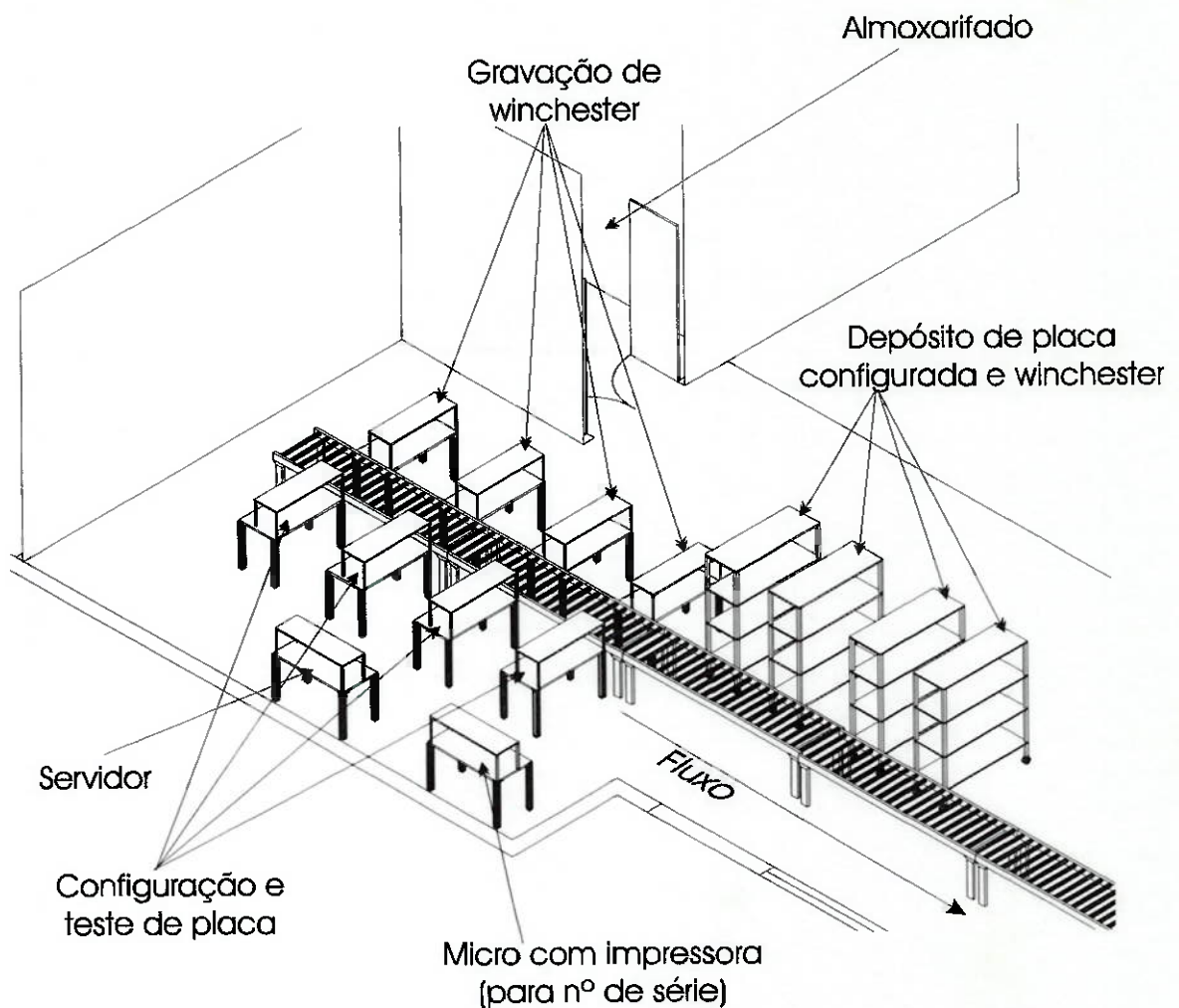


Figura 8.3: Novo posto de configuração e teste de placa, e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)

Os postos de montagem da caixa de acessórios e preparação para o kit para a montagem não sofreram maiores alterações, apenas no ponto de vista de planejamento, onde as estantes perto da esteira armazenam o material que será usado no dia, e as estantes atrás com a produção do dia seguinte (o almoxarifado alimenta as estantes da parede, estas por sua vez alimentam as estantes à frente) como pode ser visto na figura 8.4..

Estantes onde estão os acessórios para montagem da caixa de acessório e dos outros acessórios (kit multimedia, placa de rede, disk-drive, DAT, etc)
 As estantes à frente (mais perto da esteira) contêm material para produção do dia, e as estantes de trás contêm materiais para produção do dia seguinte

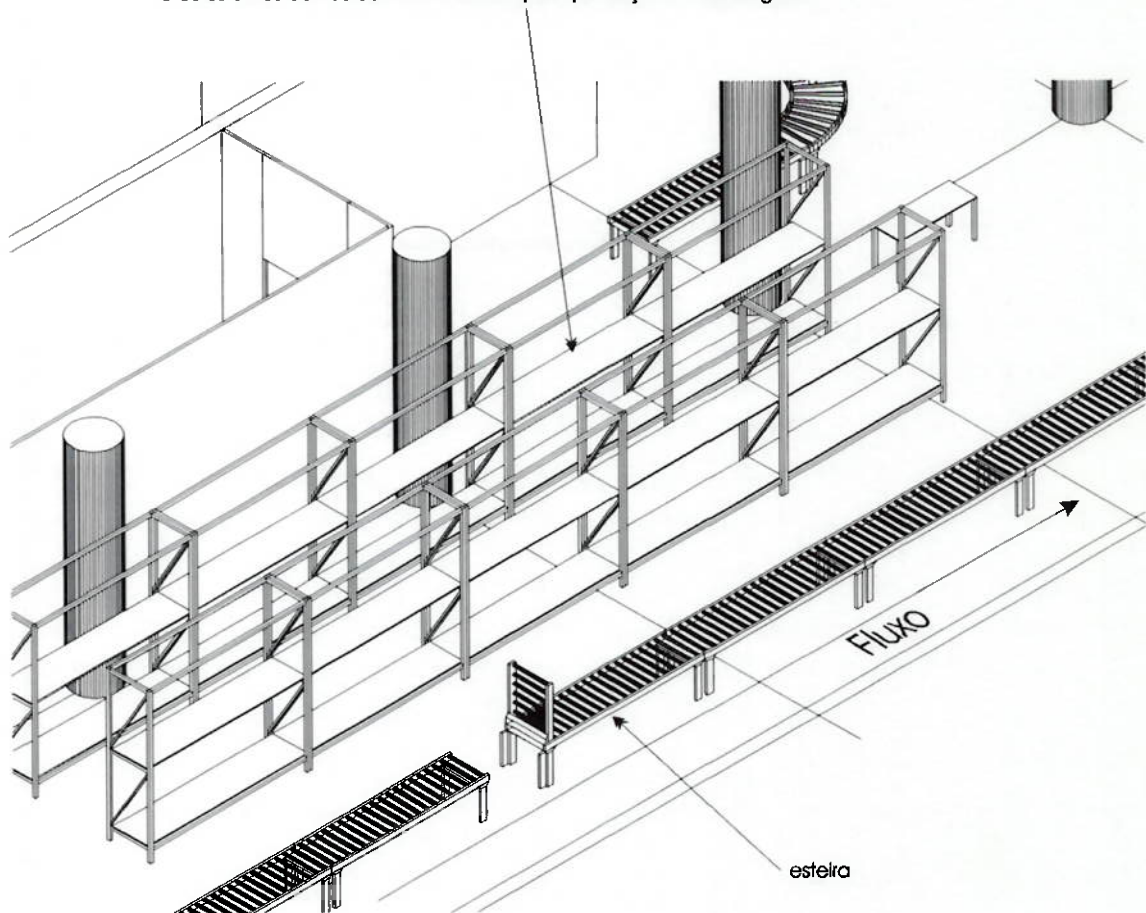


Figura 8.4: Posto de montagem de caixa de acessórios e preparação de kit para montagem. (Elaborado pelo autor)

Nos posto de montagem, inspeção visual, teste 1, teste 2 e embalagem aparecem as maiores modificações (figura 8.5). Para a montagem seriam necessários 1,5 metros da esteira (cada esteira tem 3 metros de comprimento), 70 centímetros seriam usados para a inspeção visual, e o restante da esteira, mais a esteira seguinte inteira e mais 2/3 da outra esteira seriam reservados para o teste 1 (capacidade para 9 máquinas), o restante da última esteira (1/3) seria usado para o teste 2.

Para o posto de teste 1 é necessário um estudo mais detalhado, pois se trata de uma movimentação com as máquinas ligadas. Precisamos que as máquinas se movimentem ligadas por aproximadamente 6 metros, de modo que não haja entrelaçamento entre os cabos (o funcionário perderia muito tempo desembaralhando os cabos); para isto, após muito estudo

decidimos, antes de se fazer qualquer investimento extra, o uso de cabos bem compridos (aproximadamente 4 metros) e para que os cabos não enrolem, pintamos os dois terminais do cabos com a mesma cor (uma cor diferente para cada cabo). Deste modo, quando a máquina termina o teste, o cabo é desconectado nos dois extremos e conectado novamente na outra máquina, as cores servem para não se desconectar o cabo errado. Explicando melhor o problema: imagine que a régua com as tomadas estejam na vertical, cada cabo ligado a uma máquina (e as máquinas dispostas ao longo da esteira), quando a primeira máquina terminar o teste final e for desconectada apenas o terminal ligado à máquina, no momento da volta do cabo ao posto inicial, a tendência de volta deste cabo é pela frente dos outros, ou seja após algumas idas e vindas, os cabos se enrolarão entre si, daí o motivo de se desconectar as duas extremidades do cabo.

A esteira paralela e grudada à esteira de transporte motorizada seria usada como posto de embalagem (figura 8.6). O espaço reservado para as caixas e bandejas de papelão é suficiente para 40 conjuntos (caixa/bandeja), como cada conjunto é montado em 1,5 minutos, o funcionário responsável poderá alimentar os 3 postos de embalagem tranqüilamente.

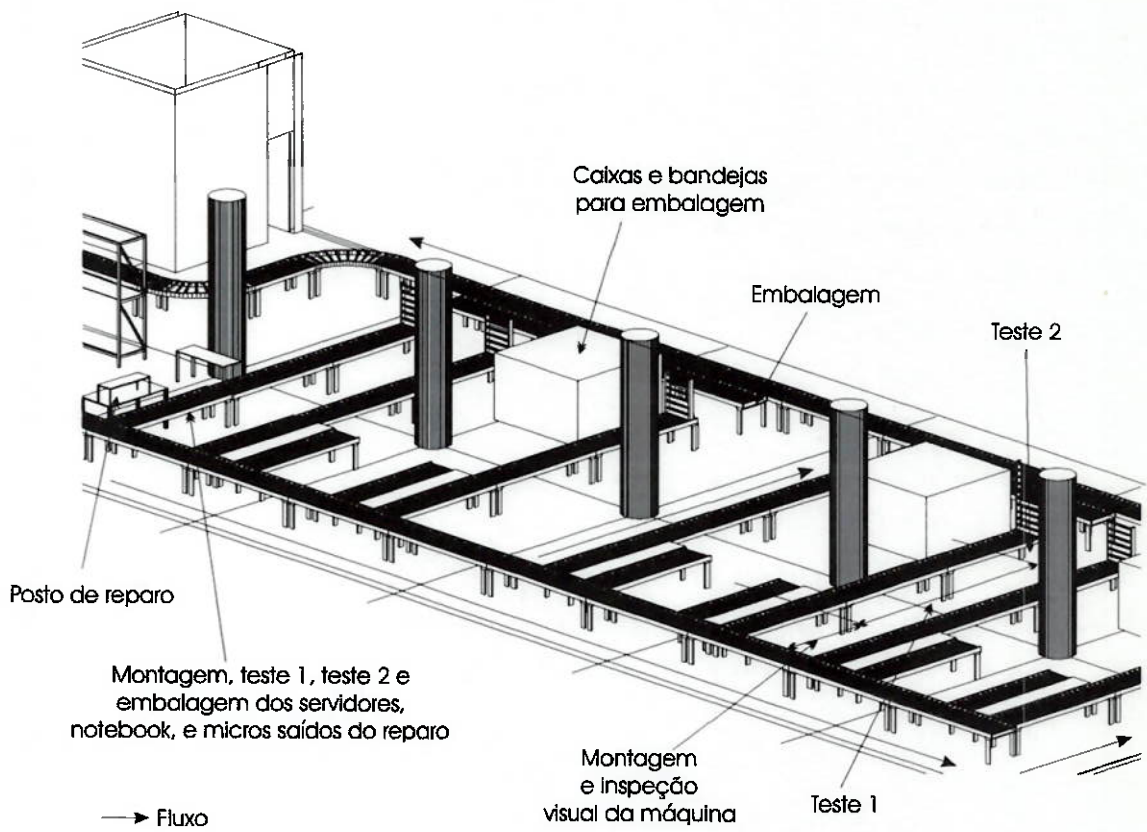


Figura 8.5: Vista dos novos postos de montagem, teste 1, teste 2, embalagem e posto de reparo. (Elaborada pelo autor)

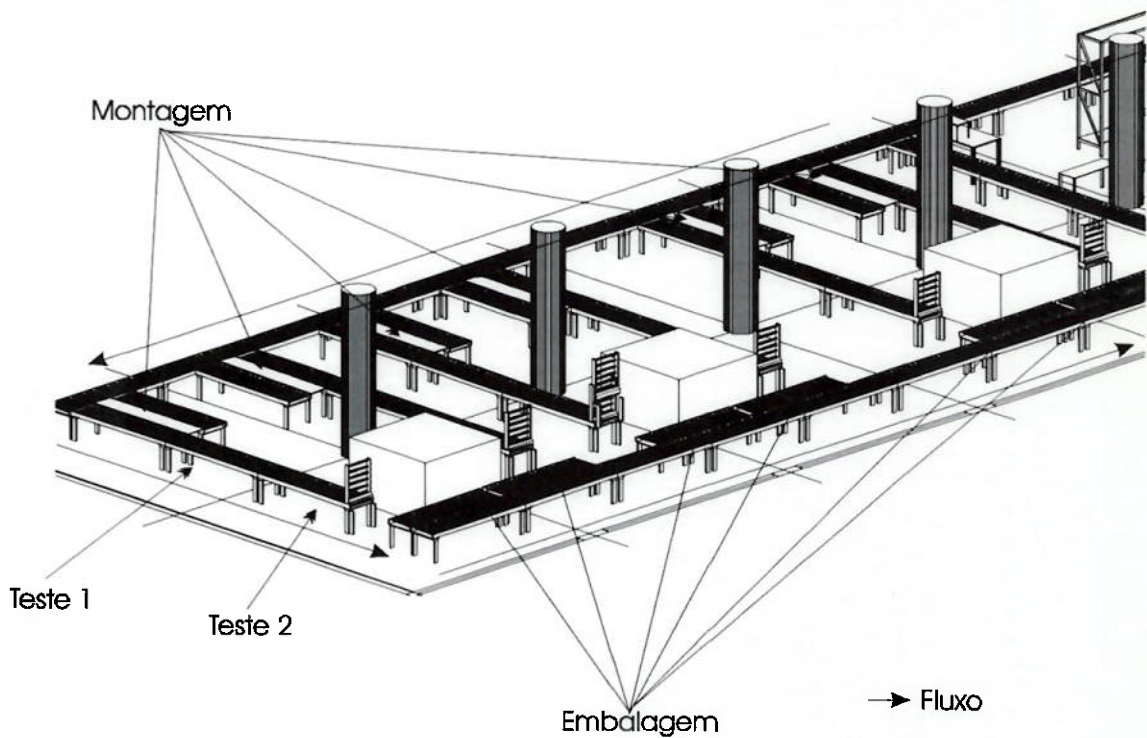


Figura 8.6: Vista do posto de embalagem. (Elaborada pelo autor)

Capítulo 9 - PLANO DE IMPLANTAÇÃO

9.1. Plano de Implantação

Após o arranjo físico definido e aprovado, é necessário se estabelecer um planejamento para a sua mudança.

Primeiro definiremos o plano de implantação das células a partir da montagem, por etapas:

- Como já foi dito anteriormente, 3 postos de montagem estão ociosos, e uma bancada de testes também; iremos utilizar uma destas bancadas de montagem e a bancada de teste para a simulação da primeira célula, já no formato definido pelo novo lay-out (esta célula já está montada, pois durante o estudo sobre a mudança nos procedimentos de run-in e teste final já havíamos alterado uma das células para a simulação e viabilidade dos novos procedimentos definidos - teste 1 e teste 2). Nesta etapa por ser experimental, usaremos adaptações em sua estrutura detalhada: fabricaremos cabos com o comprimento determinado, usaremos 2 monitores (um no início do posto de teste 1 e outro no posto de teste 2), os monitores e teclados ficarão em uma bancada usada anteriormente no run-in que estará atrás da esteira (ergonomicamente é ruim, pois o funcionário terá dificuldade para alcançar o teclado) (figura 9.1).
- Será feito um treinamento dos funcionários responsáveis pelos postos envolvidos.
- Após toda a aprovação e sugestões com relação aos novos postos, será definida a forma com que cada um dos postos (teste 1 e teste 2) será suprido, a disposição dos monitores, a colocação das tomadas, a posição dos teclados e mouses. Os suportes necessários para os monitores e mouses serão providenciados (comprados ou montados na própria empresa, já que existe um responsável pela manutenção que também cuida desta parte).

- Cada dia duas células serão montadas, desta forma não será necessária a parada da produção ou o uso de hora-extra para a mudança do arranjo físico (pelo menos nesta etapa do planejamento, onde só serão mudados os postos a partir da montagem).

Já para o almoxarifado, a mudança será um pouco mais complexa, pois iremos mudar o almoxarifado de lugar:

- primeiro iremos mudar os postos de inspeção de módulos, inspeção visual de placas, o burn-in e o teste de placas para o 1º andar (é vazio, prevendo futuras instalações para aumento de produção). Os postos de gravação de winchester e configuração e teste de placa serão colocados mais perto da montagem da caixa de acessórios (figuras 9.2a e 9.2b). Deste modo a área para o futuro almoxarifado estará livre, podendo assim ser iniciada a colocação das divisórias que definirão o almoxarifado (figura 9.3).
- a mudança dos locais de armazenamento terá que ser feito durante um sábado, podendo-se usar toda a mão de obra disponível na produção (figura 9.4). Para a mudança poderão ser usadas as estantes que eram usadas no run-in para o transporte, já que são estantes móveis.

obs: durante a colocação da divisória, a produção continuará normalmente, apenas os postos de inspeção, configuração de placa e gravação estarão parados durante as mudanças acima citadas (no caso do teste e configuração de placa, e a gravação de winchester, já serão colocados no local definitivo). Como a produção se encontra na metade da capacidade, um dia antes desta mudança será possível a formação de um estoque suficiente para praticamente um dia, não afetando na montagem dos computadores.

Deste modo, em menos de duas semanas seria possível esta mudança de arranjo físico (a principal facilidade é que as esteiras por serem leves são de fácil movimentação, necessitando de apenas 2 pessoas para sua movimentação).

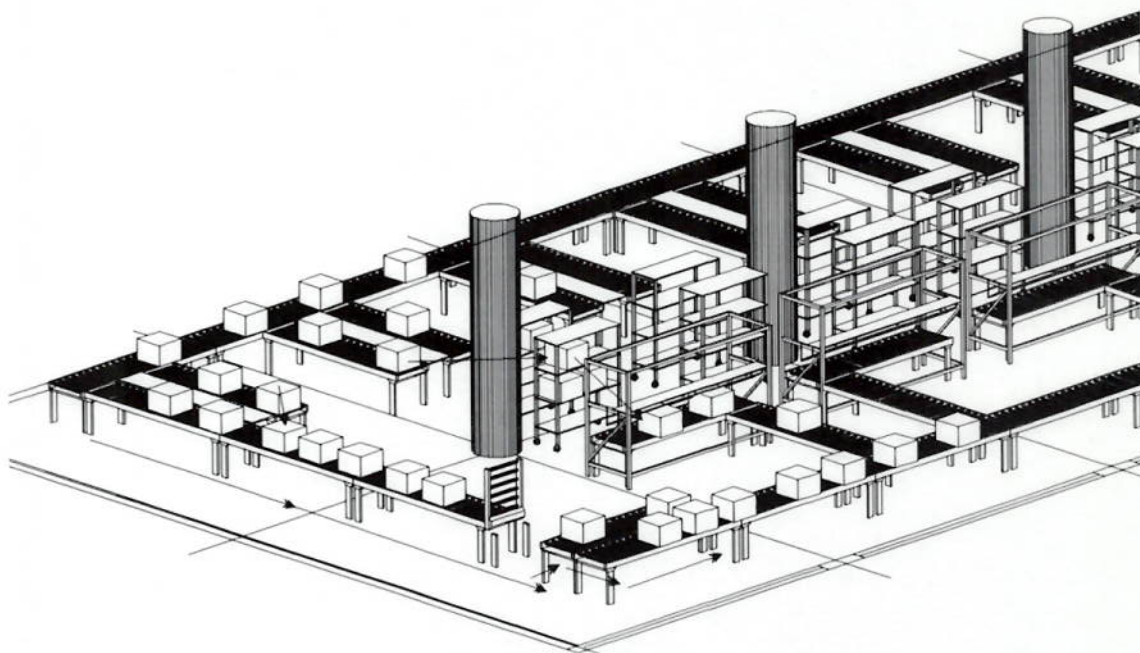


Figura 9.1: 1º passo - modificar a primeira célula de trabalho para o novo lay-out, após testes e treinamento iremos modificar as outras células em seqüência, da esquerda para a direita da figura. (Elaborado pelo autor)

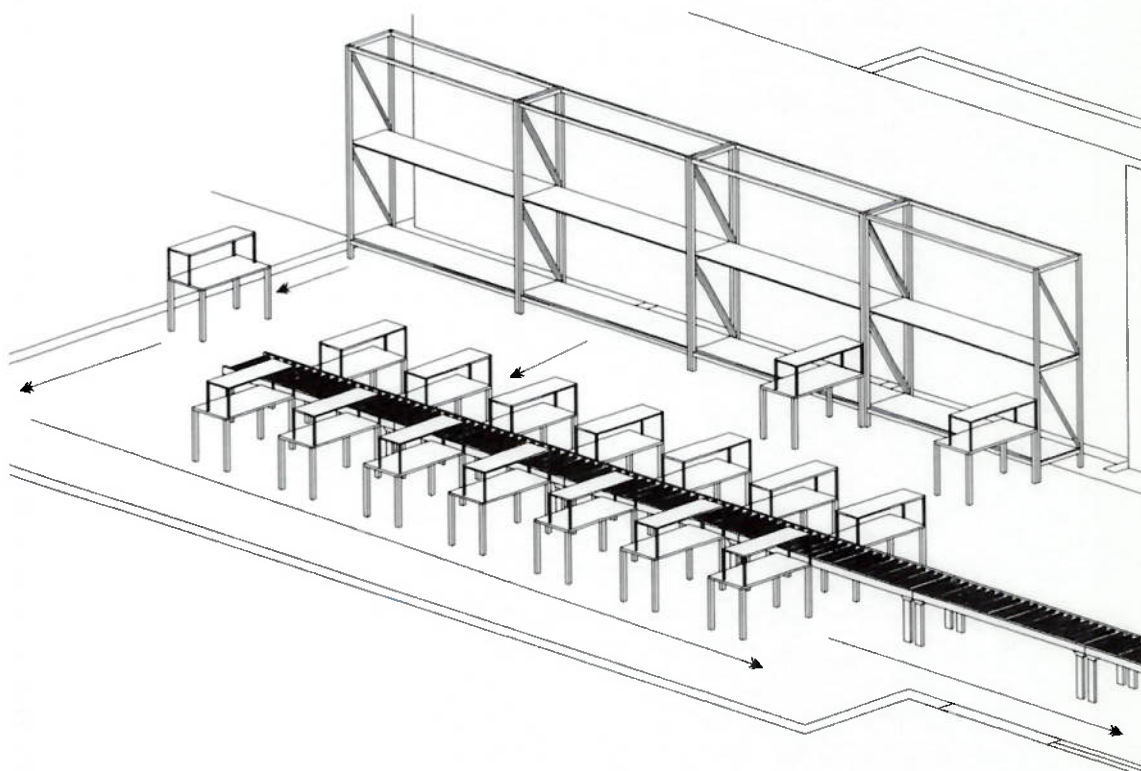


Figura 9.2(a): Vista dos postos de inspeção visual, teste e configuração de placa, e gravação de winchester no lay-out antigo. (Elaborada pelo autor)

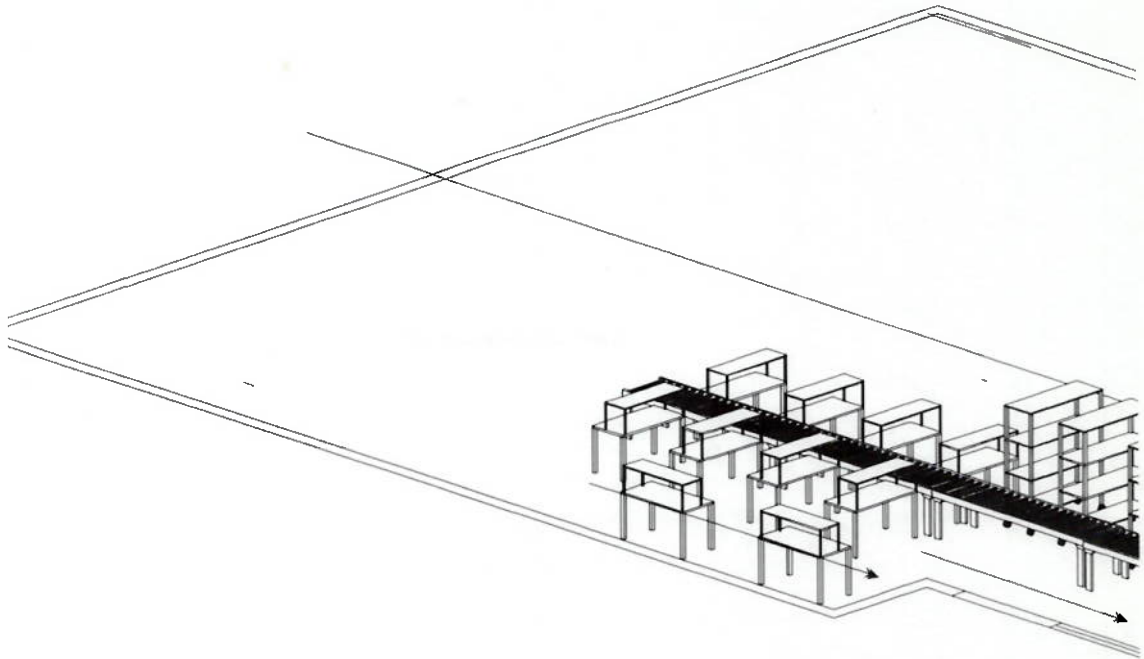


Figura 9.2 (b): Aqui estão apenas os postos de configuração e teste de placa configurada, e os postos de gravação de winchester; os outros postos foram deslocados para o primeiro andar a fim de desocupar a área a ser utilizada no futuro almoxarifado. (Elaborado pelo autor)

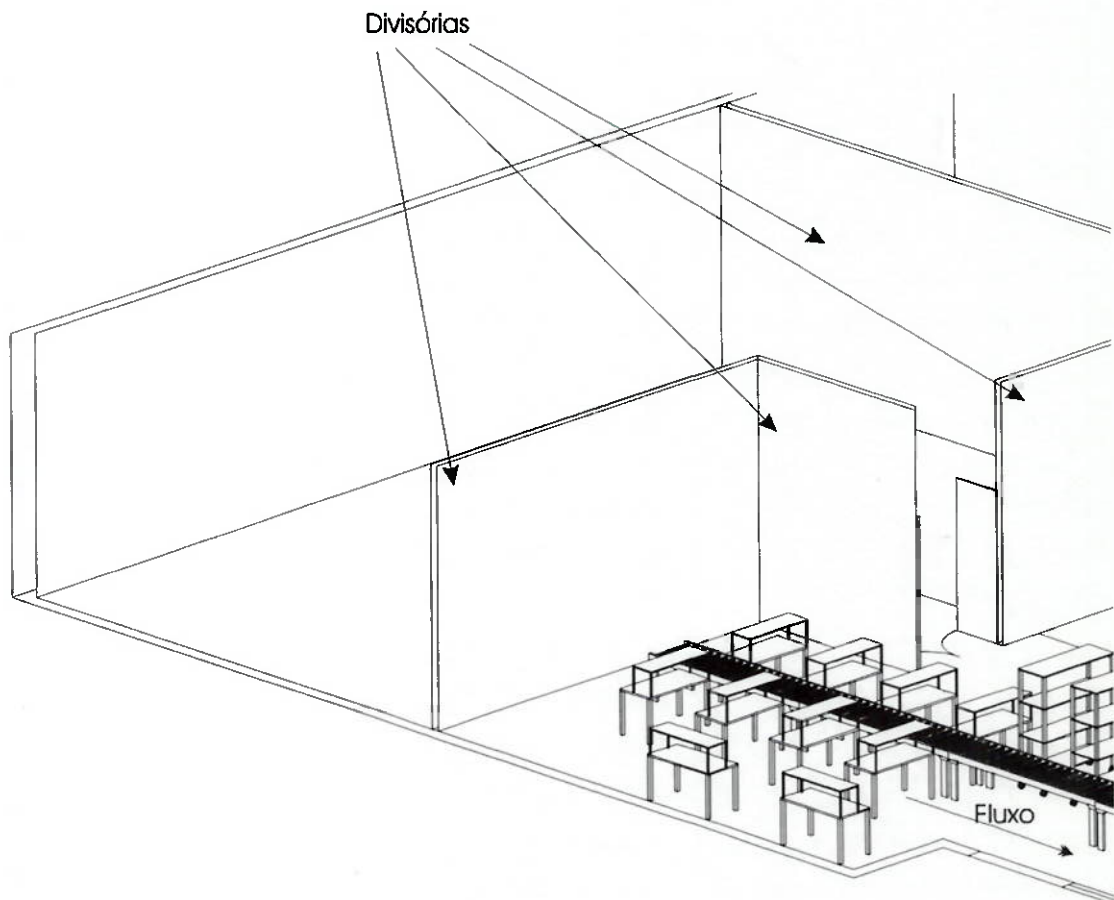


Figura 9.3: Colocação das novas divisórias do almoxarifado. (Elaborada pelo autor)

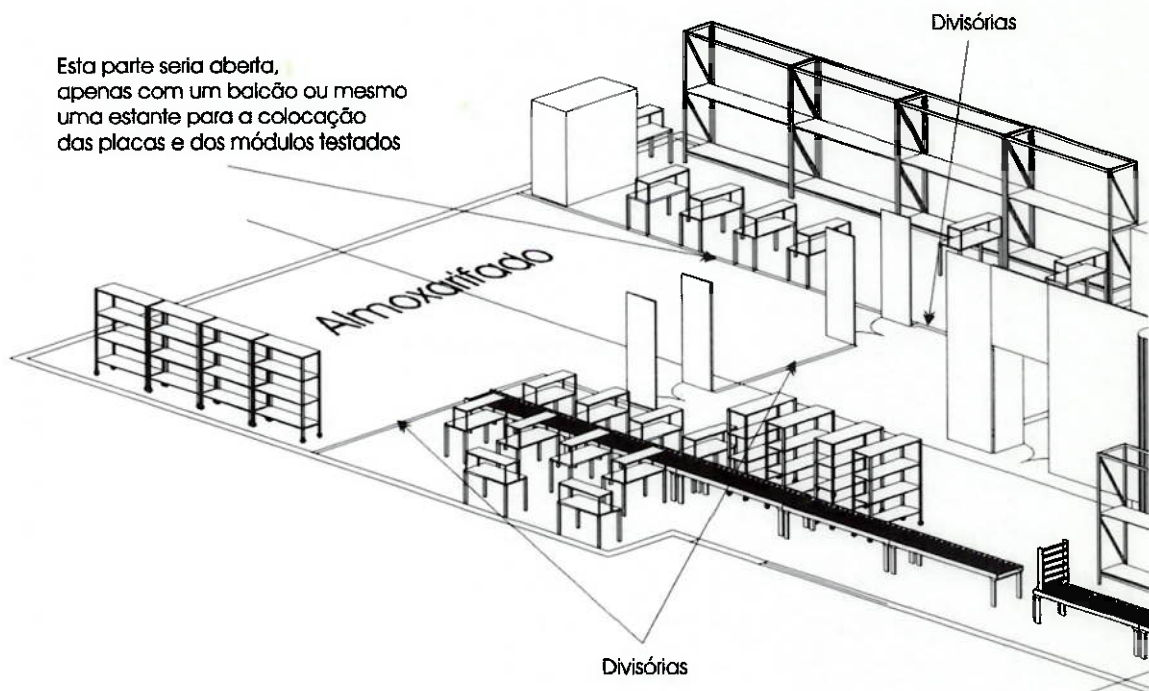


Figura 9.4: Disposição final do almoxarifado, dos postos de inspeção e teste de placa e módulos, postos de configuração e teste de placa configurada, e gravação de winchester. (Elaborado pelo autor)

Para um melhor entendimento do plano de implantação, mostraremos uma tabela (tabela 9.1) com as atividades envolvidas e o gráfico de Gantt correspondente (a data é hipotética):

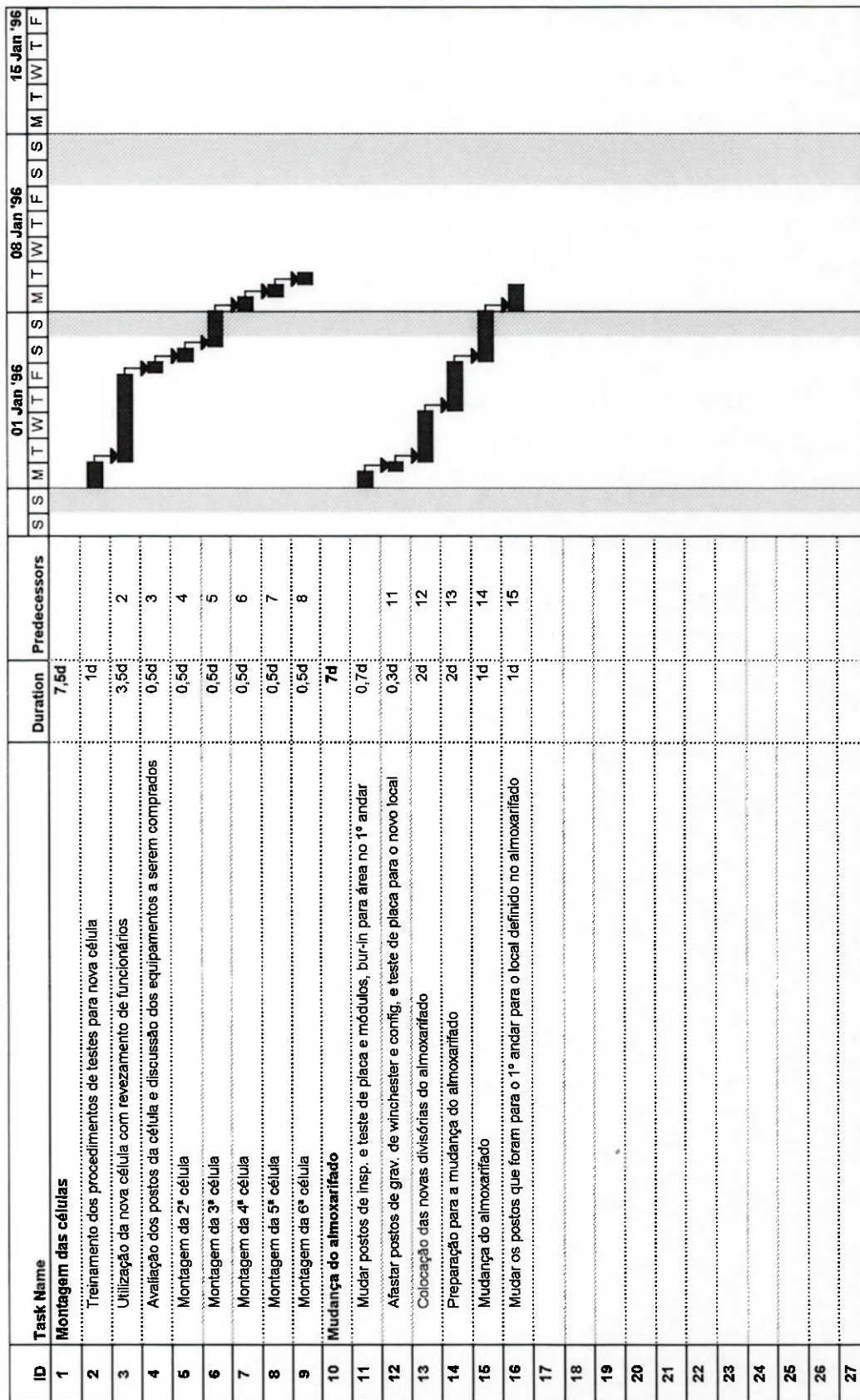


Tabela 9.1: Atividades do plano de implantação e gráfico de Gantt. (Elaborados pelo autor)

Capítulo 10 - CONCLUSÃO

10.1. Conclusão

O fato de a empresa estar montando uma média de quase 150 máquinas/dia, sendo a meta 300 máquinas/dia, ajudou de certo modo a encobrir certos problemas do lay-out atual. Explicando melhor: se a produção fosse aumentada para 300 máquinas/dia, as montadoras conseguiriam montar estas máquinas, porém o posto de teste final não conseguiria testar 300 máquinas/dia; de certo modo, este gargalo estava sendo encoberto pela baixa produção. O antigo lay-out não permitiria o aumento dos postos de teste e embalagem para a produção esperada.

A definição sobre a mudança no lay-out nos obrigou a um estudo mais detalhado nos postos de run-in e teste final, assim fizemos modificações nestes procedimentos que permitiram o balanceamento da linha, e ao mesmo tempo eliminamos transportes manuais na produção (no novo lay-out, o transporte por esteira é feito desde a gravação de winchester e configuração de placa até o posto de inspeção de embalagem, e deste posto até o elevador que o leva à expedição, é transportado por carrinho, através de pallet) (tabela 10.1 e tabela 10.2):

Postos críticos: Montagem e teste final

Posto	Atual arranjo físico		Novo arranjo físico		Aumento (%)	
	Capacidade	nº de funcionários	Capacidade	nº de funcionários	Capacidade	nº de funcionários
Montagem	430 máq/dia	12	430 máq/dia	12	0%	0%
run-in/teste final*	190 máq/dia	8	430 máq/dia	12	126%	50%

* No atual arranjo físico existem 6 bancadas de teste final, portanto são 6 funcionários de teste final, e mais 2 funcionários para o run-in. Já no arranjo a ser implantado, serão 6 bancadas, com 6 funcionários para o teste 1 e mais 6 funcionários para o teste 2.

Tabela 10.1: Melhoras no principal gargalo encontrado. (Elaborado pelo autor)

O fato de colocarmos os postos de inspeção e teste de materiais agregado ao almoxarifado, nos permitiu a diminuição do fluxo de materiais na área considerada de produção, a movimentação agora é feita na área de almoxarifado. A mão de obra do almoxarifado, sendo de certo modo ociosa, poderá ser utilizado agora, não só para o armazenamento de materiais no almoxarifado, como também para a alimentação da linha

de produção (antes o próprio funcionário responsável pelo posto ia ao almoxarifado buscar o material necessário). Deste modo, consideramos toda a movimentação de materiais na área de almoxarifado como sendo zero no nosso estudo de ganho (tabela 10.2).

O controle de peças em estoque também será mais fácil, pois praticamente todos os itens serão armazenados no almoxarifado (antes, os teclados, mouses, placas, winchesters ficavam armazenados fora do almoxarifado, em bancadas, obrigando o responsável pelo almoxarifado a ir constantemente ao local para checar os níveis de estoque).










		Nº (Antes)		Nº (Agora)		
Nº de esperas		7		3		
Nº de operações		8		9		
Nº de inspeções		9		9		
Nº de armazens		4		4		
TRANSPORTES:		Nº	Dist.(m)	Nº	Dist.(m)	Ganho(%)
Transporte por esteira		4	39,6	3	23,0	41,9%
Transporte manual		12	25,3	1	1,8	92,9%
Transporte por carrinho		8	83,4	10	81,9	1,8%
Transporte por elevador		6		2		
Transporte por elevador 1		0		4		

Tabela 10.2: Ganho no transporte de materiais no novo arranjo físico. (Elaborado pelo autor)

Com relação ao trabalho, usando o sistema SLP, nos preocupamos mais com o fluxo de materiais nos elevadores, por isto ser um fator limitante, e não tanto no cruzamento de fluxos, pois o fluxo de materiais é relativamente baixo (tanto em variedade como também em volume). O fluxo de materiais para alimentação dos depósitos intermediários pode ser feito na maioria dos postos uma vez ao dia (se houver um bom planejamento de trabalho, não haverá nenhum cruzamento), e a partir da preparação do kit de montagem, a linha é

celular, não havendo cruzamento de fluxo. A princípio, para o envio da máquina à expedição, cogitou-se da compra de um elevador por gravidade, que seria instalado externamente à empresa, mas o seu alto custo fez com que os Diretores desistissem da idéia.

Quanto à futura expansão da empresa, a empresa tem uma área praticamente igual (um pouco menor) à área em que desenvolvemos o trabalho, no 1º andar. No 4º andar, há um local onde estão os arquivos mortos e equipamentos inativos. O almoxarifado também pode ser reestruturado, pois aproximadamente 25% dos materiais são inativos, e estes materiais são de uso da assistência técnica (1º andar), podendo ser estocados em outro lugar.

ANEXOS

Anexo 1

Lista de Produtos



Features / Modelos	G130	G520
Processador		
Veloc. Processador (MHz)	Intel DX4-75 MHz	Intel DX-50, DX2-66, DX4-100
Upgradable Overdrive Proc.	Não	Sim, Pentium Overdrive
Energy Star	Sim	Sim
Design do Sistema		
Arquitetura Bus	VESA/ISA	PCI/ISA
BIOS	Flash BIOS, Plug & Play	Flash BIOS, Plug & Play
Mem. Sistema (padrão/máx.)	4/20 MB	4/128 MB SIMMs
Veloc. RAM (ns)	70	70
Cache (interna/externa)	16 KB Interna	256 KB externa (opcional)
Slots de Expansão	2	4
Tipo (full, half ou PCIMCIA)	PCMCIA	1 PCI full size, 1 PCI/ISA full size 1 ISA half size, 1 ISA full size
Periféricos	2	3
Formatos	2,5" e 3,5"	3,5" e 5,25"
Armazenamento de Dados		
Disco Flexível	1,44 MB	1,44 MB, 1,2 MB
Disco Rígido	340 MB, 540 MD IDE	540 MB, 850 MB, 1,08 GB IDE 1,0 GB, 2,0 GB SCSI
Interface de Disco	Padrão IDE	PCI Enhanced IDE, Standard IDE Opcional Adaptec PCI/SCSI Adapter
Backup	Não disponível	2,0 GB SCSI DAT
CD-ROM	Não disponível	600 MB Quad Speed IDE ou SCSI
Multimídia		
Telephony Center	Não disponível	Sim
Multimedia Center	Não disponível	Sim
Vídeo		
Tipo de vídeo	10,3" Color Dual Scan	SVGA, 64-bit DRAM Graphics
Barramento	VESA	PCI
Memória Vídeo (padrão/máx.)	512 KB	1 MB/2 MB DRAM
Resolução Máxima	640x480, 256 cores	1280x1024, 256 cores
Outras características		
Duração Bateria (horas)	3,0 horas	Não Disponível
Fonte	Não se aplica	150 Watts
Dimensões (cm) (alt.xcomp.xprof.)	26,7x20,3x4,57 cm	10,4x41,4x38,4 cm
Peso (kg)	2,3 kg	7,9 kg
Softwares		
Softwares PC&C	Sim	Sim
MS-DOS	Sim	Sim
MS-Windows for Workgroups	Sim	Sim



Featuras / Modelos	G530	G620
Processador		
Veloc. Processador (MHz)	Intel DX-50, DX2-66, DX4-100	Intel Pentium 75,90,100, MHz
Upgradable Overdrive Proc.	Sim, Pentium Overdrive	Sim, futuro Overdrive para Pentium
Energy Star	Sim	Sim
Design do Sistema		
Arquitetura Bus	PCI/ISA	PCI/ISA
BIOS	Flash BIOS, Plug & Play	Flash BIOS, Plug & Play
Mem. Sistema (padrão/máx.)	4/128 MB SIMMs	4/102 MB SIMMs
Veloc. RAM (ns)	70	70
Cache (interna/externa)	256 KB externa (opcional)	256 KB externa standard
Slots de Expansão	8	4
Tipo (full, half ou PCIMCIA)	3 PCI full size 5 ISA full size	1 PCI full size, 1 PCI/ISA full size 1 ISA half size, 1 ISA full size
Periféricos	6	3
Formatos	3,5" e 5,25"	3,5" e 5,25"
Armazenamento de Dados		
Disco Flexível	1,44 MB, 1,2 MB	1,44 MB, 1,2 MB
Disco Rígido	540 MB, 850 MB, 1,08 GB IDE 1,0 GB, 2,0 GB SCSI	540 MB, 850 MB, 1,08 GB IDE 1,0 GB, 2,0 GB SCSI
Interface de Disco	PCI Enhanced IDE, Standard IDE Opcional! Adaptec PCI/SCSI Adapter	PCI Enhanced IDE, Standard IDE Opcional! Adaptec PCI/SCSI Adapter
Backup	2,0 GB SCSI DAT	2,0 GB SCSI DAT
CD-ROM	600 MB Quad Speed IDE ou SCSI	600 MB Quad Speed IDE ou SCSI
Multimídia		
Telephony Center	Sim	Sim
Multimedia Center	Sim	Sim
Vídeo		
Tipo de vídeo	SVGA, 64-bit DRAM Graphics	SVGA, 64-bit DRAM Graphics
Barramento	PCI	PCI
Memória Vídeo (padrão/máx.)	1 MB/2 MB DRAM	1 MB/2 MB DRAM
Resolução Máxima	1280x1024, 256 cores	1280x1024, 256 cores
Outras características		
Duração Bateria (horas)	Não Disponível	Não Disponível
Fonte	250 Watts	150 Watts
Dimensões (cm) (alt.xcompr.xprof.)	44,4x17,8x41,9 cm	10,4x41,4x38,4 cm
Peso (kg)	15,5 kg	7,9 kg
Softwares		
Softwares PC&C	Sim	Sim
MS-DOS	Sim	Sim
MS-Windows for Workgroups	Sim	Sim



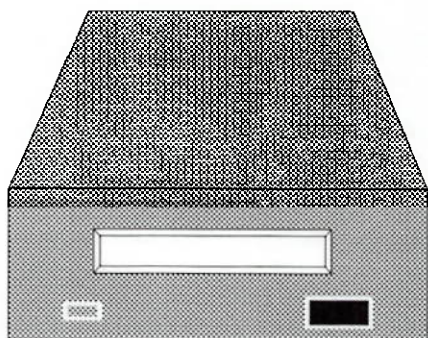
Features / Modelos	G630	S10
Processador		
Veloc. Processador (MHz)	Intel Pentium 75,90,100, MHz	Intel Pentium 90,100 MHz 1 processador
Upgradable Overdrive Proc.	Sim, futuro Overdrive para Pentium	Sim, futuro Overdrive para Pentium
Energy Star	Sim	Sim
Design do Sistema		
Arquitetura Bus	PCI/ISA	PCI/ISA
BIOS	Flash BIOS, Plug & Play	Flash BIOS, Plug & Play
Mem. Sistema (padrão/máx.)	4/192 MB SIMMs	16/128 MB SIMMs (ECC)
Veloc. RAM (ns)	70	70
Cache (interna/externa)	256 KB externa standard	256 KB externa standard
Slots de Expansão	8	7
Tipo (full, half ou PCIMCIA)	3 PCI full size 5 ISA full size	2 PCI full size, 1 PCI/EISA full size 4 ISA full size
Periféricos	6	7
Formatos	3,5" e 5,25"	3,5" e 5,25"
Armazenamento de Dados		
Disco Flexível	1,44 MB, 1,2 MB	1,44 MB
Disco Rígido	540 MB, 850 MB, 1,08 GB IDE 1,0 GB, 2,0 GB SCSI	1,0 GB, 2,0 GB SCSI fast PCI SCSI on board
Interface de Disco	PCI Enhanced IDE, Standard IDE Opcional Adaptec PCI/SCSI Adapter	
Backup	2,0 GB SCSI DAT	2/4, 4/8 GB SCSI DAT
CD-ROM	600 MB Quad Speed IDE ou SCSI	600 MB Quad Speed SCSI
Multimídia		
Telephony Center	Sim	Não
Multimedia Center	Sim	Não
Vídeo		
Tipo de vídeo	SVGA, 64-bit DRAM Graphics	SVGA
Barramento	PCI	ISA
Memória Vídeo (padrão/máx.)	1 MB/2 MB DRAM	1 MB DRAM
Resolução Máxima	1280x1024, 256 cores	1024x768x256 cores
Outras características		
Duração Bateria (horas)	Não Disponível	Não Disponível
Fonte	250 Watts	200 Watts
Dimensões (cm) (alt.xcompr.xprof.)	44,4x17,8x41,9 cm	40,1x19,05x44,5 cm
Peso (kg)	15,5 kg	13,2 kg
Softwares		
Softwares PC&C	Sim	Sim
MS-DOS	Sim	Sim
MS-Windows for Workgroups	Sim	Não se aplica



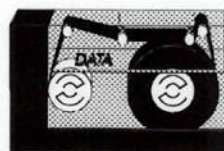
Features / Modelos		S40
Processador		
Veloc. Processador (MHz)	Intel Pentium 100, 133 MHz de 1 a 4 processadores	
Upgradable Overdrive Proc.	Sim, futuro Overdrive para Pentium	
Energy Star	Sim	
Design do Sistema		
Arquitetura Bus	PCI/ISA	
BIOS	Flash BIOS, Plug & Play	
Mem. Sistema (padrão/máx.)	32/768 MB SIMMs (ECC)	
Veloc. RAM (ns)	70	
Cache (interna/externa)	512 KB ou 1 MB por processador	
Slots de Expansão	8	
Tipo (full, half ou PCIMCIA)	2 PCI full size, 2 PCI/EISA full size 4 ISA full size	
Periféricos	11	
Formatos	3,5" e 5,25"	
Armazenamento de Dados		
Disco Flexível	1,44 MB	
Disco Rígido	2,0 GB, 4,0 GB SCSI fast PCI SCSI on board (2x)	
Interface de Disco		
Backup	2/4, 4/8 GB SCSI DAT	
CD-ROM	600 MB Quad Speed SCSI	
Multimídia		
Telephony Center	Não	
Multimedia Center	Não	
Vídeo		
Tipo de vídeo	SVGA on board	
Barramento	ISA	
Memória Vídeo (padrão/máx.)	1 MB DRAM	
Resolução Máxima	1024x768x256 cores	
Outras características		
Duração Bateria (horas)	Não Disponível	
Fonte	525 Watts	
Dimensões (cm) (alt.xcompr.xprof.)	64,7x38,9x69,2 cm	
Peso (kg)	43,2 kg	
Softwares		
Softwares PC&C	Sim	
MS-DOS	Sim	
MS-Windows for Workgroups	Não se aplica	

Notas:

- 1 - Todos os computadores foram projetados para aproveitamento máximo do Windows 95 (de acordo com todas as especificações de hardware para Windows 95, solicitadas pela Microsoft).
- 2 - Telephony Center é composto por: placa de som 16 bits compatível com SoundBlaster; um par de caixas Talkback (com microfone em um dos falantes); CD-ROM 600 MB IDE Quad-Speed; fax/modem on board 14400/19200bps (fax/dados); mais softwares.



Unidade DAT



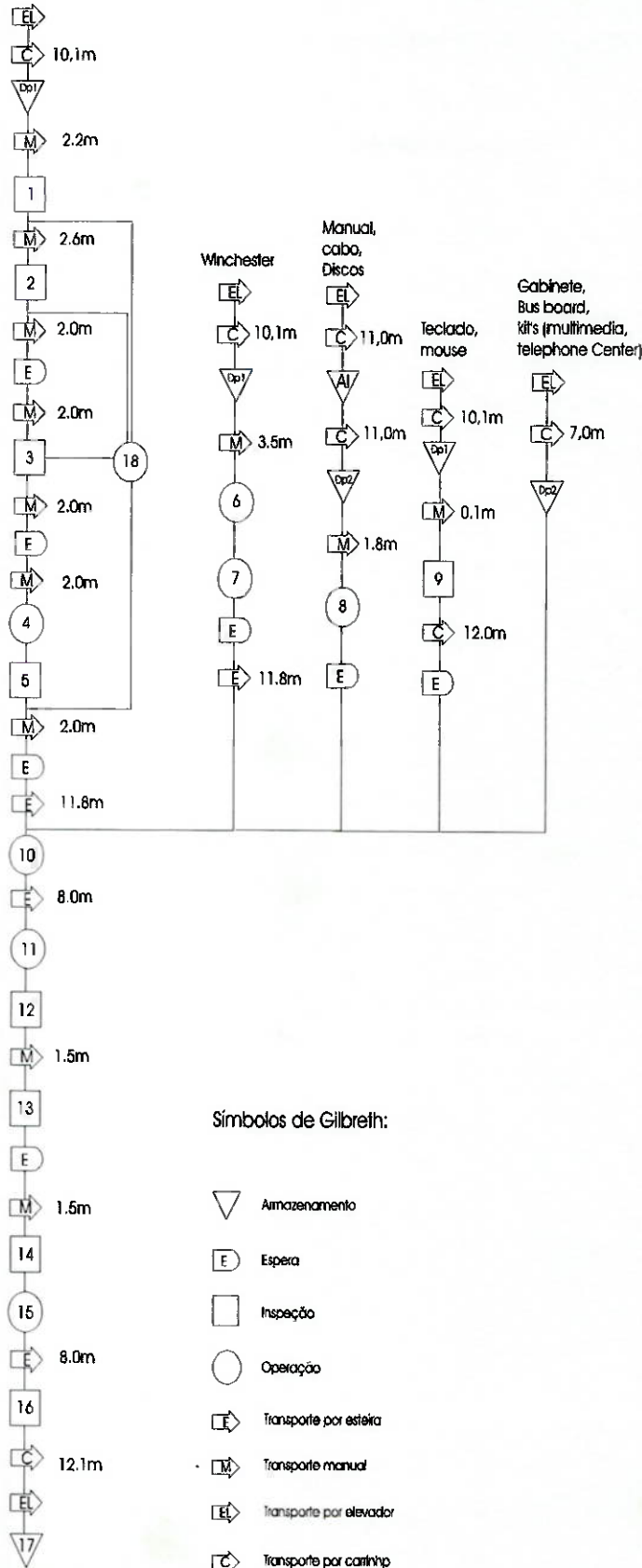
Fita DAT

Obs: O tamanho de uma unidade DAT é igual ao de um CD-ROM ou um disk-drive de 5 1/4"

Anexo 2

Fluxograma da linha atual

Placa principal



1	Inspeção visual da PCI
2	Burn-in
3	Teste da placa
4	Configuração da placa conforme pedido
5	Teste da placa configurada
6	Gravação da matriz do winchester
7	Gravação do winchester conforme pedido
8	Montagem da caixa de acessórios
9	Inspeção de recebimento de outros módulos
10	Preparação do kit para montagem
11	Montagem
12	Teste power-on e inspeção visual
13	Run-in
14	Teste final
15	Embalagem
16	Inspeção da embalagem
17	Expedição
18	Reparo e retorno ao processo

Símbolos de Gilbreth:

- Armazenamento
- Espera
- Inspeção
- Operação
- Transporte por esteira
- Transporte manual
- Transporte por elevador
- Transporte por carrinho

- Depósito de peças 1
- Depósito de peças 2
- Almojarifado

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia

- [1] MUTHER, Richard. **Planejamento do Lay-out: Sistema SLP**, São Paulo, Edgar Blücher, 1978.
- [2] BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de Movimentos e Tempos: "Projeto e Medida do Trabalho"**, São Paulo, Edgar Blücher, 1977.
- [3] TSUJIMURA, Eduardo Ossamu. **Arranjo Físico em uma Indústria de Móveis para Escritórios. Trabalho de Formatura**, São Paulo, 1994.