

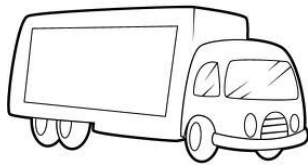
SEP0202 – Produtividade e Lay-out

Prof. Kleber F. Esposto

Objetivo

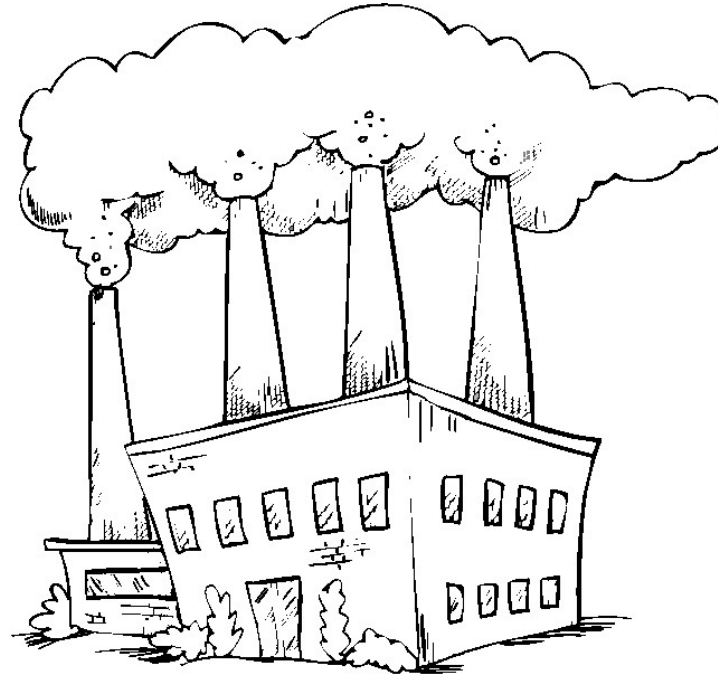
- Apresentar conceitos, técnicas e ferramentas para projetos de arranjo físico.

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica



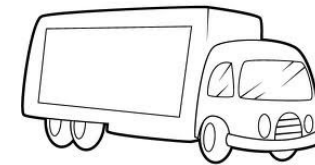
**Inbound/
Entrada**

A



**Operações/
Processos/
Produção**

B



**Outbound/
Saída**

C

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica (cont.)

Inbound/Entrada (A):

- Local para movimentação e manobra de caminhões;
- Local para manobra e movimentação de empilhadeiras;
- Local para descarga de caminhões;
- Local para separação de componentes/matérias-primas;
- Local para espera/testes/análises/controles de entrada;
- Local para armazenamento de matéria-prima.

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica (cont.)

Operações/Processos/Produção (B):

- Definição do fluxo percorrido pelas peças e produto;.
- Definição de corredores para pessoas;
- Definição de corredores para empilhadeiras, carrinhos transportadores, etc.;
- Definição do espaço necessário para as máquinas;
 - Área de entrada de matéria-prima;
 - Área necessária para o operador desempenhar as atividades;
 - Área necessária para o produto fabricado no posto de trabalho;
 - Área necessária para a realização da manutenção;

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica (cont.)

Operações/Processos/Produção (B):

- Posicionamento de algumas áreas (áreas de convívio, áreas de gestão à vista, quadros de acompanhamento/report etc.);
 - Posicionamento de cabines de pintura: não podem estar próximas de locais que geram faíscas, como atividades de solda; não podem estar próximas a locais que geram poeiras para que não ocorram contaminação, ex.: atividades de lixamento;
 - As áreas de escritório não devem estar próximas a locais com níveis de ruído elevados – desenvolver sistemas de isolamento acústico; outros impactos – vibração, por exemplo.

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica (cont.)

Outbound/Saída (C):

- Local para armazenagem de produto acabado;
- Local para movimentação e manobra de caminhões;
- Local para manobra e movimentação de empilhadeiras;
- Local para separação/montagem de cargas;
 - Espaço físico;
 - Organização carga/produto/cliente;
 - Sequência/rota de entrega;
 - Segurança;
- Local/recursos/estrutura para carregamento de caminhões – docas.

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica – segundo Camarotto (2006) (cont.)

A. Informações gerais sobre a empresa

- A1. tamanho, produto;
- A2. nível de produção atual e futuro;
- A3. terrenos e capital disponível;
- A4. tipos de matéria prima e condições gerais do processo;

B. Informações sobre o produto

- B1. características físicas e geométricas;
- B2. manipulação e armazenamento;
- B3. condições de qualidade;
- B4. partes componentes.

Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica – segundo Camarotto (2006) (cont.)

C. Informações sobre o processo

- C1. diagramas de operação e montagem;
- C2. Roteiros de produção (*worksheets*) e tempos de operação;
- C3. estoques e transportes;
- C4. outras informações;

D. Informações sobre pessoas e serviços auxiliares

- D1. pessoal necessário;
- D2. serviços administrativos e auxiliares.



Pontos a serem observados no projeto de uma fábrica – segundo Camarotto (2006) (cont.)

E. Informações sobre equipamentos

- E1. lista completa de equipamentos e “templates”;
- E2. características de operação;
- E3. custo dos equipamentos;

F. Informações gerais financeiras

- F1. preço final do produto;
- F2. estrutura de custos;
- F3. preço do terreno e custo de urbanização e construção.

Direcionamento para decisões/definições do layout

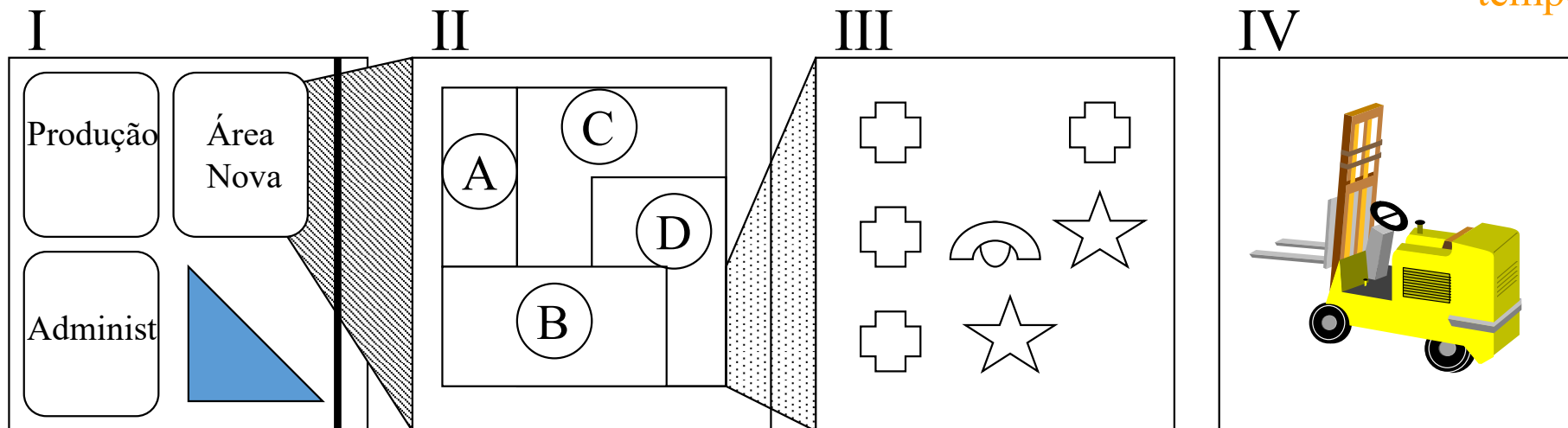
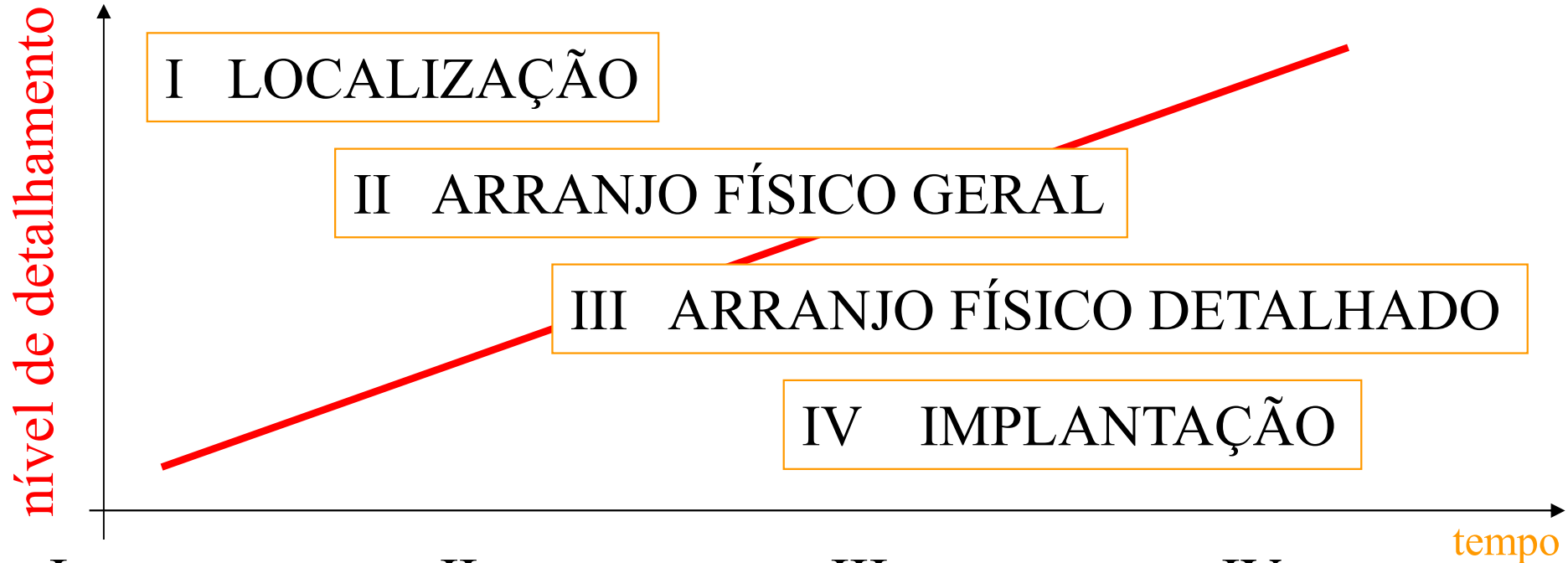
- Alinhamento/desdobramento pela estratégia da organização (Corporativa, Unidade de Negócio, Funcionais);
- **MTS, ATO, MTO, ETO...;**
- Tipos de processos:
 - contínuo, repetitivo e intermitente;
 - efeito das **dimensões volume e variedade de produção.**



SISTEMA SLP – SYSTEMATIC LAY- OUT PLANNING

- O sistema SLP consiste de uma *estruturação de fases* através das quais passa **qualquer projeto** de *layout*; de um **modelo de procedimentos** para a realização do projeto, passo por passo; de **convenções** para identificação, visualização e classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo projeto de arranjo físico.

Fases do planejamento do arranjo físico – Método SLP



- Dados de entrada:
 - P: Produtos Fabricados;
 - Q: Quantidade;
 - R: Roteiro de fabricação;
 - S: Serviços de Suporte;
 - T: Tempo de fabricação;
 - Atividades a serem incluídas no arranjo físico.

P PRODUTO/MATERIAL

(o que produzir?)

S SERVIÇO DE APOIO

(em que serviços se apoiará a produção)

R ROTEIRO

(como produzir?)

T TEMPO

(quando serão produzidos os itens?)

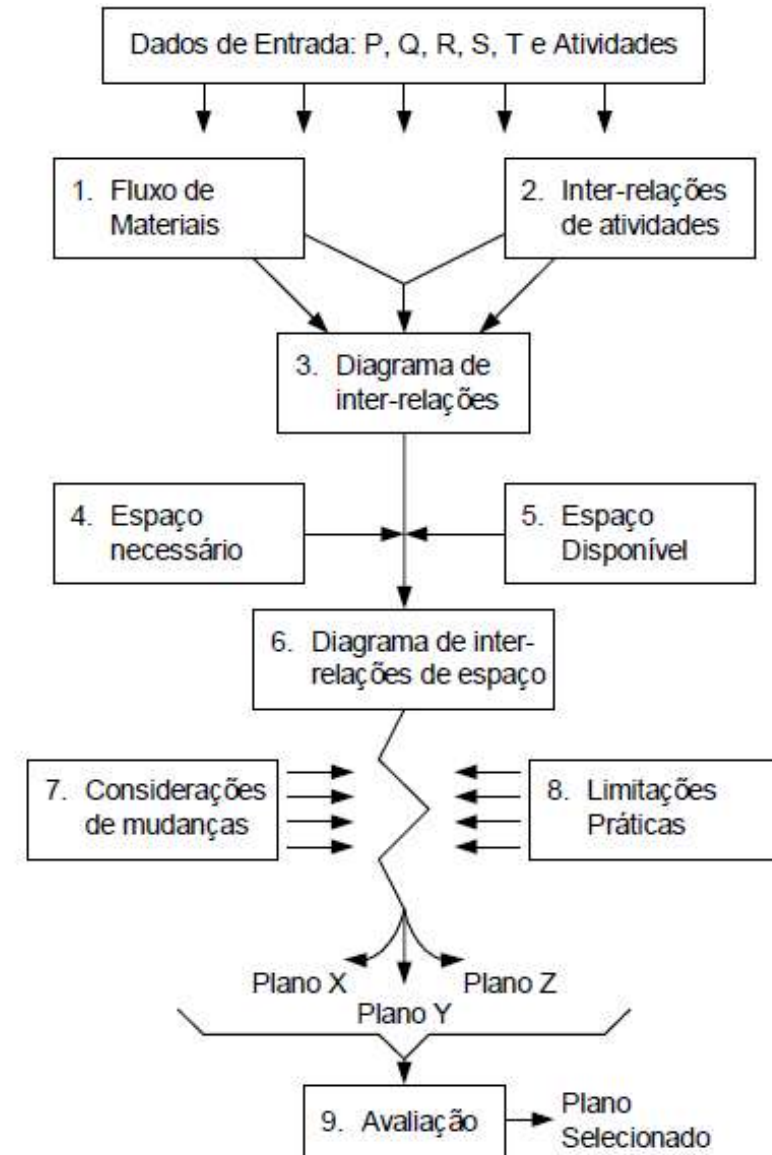
Q QUANTIDADE/VOLUME

(quando de cada item será fabricado?)

POR QUE?



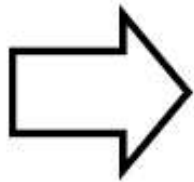
- Método desenvolvido por Muther;
- Utilizado para o projeto de arranjo físico funcional;
- Pode ser utilizado para posicionar os módulos de um arranjo físico modular.



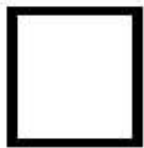
- 1. Fluxo de materiais.
 - Diagrama de fluxo de processo.



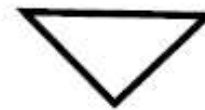
Operação



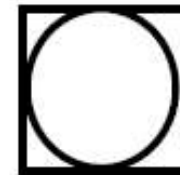
Transporte



Inspeção



Armazenamento



Operação e inspeção



Espera



Systematic Layout Planning (SLP)

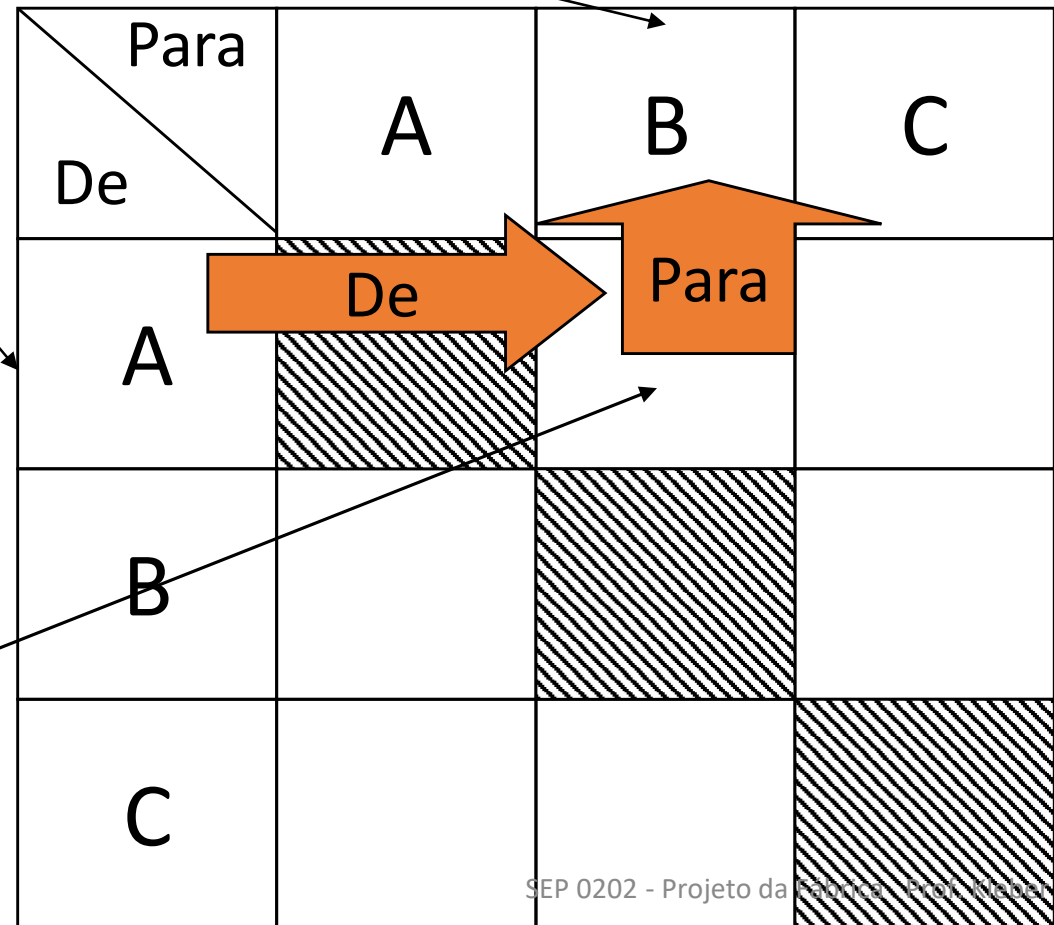
#	SÍMBOLOS	ATIVIDADES	PROCEDIMENTOS
1	○ → □ D △ ▽	RECEPÇÃO	Recebe do transportador N.F. e Retira Amostra de M.P.
2	○ → □ D △ ▽		Envia amostra ao laboratório.
3	○ → □ D △ ▽		Espera resultados dos testes de qualidade.
4	● → □ D △ ▽		Se estiver OK, recebe. Se estiver sem qualidade, devolve.
5	● → □ D △ ▽		Emita A.R. (Aviso de Recebimento).
6	○ → □ D △ ▽		Envia o material recebido para o almoxarifado.
7	○ → □ D △ ▽		Envia a N.F. mais a 3ª via do A.R. para Contas a Pagar.
8	○ → □ D △ ▽	CONTAS A PAGAR	Recebe a N.F. e a 3ª via do A.R.
9	● → □ D △ ▽		Confere N.F. com A.R. envia p
10	○ → □ D △ ▽		

(Cruz, 2012)



- 1. Fluxo de materiais.
 - Diagrama de-para.

Departamentos /
Operações / Atividades



Medida do Fluxo de
A para B:
tamanho, Peso,
Volume ou Índice
qualitativo

- 1. Fluxo de materiais.
 - Diagrama de-para.

	Pintura	Almoxarifado	Soldagem	Fundição	Montagem
Pintura	X	x	x	x	300
Almoxarifado	150	x	500	250	200
Soldagem	600	x	x	x	250
Fundição	x	250	300	x	100
Montagem	500	X	x	x	x

- 1. Fluxo de materiais;
- A intensidade de fluxo no diagrama de-para pode ser medida por:
 - Distância percorrida por materiais, informações, pessoas;
 - Número de viagens executadas por materiais, informações, pessoas;
 - Custo de transporte de informações, materiais e pessoas;
 - Etc.

- Diagrama De-Para:

a. Diagrama de-para

	Para	Embalagem	Recebimento/despacho	Armazém	Totais
De					
<i>Embalagem</i>		0	400	0	400
<i>Recebimento/despacho</i>		0	0	2000	2000
<i>Armazém</i>		400	1600	0	2000
Totais		400	2000	2000	

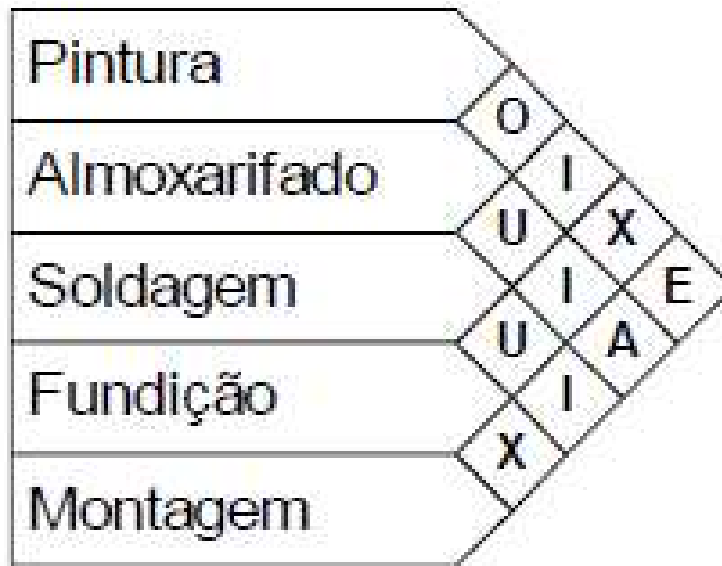
b. Total de fluxo entre

Pares de setores	Fluxo	Prioridade de proximidade
<i>Embalagem e recebimento/despacho</i>	400	E
<i>Embalagem e armazém</i>	400	E
<i>Armazém e recebimento/despacho</i>	3600	A

- 2. Inter-relações de atividades.
 - Levantar as relações qualitativas existentes entre as atividades e os departamentos
- 3. Diagrama de inter-relações.
 - As informações de fluxo e de relações entre as atividades devem ser alocadas em um diagrama de inter-relacionamento.



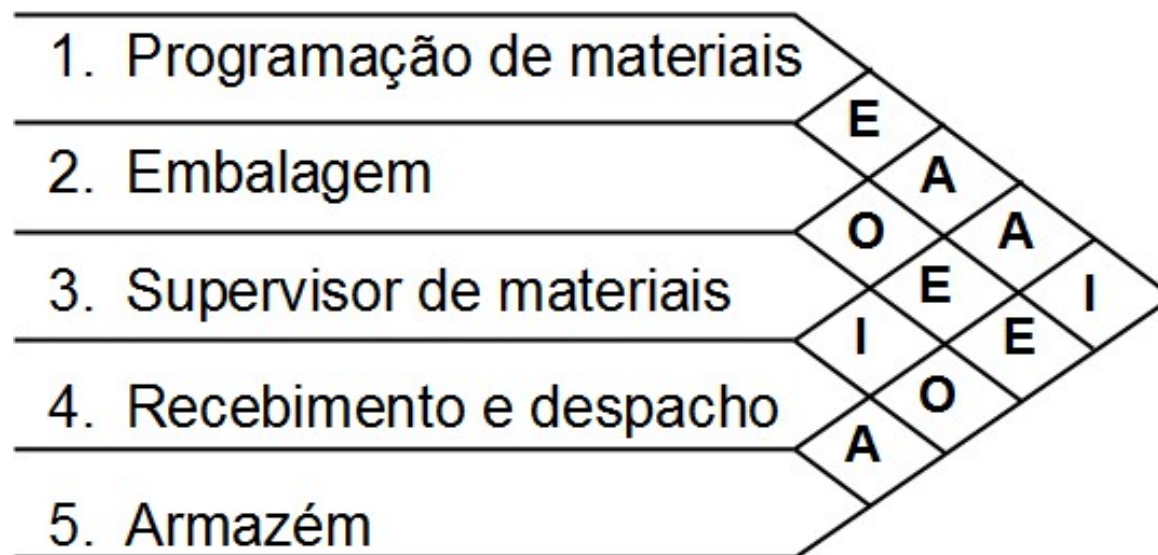
Diagrama de Inter-relacionamento



Significado das Letras

- A - Absolutamente importante
- E - Especialmente importante
- I - Importante
- O - Ordinariamente importante
- U - Não importante
- X - Indesejável

- Diagrama de inter-relacionamento



A – Extremamente importante - 4

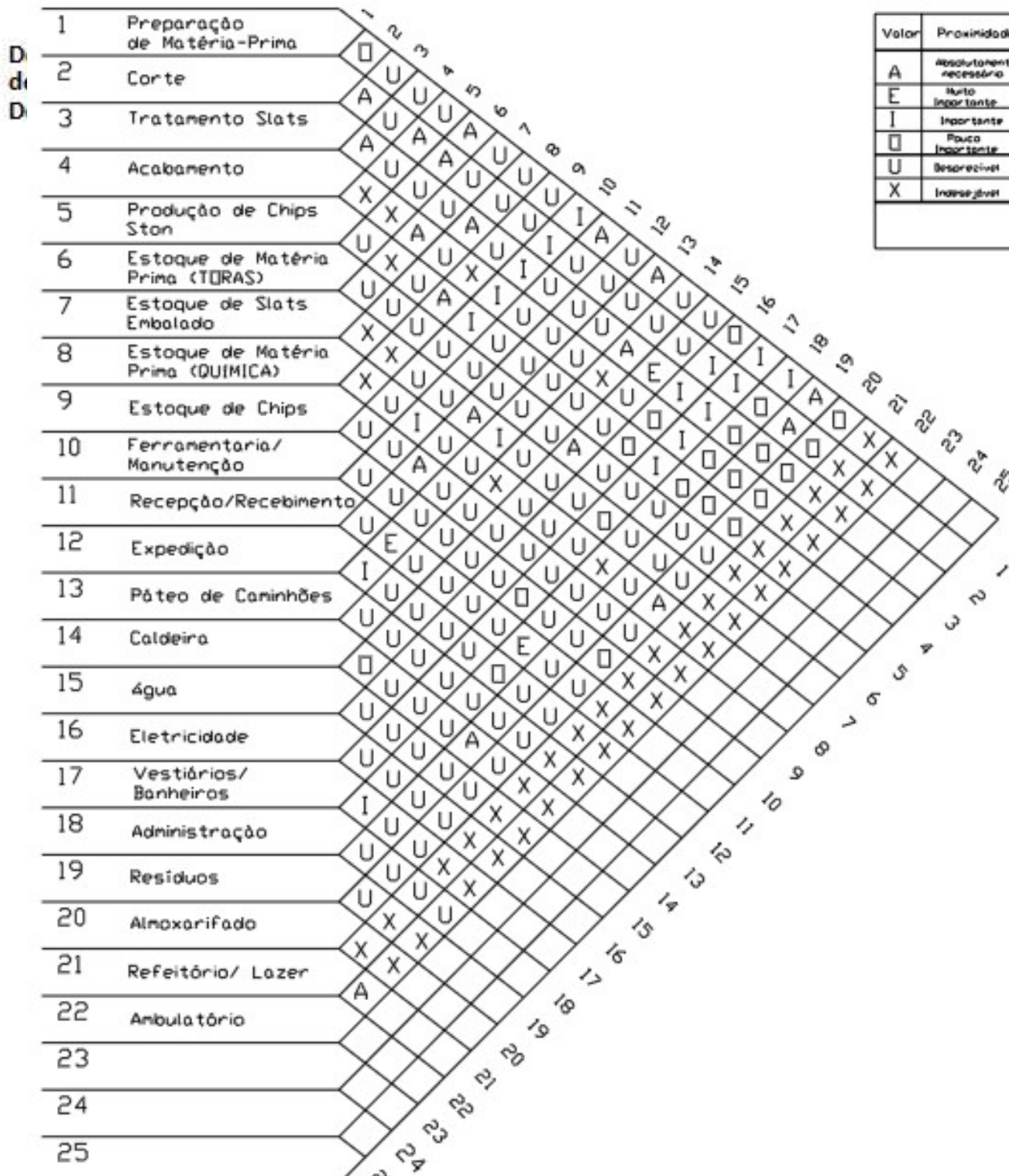
E – Muito importante - 3

I – Importante - 2

O – Pouco importante - 1

U – Não importante

X – Indesejável

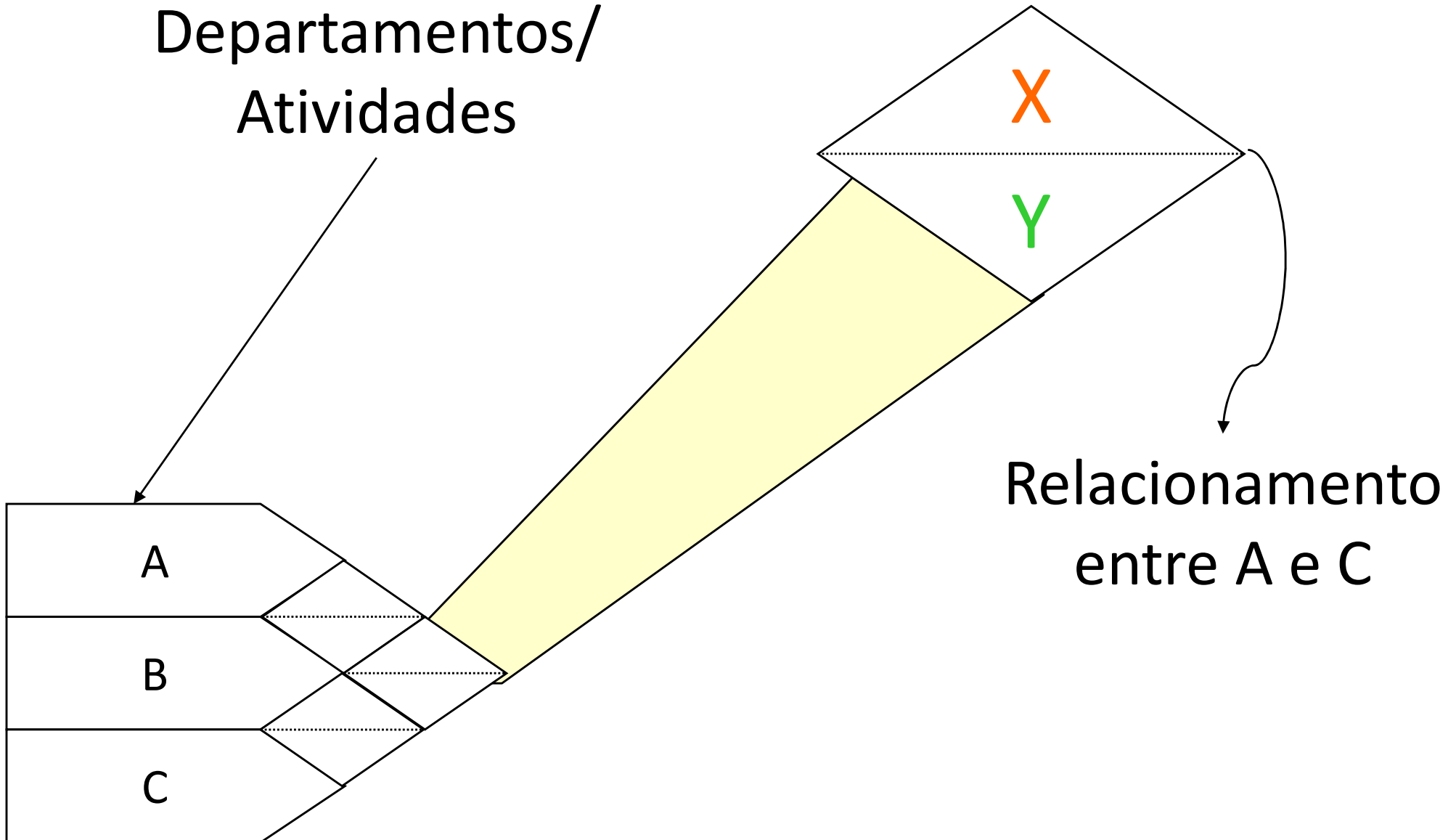


(Diagrama de inter-relacionamento de uma serraria de madeira, Camarotto, 2006)

Inter-relações com duas informações

Inter-relacionamento de Atividades

Departamentos/
Atividades

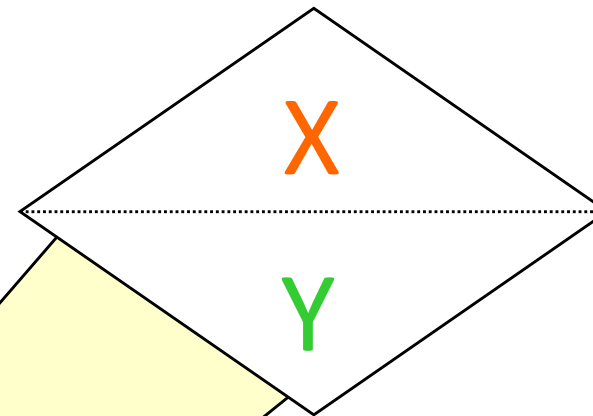
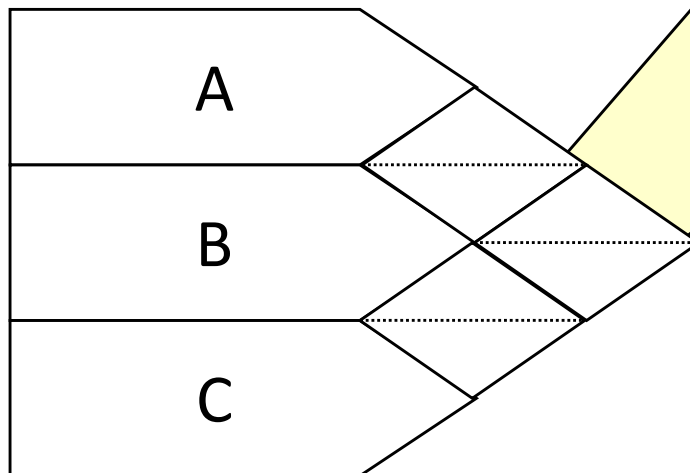




Interrelacionamento de atividades

X = Grau de Proximidade

A	Absolutamente Necessário
E	Muito Importante
I	Importante
O	Pouco Importante
U	Desprezível
X	Indesejável

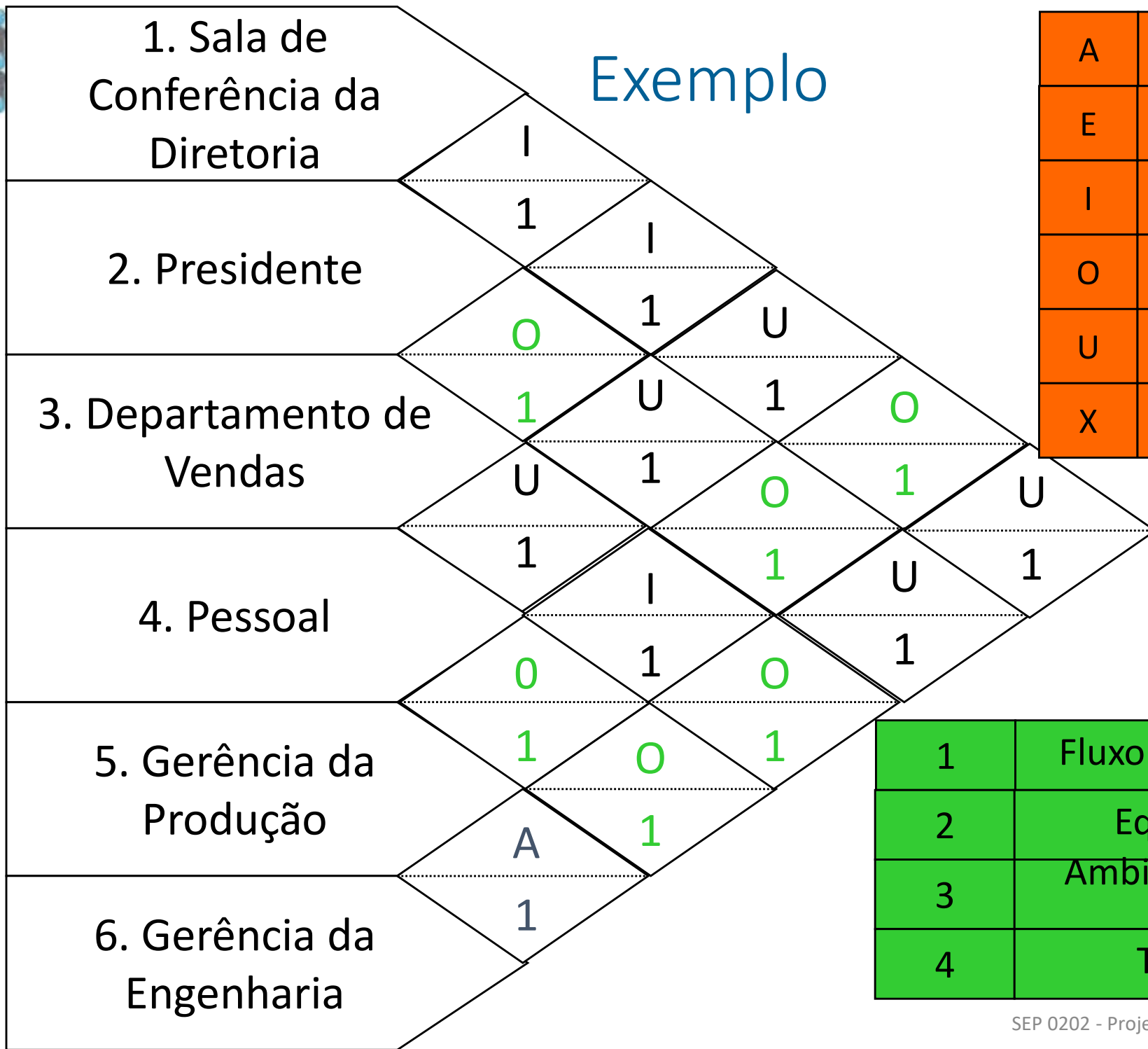


Y=Razão

1	Fluxo de informação
2	Equipamento
3	Ambiente (barulho, luz,...)
4	Tecnologia



Exemplo



A	Absolutamente Necessário
E	Muito Importante
I	Importante
O	Pouco Importante
U	Desprezível
X	Indesejável



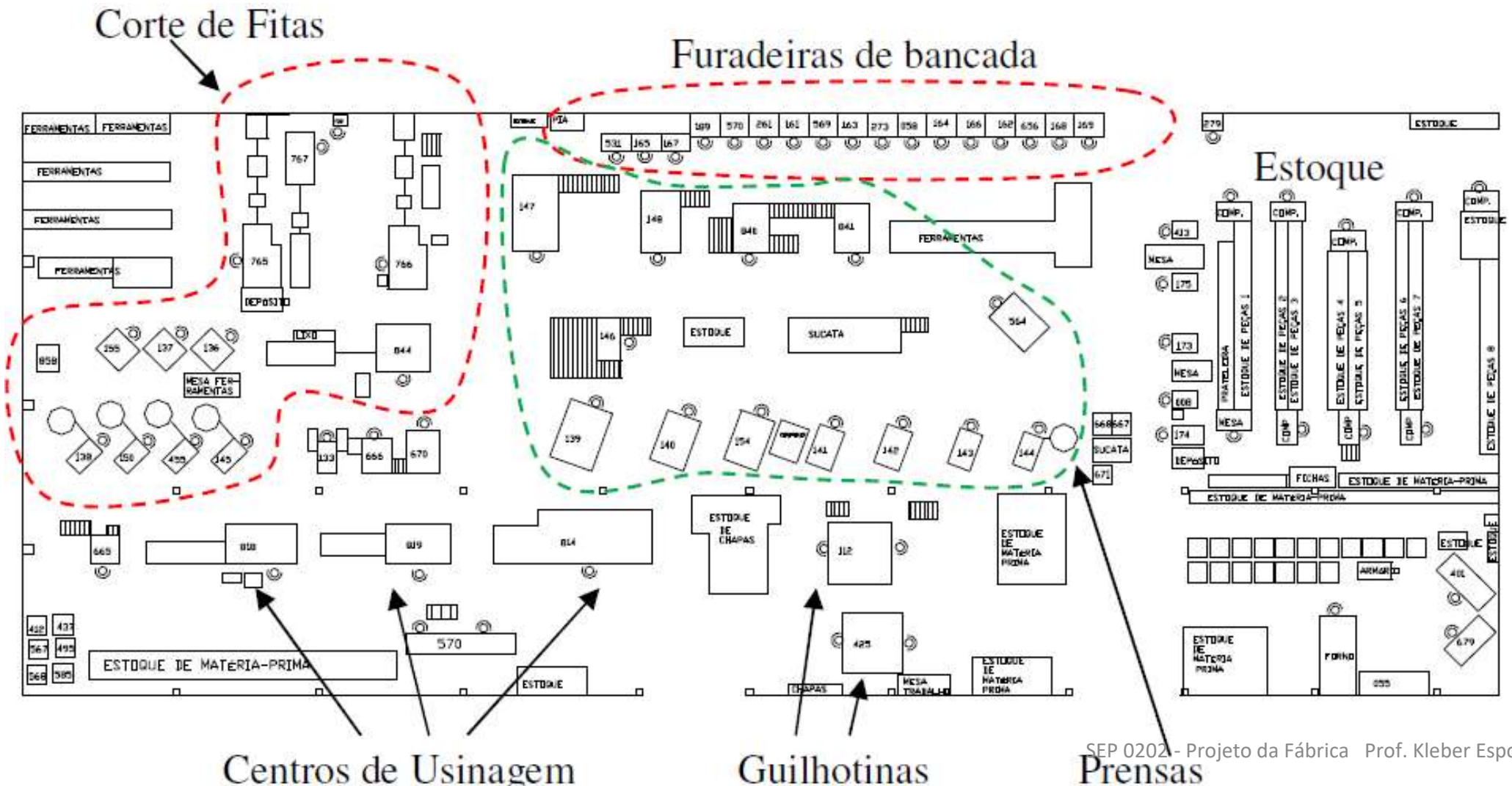
1	Fluxo de informação
2	Equipamento
3	Ambiente (barulho, luz,...)
4	Tecnologia

- Pintura – Almojarifado: 150 (O)
- Pintura – Soldagem: 600 (A)
- Pintura – Fundição: 0 (U)
- Pintura – Montagem: 800 (A)
- Almojarifado – Soldagem: 500 (E)
- Almojarifado – Fundição: 500 (E)
- Almojarifado – Montagem: 200 (I)
- Soldagem – Fundição: 300 (I)
- Soldagem – Montagem: 250 (I)
- Fundição – Montagem: 100 (O)

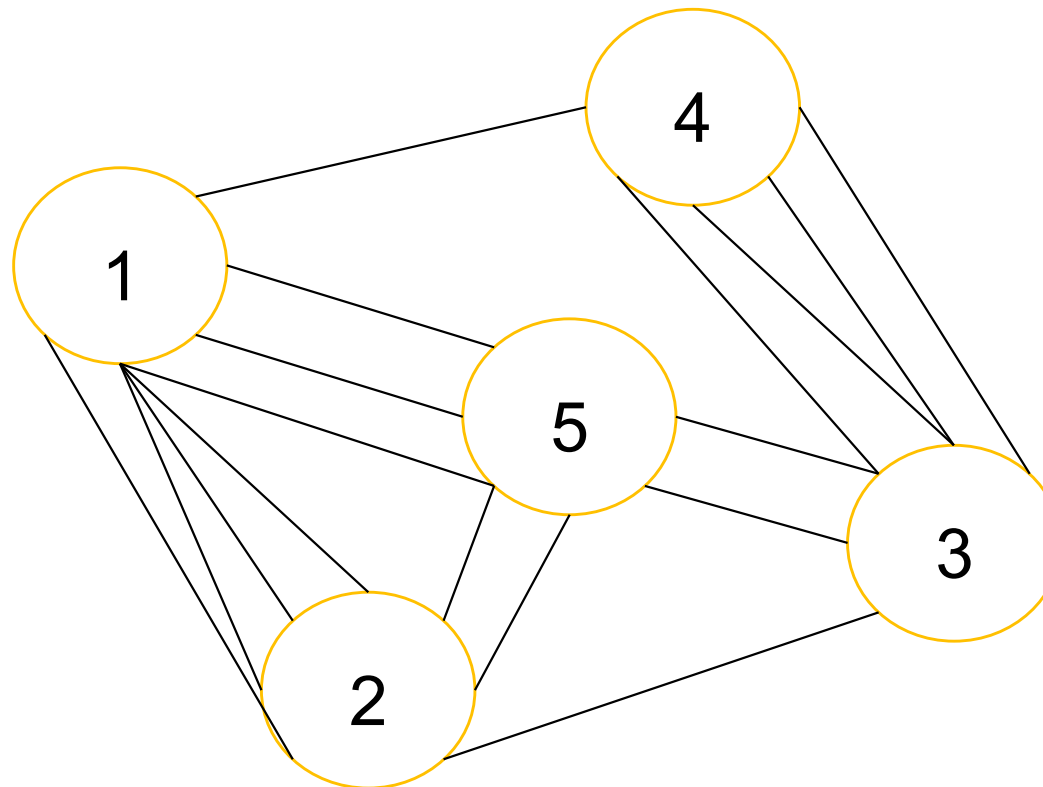
- 4. Espaço necessário.
 - Levantar para cada área o espaço necessário. Considerar:
 - Manutenção;
 - Operadores;
 - Empilhadeiras;
 - Matéria-prima;
 - Produto acabado;
 - Corredores;
 - Etc.



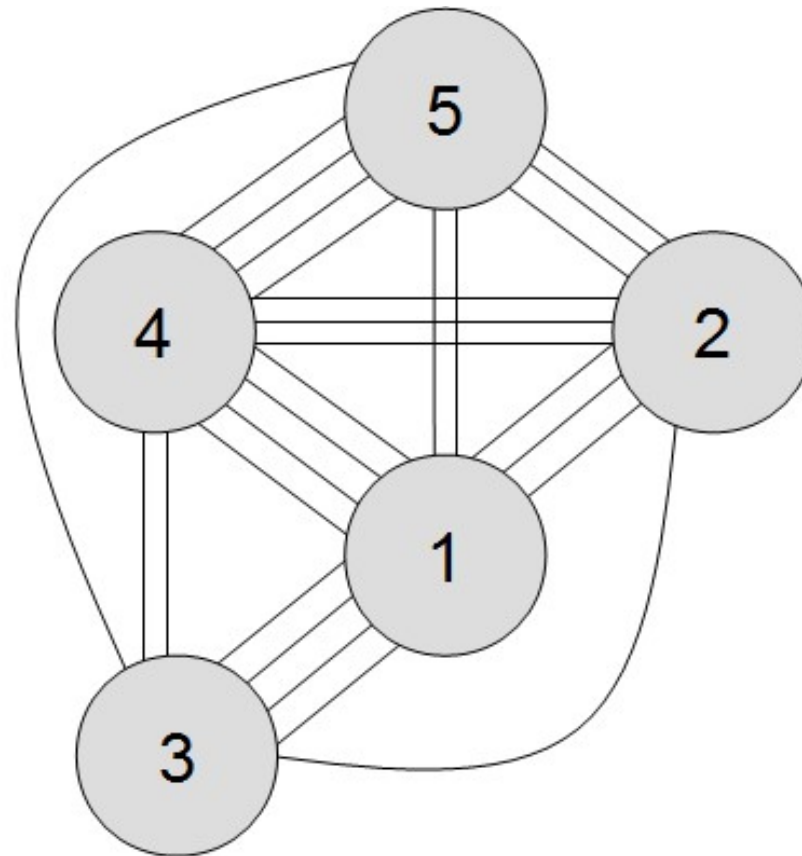
- 5: Espaço disponível.
 - Levantar o layout inicial da empresa e os espaços atuais utilizados e disponíveis.



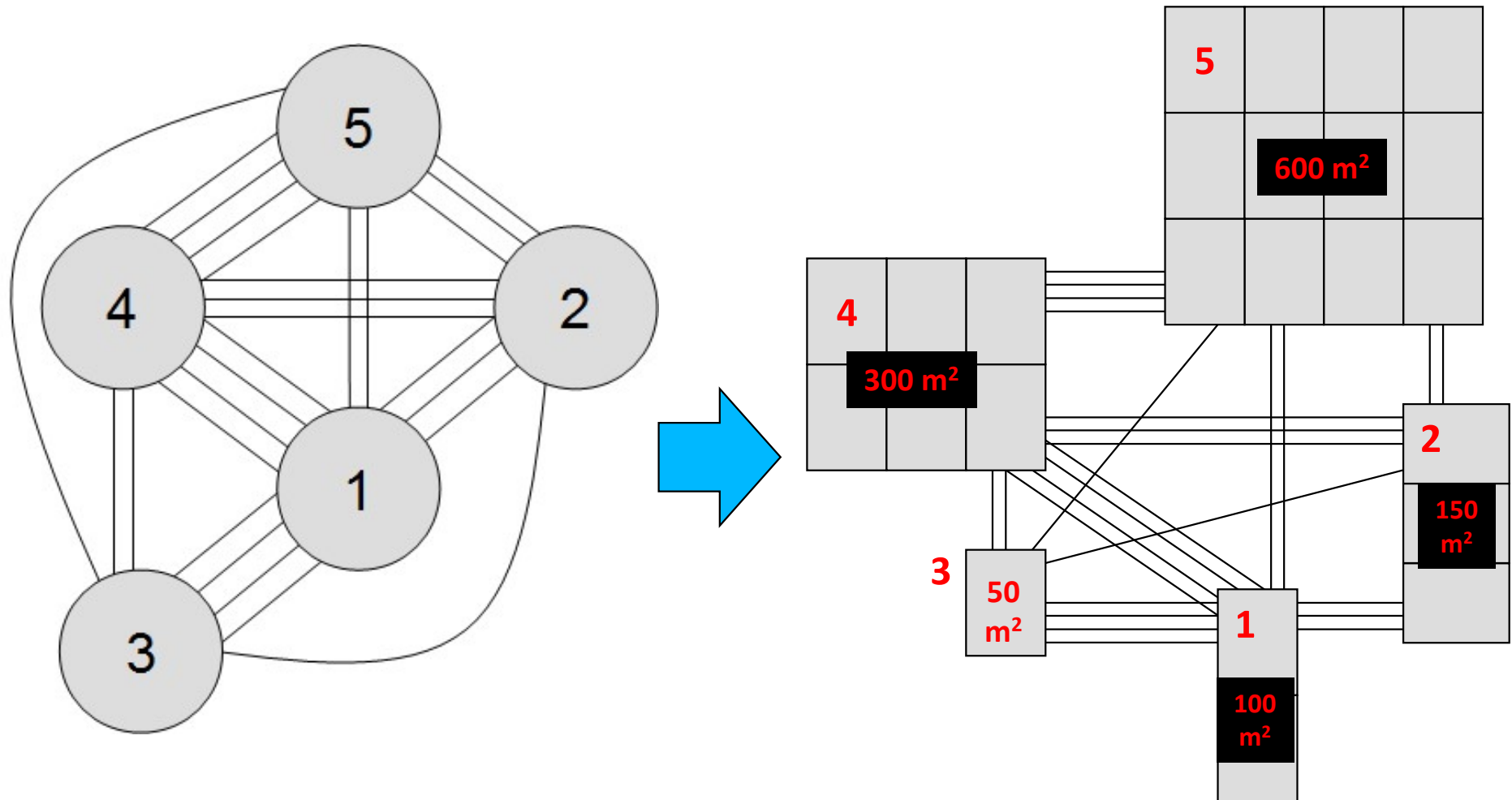
- 6. Diagrama de inter-relações de espaço.



- Diagrama de relações e espaço.

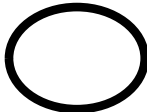




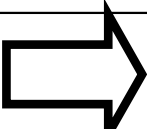

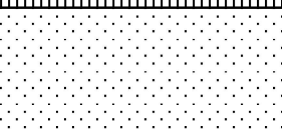


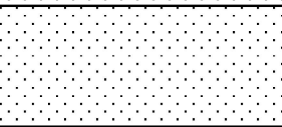


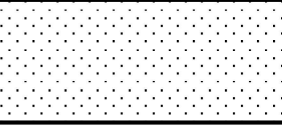
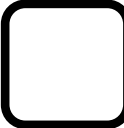

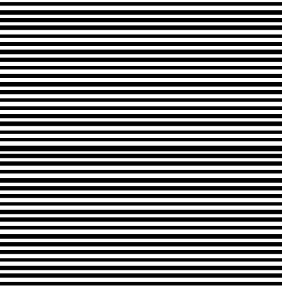

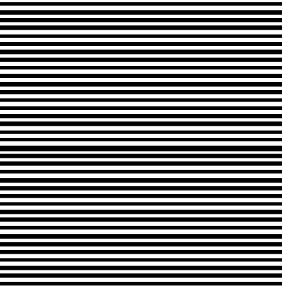

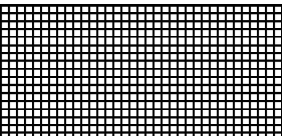


- Diagrama de relações e espaço.





CONVENÇÕES PARA A DIAGRAMAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES

Símbolo da Carta de Processo*	Símbolos estendidos para identificação de atividades e áreas	Ident. cores	Preto e Branco
 Operação	 Áreas de moldagem ou tratamento	Verde**	
	 Montagem, submontagem e desmontagem	Vermelho**	
 Transporte	 Áreas relacionadas a transporte	Amarelo**	
 Armazenagem	 Áreas e atividades relacionadas a armazenagem	Amarelo**	
 Espera	 Áreas de esperas intermediárias	Amarelo**	
 Inspeção	 Áreas de inspeção, teste e verificação	Azul**	
* Padrões da ASME ** Padrões do IMMS (adotados como básicos)	 Áreas e atividades de serviço e apoio	Azul**	
	 Áreas de escritórios e características de construção	Marrom** (cinza)	



Fluxo de uma gráfica

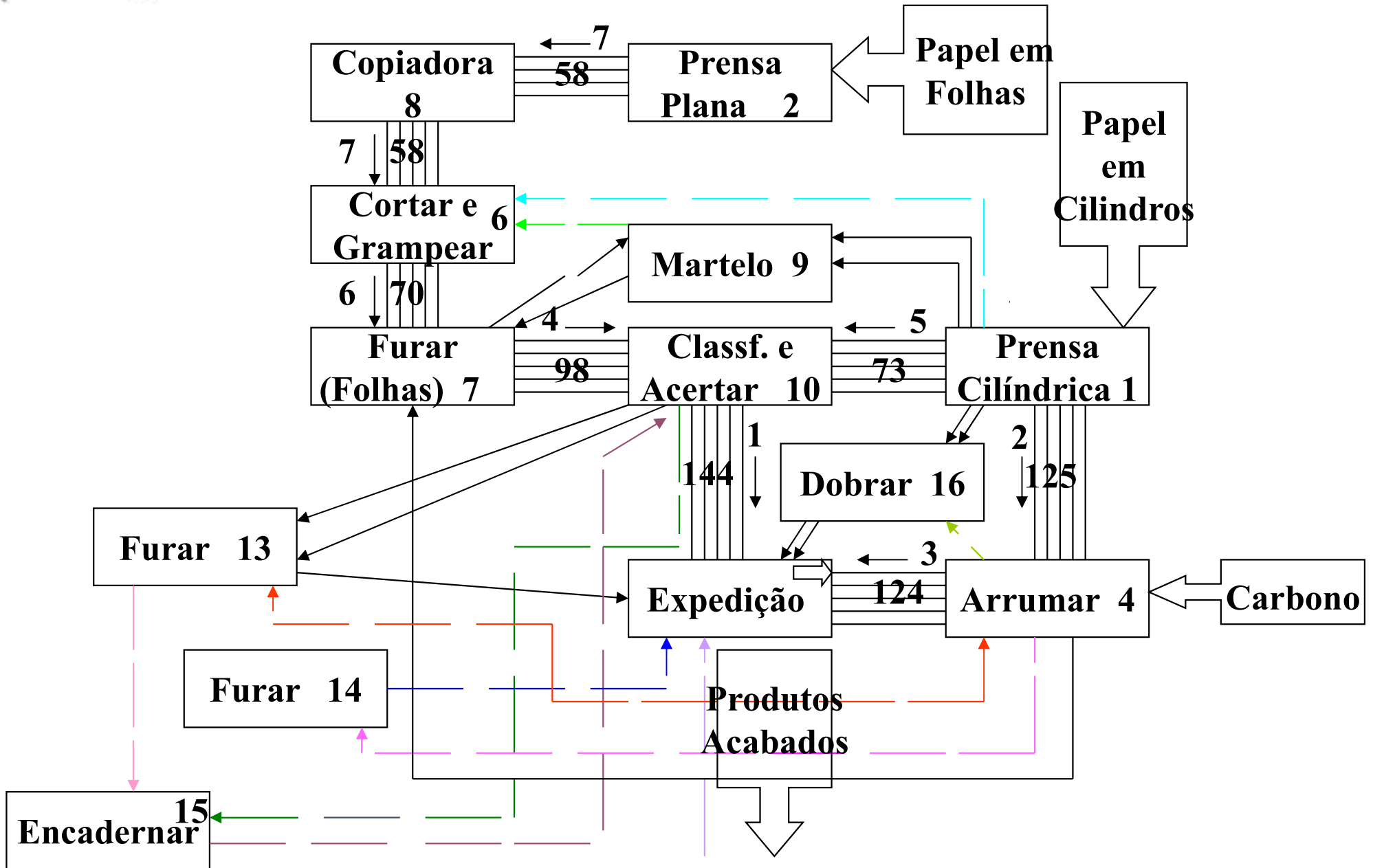
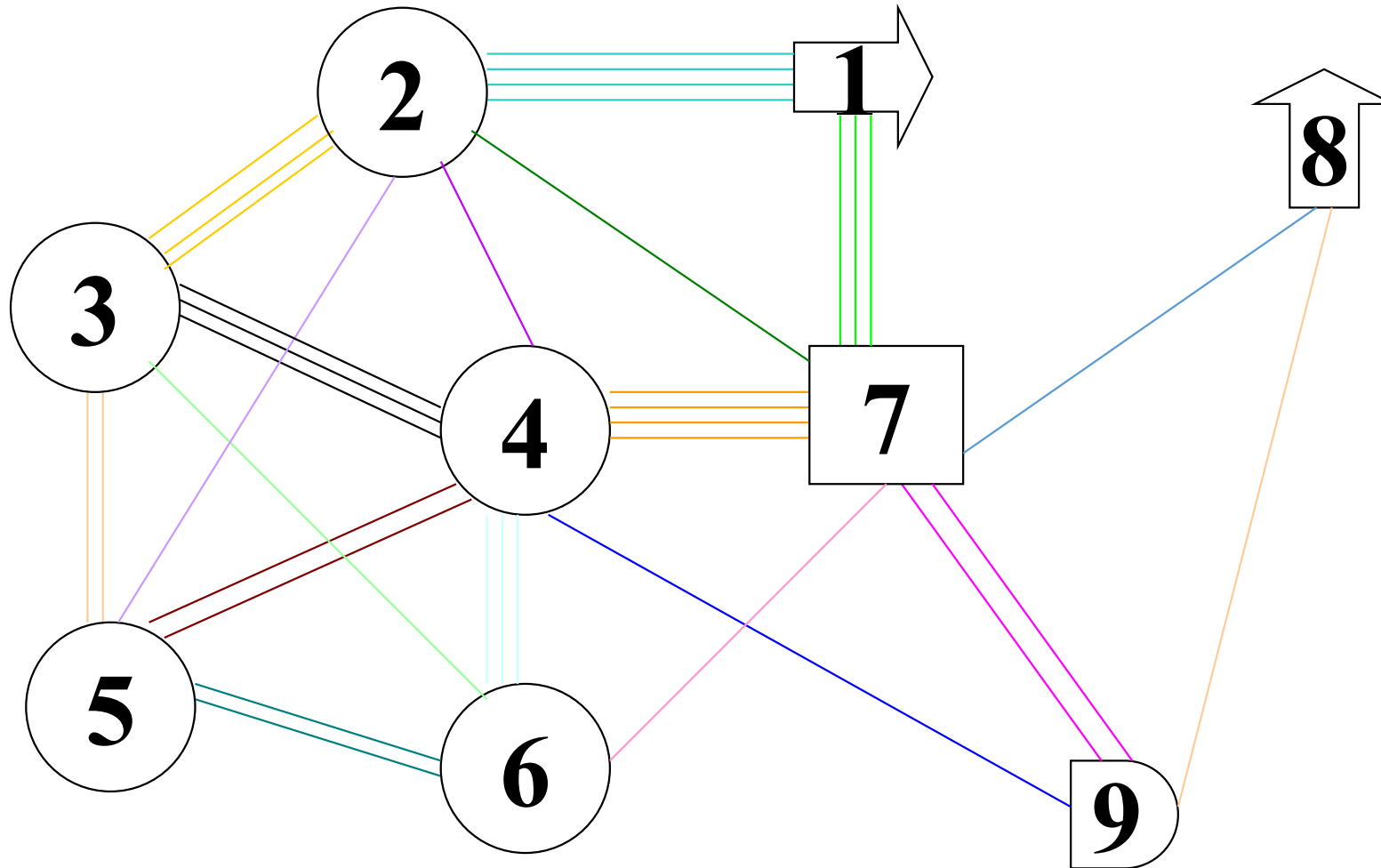
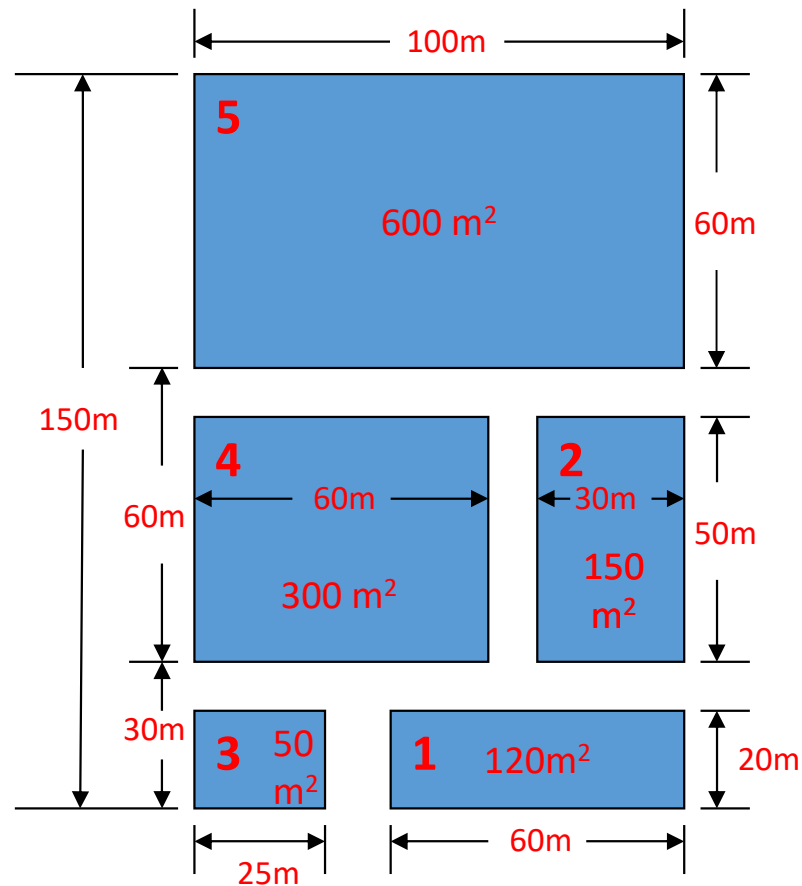


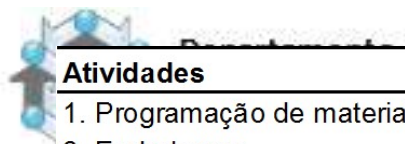
Diagrama de inter-relações



- 7. Considerações de mudanças.
- 8. Limitações práticas.
- Resultado: definição de alternativas de layout e mudanças.
- 9. Análise e seleção de uma alternativa a ser implantada.

- Proposta de arranjo físico.





Atividades	Requisitos de espaço (m ²)
1. Programação de materiais	100
2. Embalagem	150
3. Supervisor de materiais	50
4. Recebimento e despacho	300
5. Armazém	600

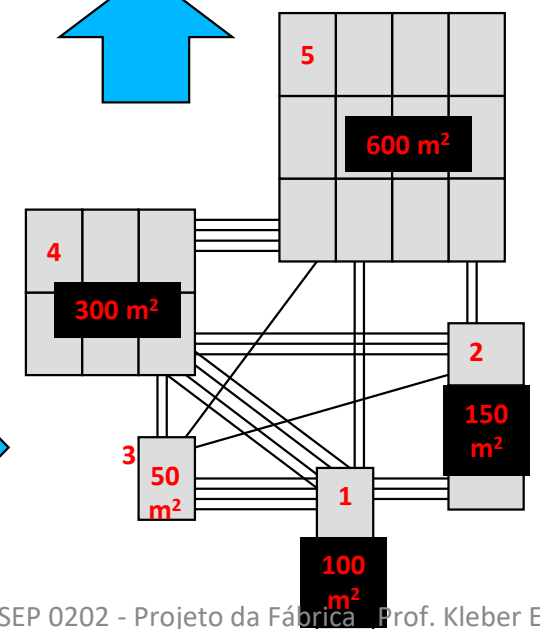
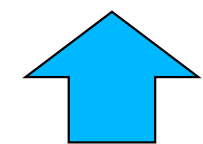
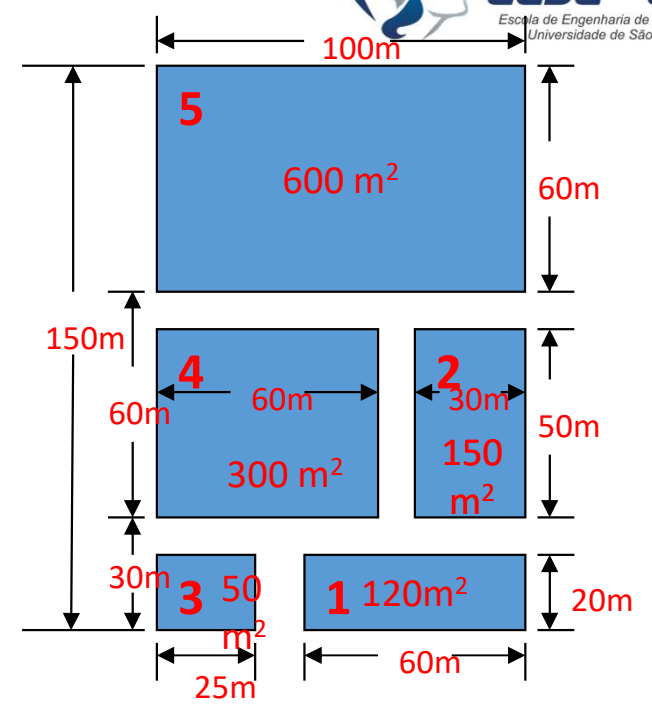
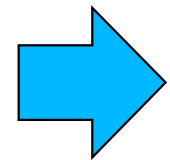
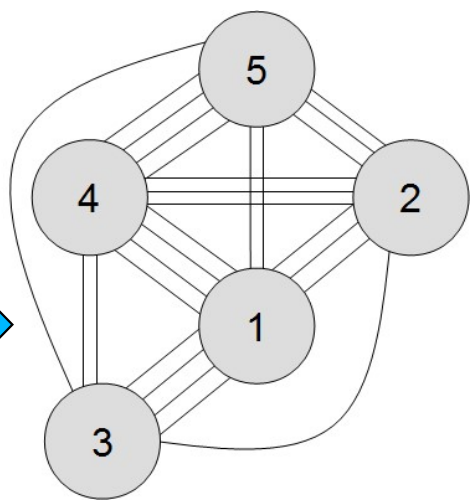
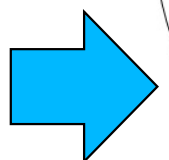
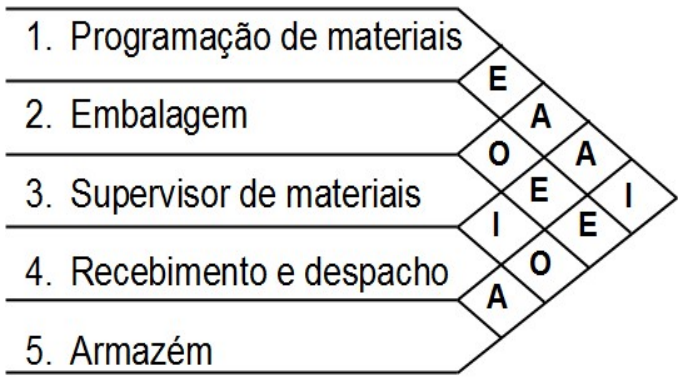
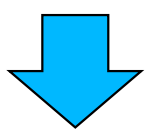


a. Diagrama de-para

De	Para	Embalagem	Recebimento/despacho	Armazém	Totais
Embalagem		0	400	0	400
Recebimento/despacho		0	0	2000	2000
Armazém		400	1600	0	2000
Totais		400	2000	2000	

b. Total de fluxo entre

Pares de setores	Fluxo	Prioridade de proximidade
Embalagem e recebimento/despacho	400	E
Embalagem e armazém	400	E
Armazém e recebimento/despacho	3600	A

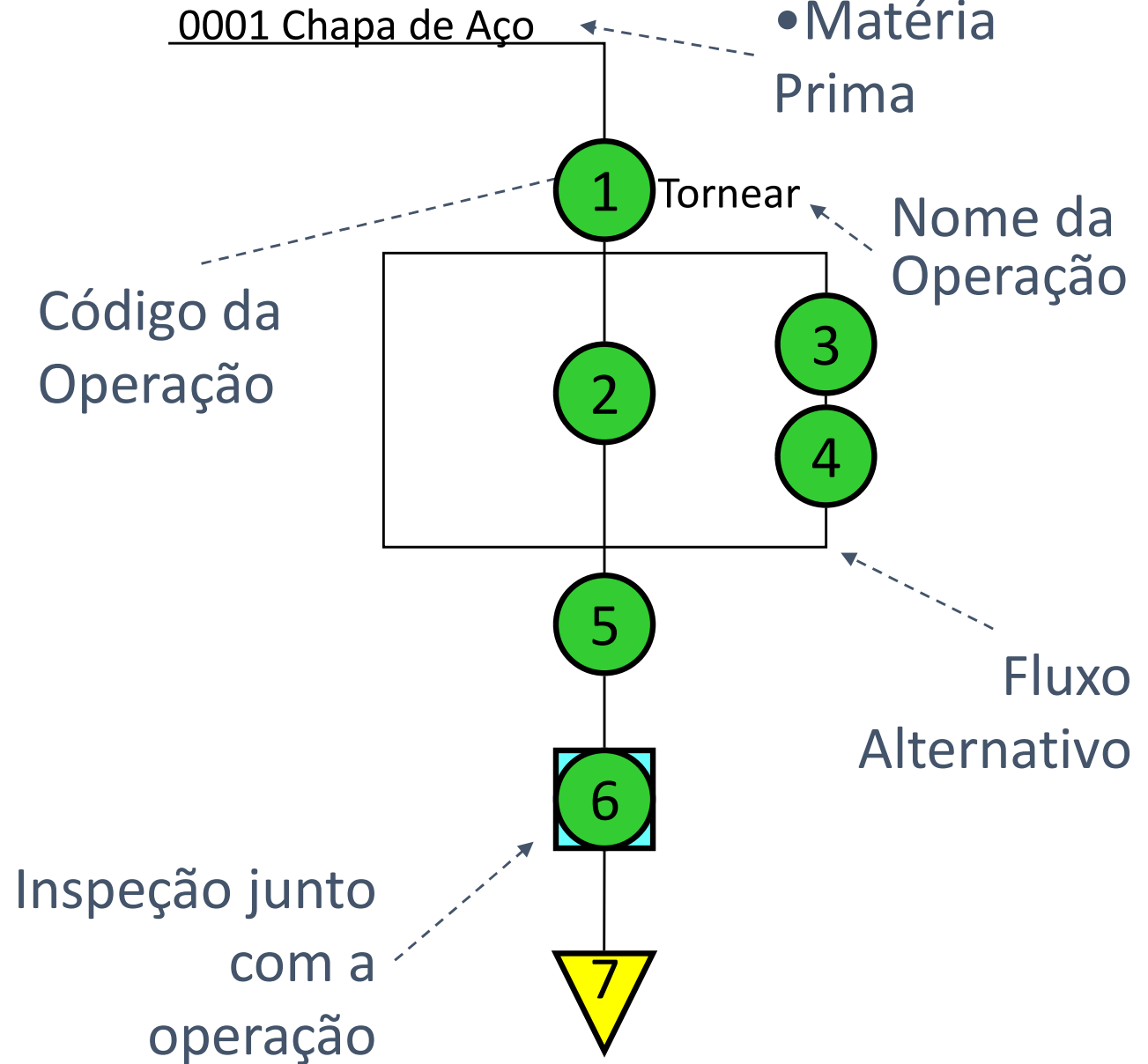
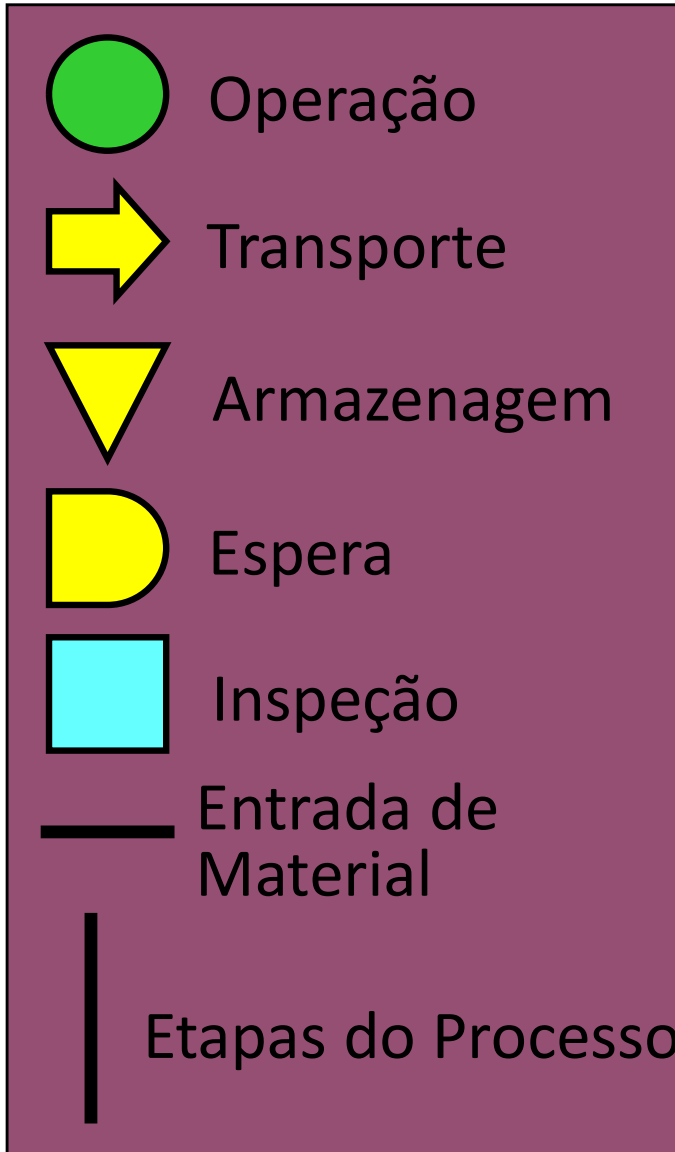


Consolidando os passos do método SLP – outras possibilidades



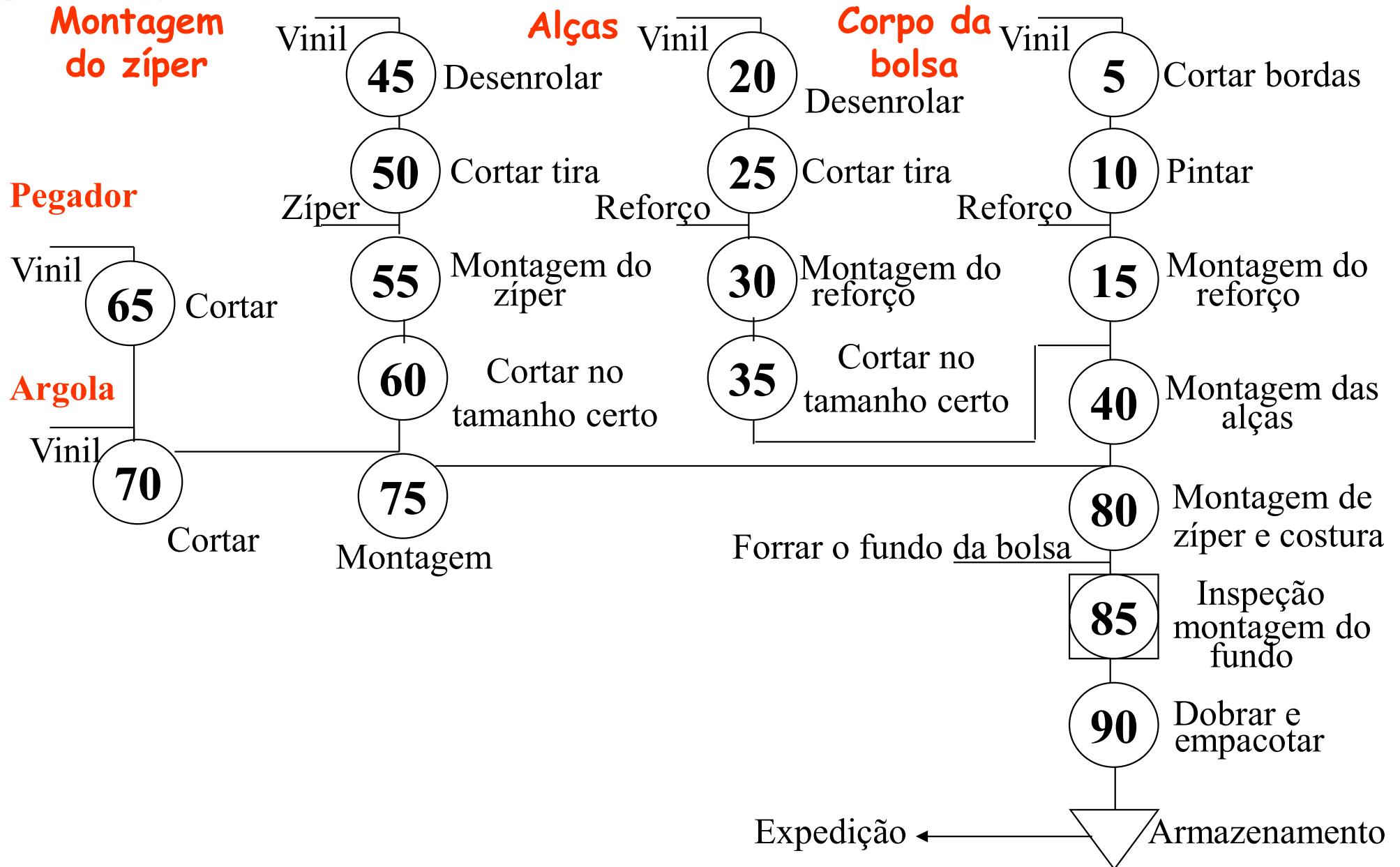
Carta de Processo

Legenda



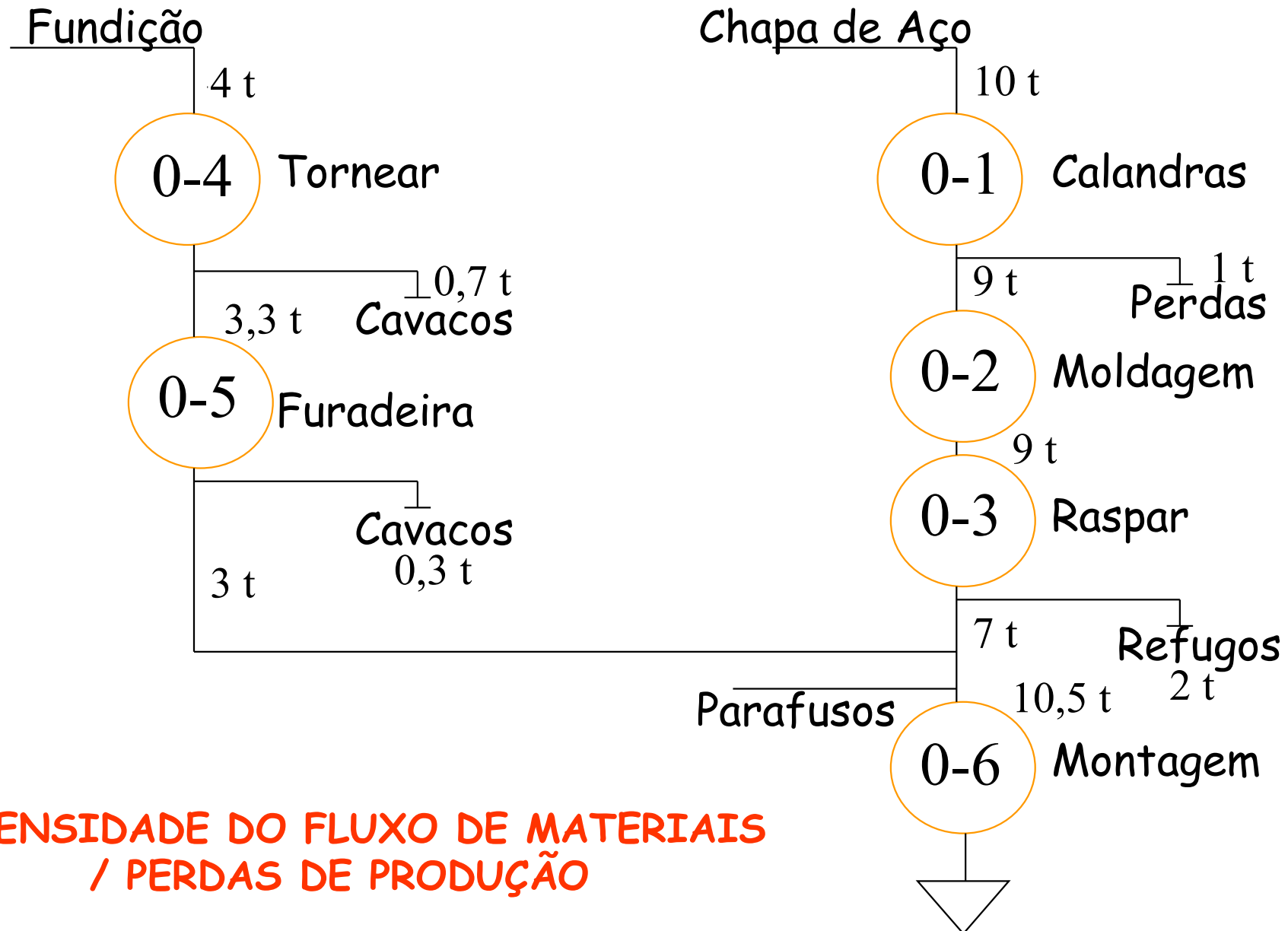


Carta de Processo









Carta de Processo



**INTENSIDADE DO FLUXO DE MATERIAIS
/ PERDAS DE PRODUÇÃO**











Carta de Fluxo de Processo: Outro Formato

Data: __/__/__ Processo.: _____

Distância (metros)	Tempo (min)	Símbolos	Descrição
			Preencher Pedido (3 vias)
			Escaninho da mesa do Supervisor
22			Entregar pedido ao comprador
			Pedido Examinado pelo comprador



Carta de Processos Múltiplos

Departamento / Operação / Máquina /	Produtos			
	A	B	C	D
1	 	 	  	 
2				
3				

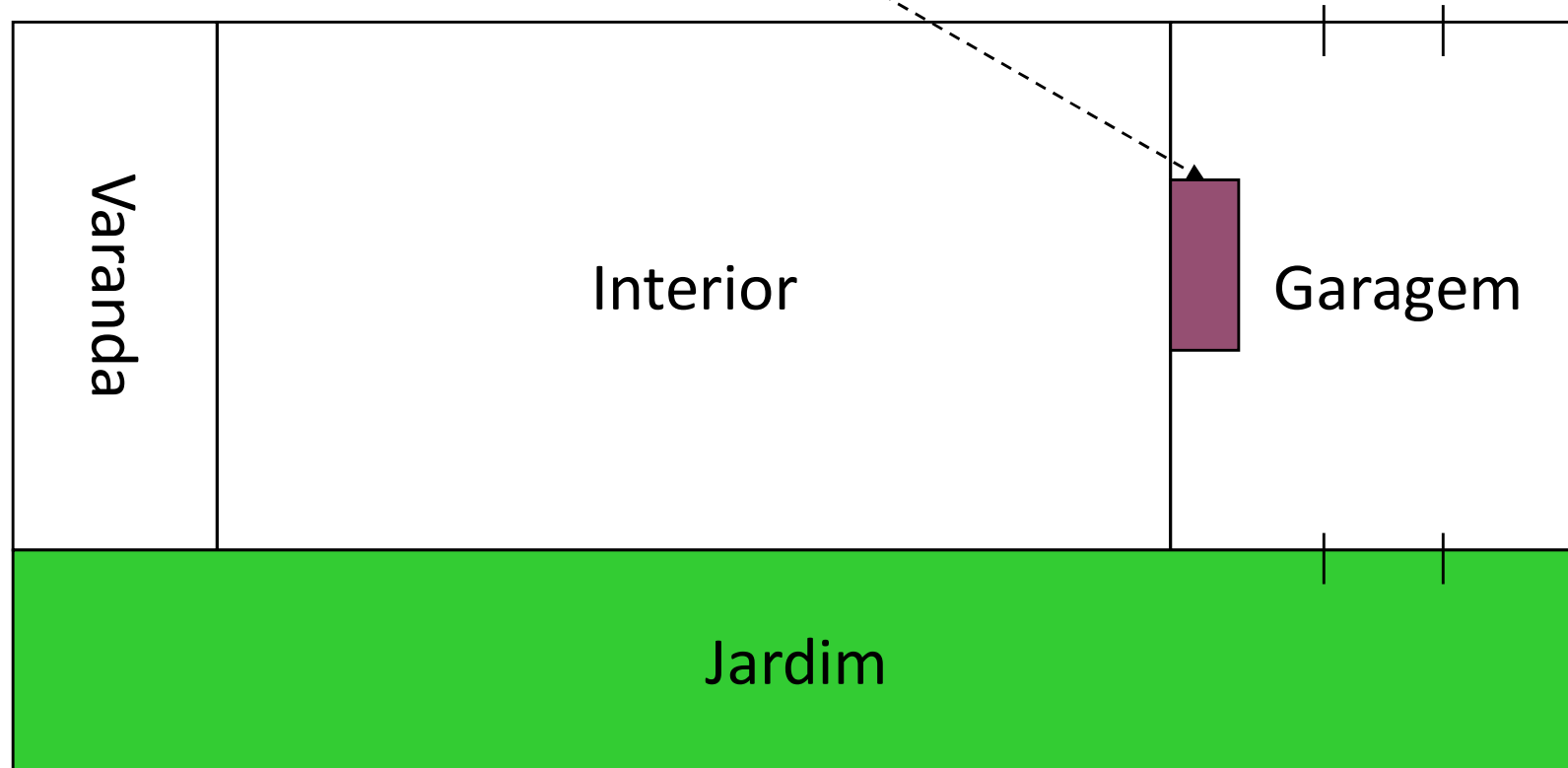


Carta de Processos Múltiplos

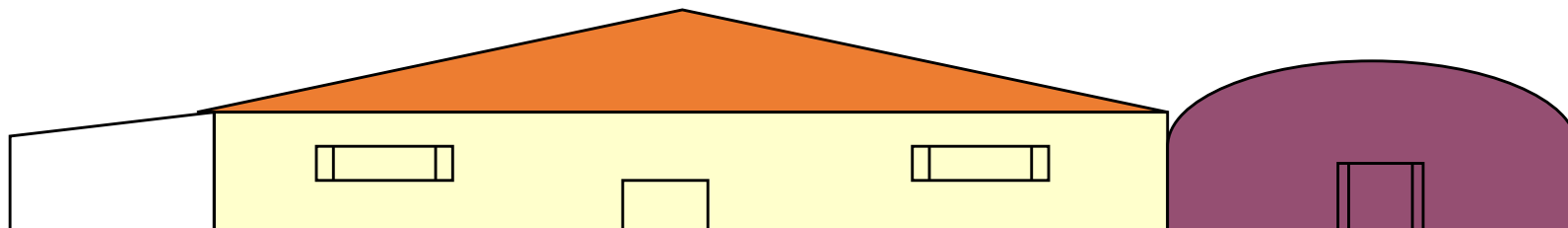
Peça/ produto Operação	A	B	C	D	E	F	
Cortar	1	1	1		1	1	
Entalhar	2	2	2	1			
Estirar		3	4	2	3	3	
Furar	3		3		2	2	
Dobrar	4	4		3	4	4	
Aplainar		5	5	4	5		

Vista
Superior

Armário de Ferramentas



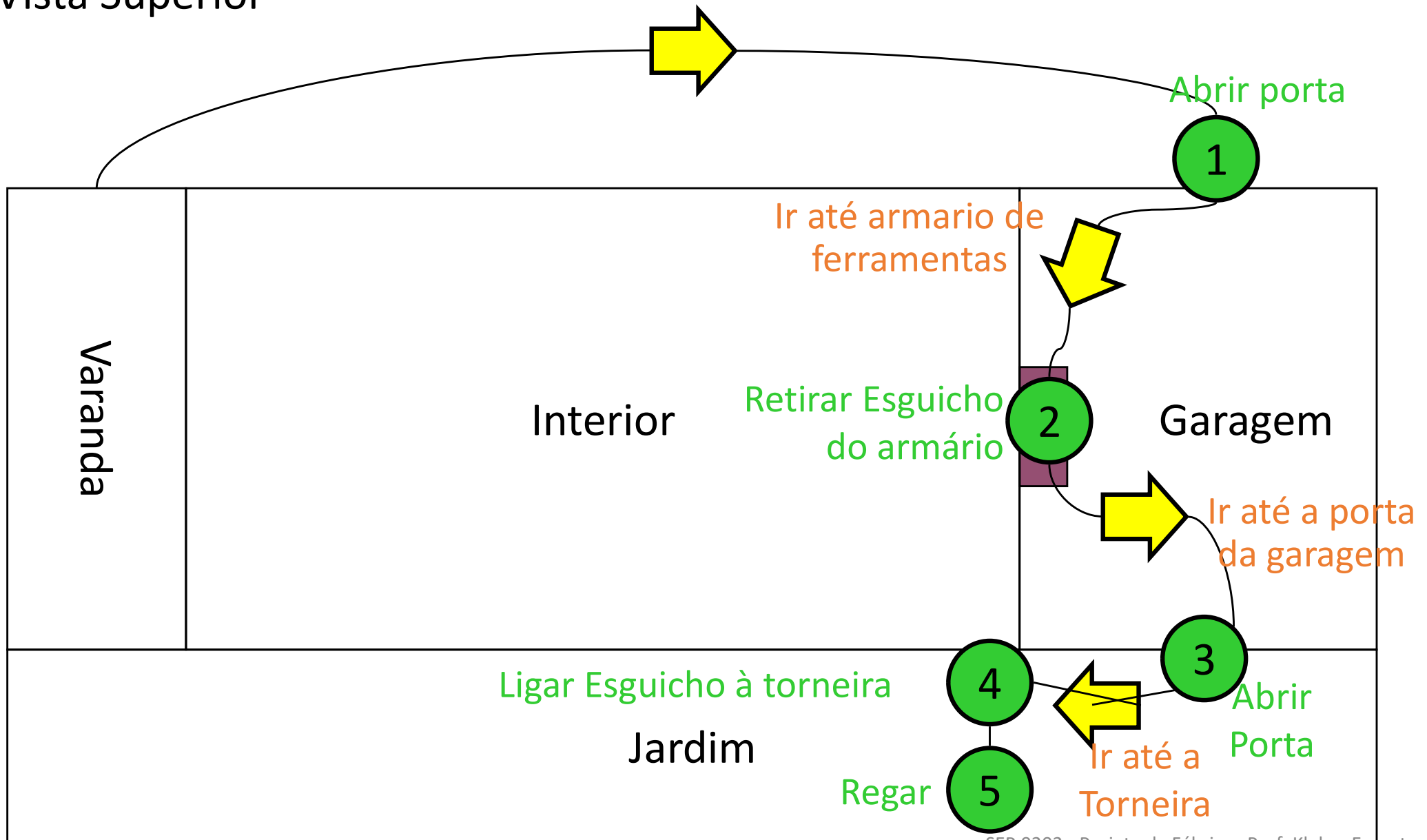
Vista
Lateral





Vista Superior

Ir até a porta traseira



Exemplo (Mapofluxograma)

Distância
em metros

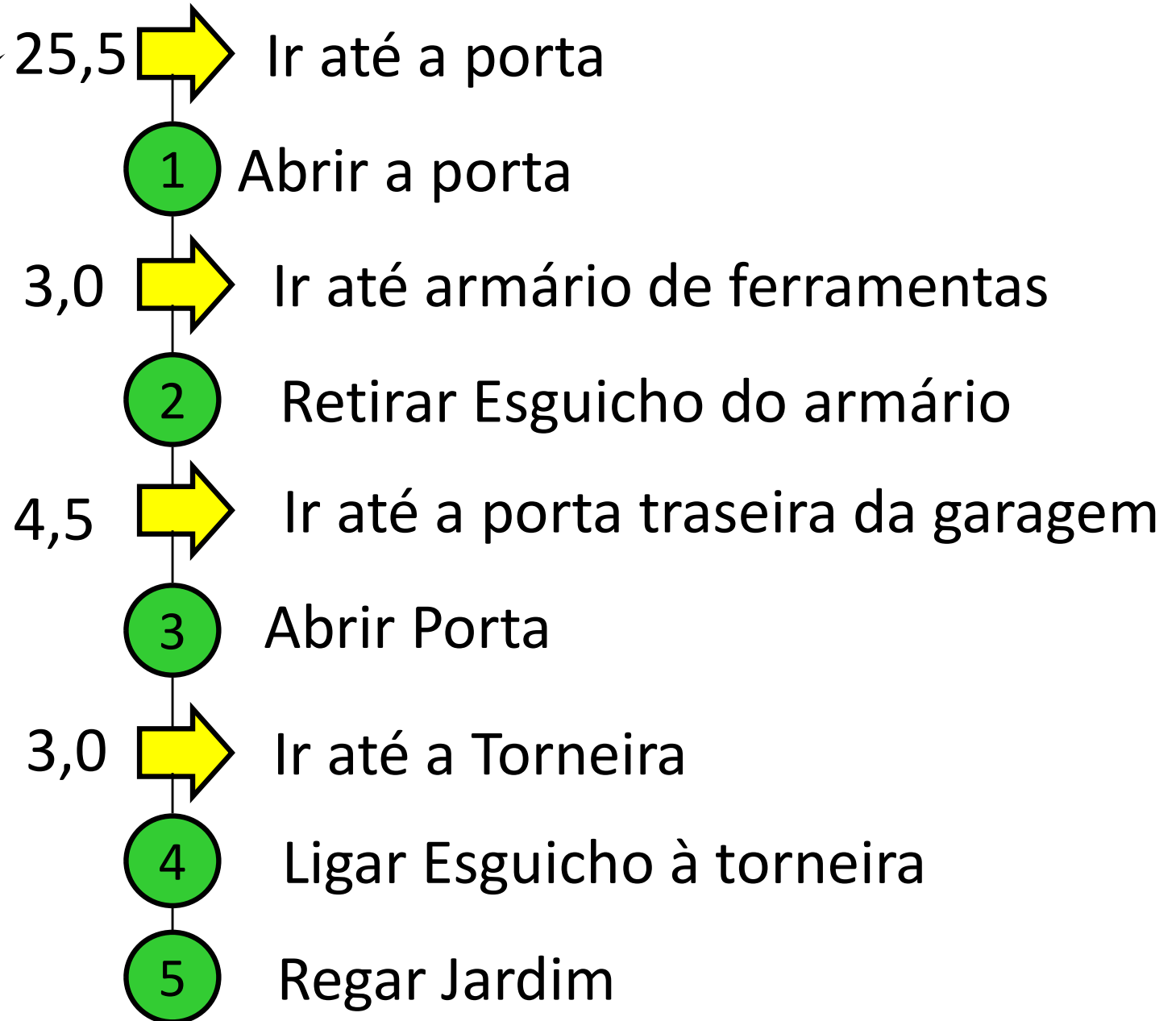


Diagrama
de Fluxo

Técnica

Diagrama de Fluxo de Processo e Mapofluxograma

De Produção

Objetivo Principal

Descrição

Abrangência do Fluxo

Entre Departamentos;
Entre Atividades de um processo;
Dentro de uma estação de trabalho

Situação mais favorável ao uso

Poucos produtos em alta série ou então uma grande quantidade de produtos muito similares (capaz de permitir um fluxo padrão)

Tipo de Arranjo Físico mais adequado

Por produto;
Celular

Técnica

Diagrama de Processos Múltiplos

De Produção

Objetivo Principal

Descrição

Abrangência do Fluxo

Entre Departamentos;
Entre Atividades de um processo;
Dentro de uma estação de trabalho

Situação mais favorável ao uso

Poucos produtos em alta série ou então
um conjunto pequeno de diferentes
tipos de produtos, sendo cada tipo um
processo padrão;

Tipo de Arranjo Físico mais adequado

Por produto;
Celular

Técnica

Diagrama De-Para

De Produção

Objetivo Principal

Descrição; Análise

Abrangência do Fluxo

Entre Departamentos;
Entre Atividades de um processo;
Dentro de uma estação de trabalho

Situação mais favorável ao uso

Grande variedade de produtos;

Tipo de Arranjo Físico mais adequado

Posicional
Por Processo

Técnica

Interações de Atividades

De Produção

Objetivo Principal

Análise

Abrangência do Fluxo

Entre Departamentos;
Entre Atividades de um processo;

Situação mais favorável ao uso

Para a análise entre departamentos, sendo capaz de ser aplicada independentemente do tipo de empresa.

Tipo de Arranjo Físico mais adequado

Diagrama de Inter-relacionamento



Departamento
de Engenharia
De Produção



Determinação dos Espaços

Determinação dos Espaços

- Localização Exige Estimativa da Área total
- Requisitos:
 - Conhecimento das atividades envolvidas
 - Equipamentos necessários
 - Cinco Métodos para determinar espaço:
 - Método Numérico
 - Método da conversão
 - Padrões de espaço
 - Arranjos esboçados
 - Projeção de tendências

- consiste em dividir cada área em elementos de espaço e sub-áreas que compõe o espaço total;
- Características:
 - Método bastante preciso
 - Assim demasiadamente longo, quando precisa-se de um cálculo rápido
- Cálculo de necessidades de equipamentos:
- requisitos: (deve-se conhecer)
 - tempo de operação de cada peça
 - número de peças por ano ou período
 - refugos
- Considerações
 - Fração (2,2 máquinas, por exemplo)
 - Eficiência (perdas evitáveis x inevitáveis)
 - Balancear produção (compensar picos)

Método da Conversão

- Toma como base o arranjo físico e os espaços atualmente utilizados e faz os ajustes reais necessários
- Aplicabilidade:
 - quando projeto deve ser feito em curto prazo
 - quando não se justifica cálculo detalhado (ambiente complexo)
 - Falta precisão
- Comum Área de suporte e Área de Estoque

Padrões de espaço

- Disponíveis de outras empresas ou da literatura
- Deve ser adaptado a realidade da empresa (Ex.: automóvel EUA)
- Devem ser usados como guia, e permanecer apenas enquanto os requisitos para a sua aplicação forem verdadeiros

Arranjos esboçados

- Utilizável quando:
 - Pouco interessante uso de métodos numéricos e de conversão
 - Não há padrões de espaço disponíveis

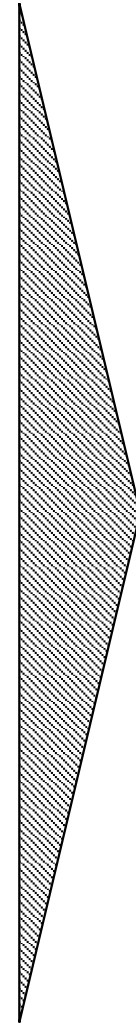
Projeção de Tendências

- Método menos preciso
- Aplicável para requerimentos gerais de espaço (escritórios, depósitos, etc)
- Bom para planejamento a longo prazo
- Estabelece a relação entre área e outro fator (metro quadrado por unidade produzida, por exemplo)



Determinação dos Espaços e Diagrama de Inter-relacionamento entre espaços

- Método numérico
- Método da conversão
- Padrões de espaço
- Arranjos esboçados
- Projeção de tendências



- Esboçando
- Blocos de Áreas unitárias

ESPAÇO DISPONÍVEL
X
ESPAÇO NECESSÁRIO



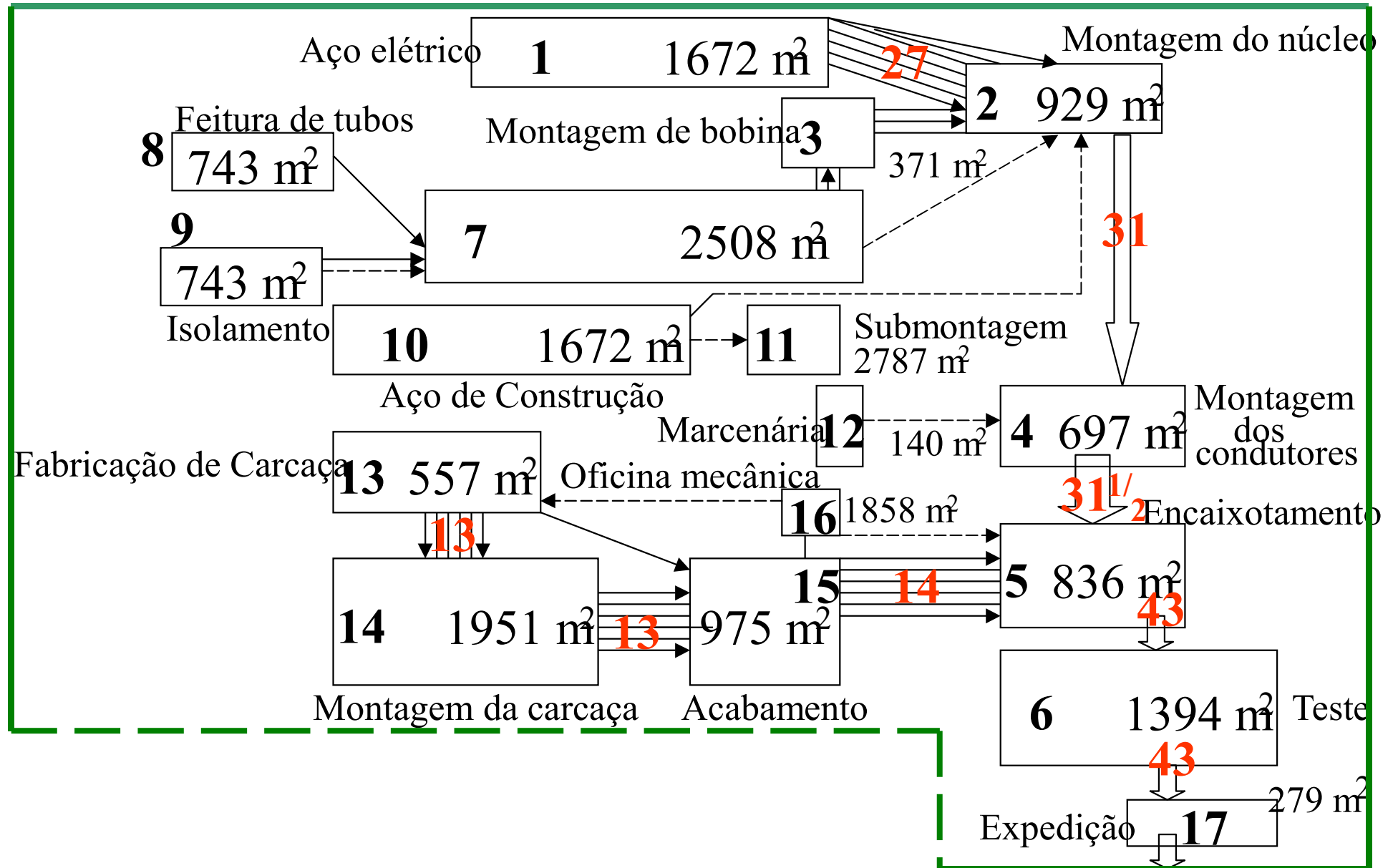
Meios de Ação Possíveis para a Obtenção de “Espaço Adicional” São Apresentados a Seguir:

1. Aumentar horas de trabalho: terceiro turno, fins de semana, horas extras.
2. Melhorar métodos, processos e equipamento;
3. Melhorar o projeto dos produtos ou simplificar a linha de produtos ou componentes;
4. Rever a política de estoques, possivelmente com plano de distribuição revisado;
5. Analisar o planejamento e controle da produção para se obter mais dos recursos existentes;
6. Iniciar uma campanha de limpeza e aproveitamento de refugos para conseguir mais espaços
7. Rearranjo do layout existente para a melhor utilização do espaço – mesmo que alguma coisa possa ser sacrificado;
8. Utilizar uma solução vertical – com equipamento mecânico de movimentação de materiais, empilhamento e serviços de armazenagem em mezaninos;
9. Alugar terrenos adjacentes e movimentar para lá áreas de estocagem e escritórios, liberando assim o espaço para expansão das operações na fábrica. O uso de armazéns públicos recai nesta categoria;
- 10.....

Diagrama de inter- relacionamento de espaços



DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS





Departamento
de Engenharia
De Produção



Considerações de mudanças e Limitações práticas

Ajustes e criação de alternativas

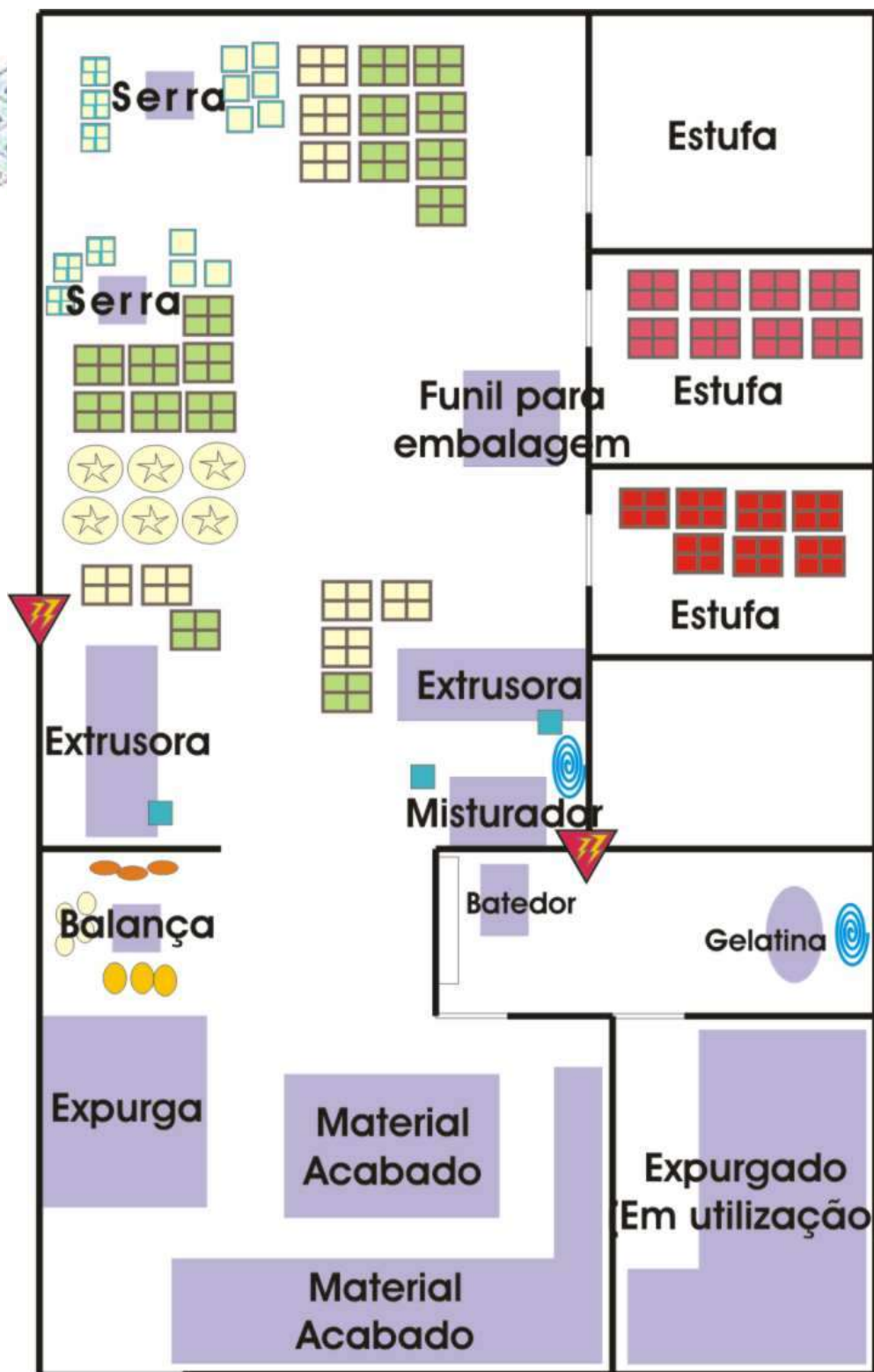
- Método de Manuseio
- Recursos de Armazenagem
- Condições do Terreno
- Necessidades de pessoal
- Características das Construções
- Serviços de suporte e auxiliares
- Procedimentos e Controle
- Formas particulares de atividades



Departamento
de Engenharia
De Produção

Gerar propostas de lay-out MACRO

Exemplo: Lay-out MACRO



Fatores para Avaliação das alternativas de Lay-out

- Facilidade para futuras expansões
- Adaptabilidade, versatilidade e flexibilidade
- Eficiência do fluxo de materiais, manuseio/estocagem de materiais
- Utilização de espaços
- Integração dos serviços de suporte
- Higiene e segurança
- Condições de trabalho e satisfação dos empregados
- Facilidade de supervisão e controle
- Condições de localização
- e outros



Departamento
de Engenharia
De Produção



Percorrer novamente os Procedimentos do sistema SLP – Gerar propostas de lay-out DETALHADO

Planejamento do Arranjo Físico Detalhado

- Envolve a localização de cada uma das máquinas e equipamentos;
- Os dados, dimensões e técnicas são trabalhados de forma mais específica e detalhada;
- O projeto do arranjo físico detalhado fica dentro de condições preestabelecidas, ou seja, dentro de fronteiras de limitações mais específicas;
- Mesmo sendo menos importante, o arranjo detalhado exige maior número de horas;
- Importância de salientar que no planejamento detalhado usamos a opinião dos responsáveis diretos pela operação de cada departamento ou subáreas (mestre, supervisor e encarregado).

Repetição do Sistema SLP

- Cada área é detalhada considerando-se o sistema SLP
- Para cada área estabelecemos quais os produtos ou materiais envolvidos e qual a quantidade de cada um. Analisamos os outros fluxos de entrada, reorganizamos todos eles segundo uma classificação bastante detalhada e estabelecemos a atividade para cada área.
- Quando analisamos o fluxo de materiais para o arranjo geral, variamos a técnica conforme a quantidade relativa
- Um exemplo seria uma carta de processos para diagrama fluxo de materiais.
- No espaço necessário, lidaremos com os espaços para cada uma das máquinas, homens, veículos. Na fase anterior a dimensão de cada elemento concreto não era observada.
- Para a construção do diagrama de inter-relações devemos levar em conta a escala e trabalharmos nos espaços c/ o auxílio de algum método de representação visual.

Escala/ Ajuste

- A escolha da escala que mais bem se adapta aos objetivos estabelecidos. A escala recomendada seria 1:50. Em alguns poucos casos pode-se usar 1:100.



Verificações/Revisões

- O projeto deverá ser verificado constantemente, mesmo antes de estar concluído. Pode ser feito da seguinte forma :

- 1- Utilizando listas de verificação.
- 2- Pedindo que outras pessoas façam revisões
- 3- Utilizando recursos mais sofisticados, como modelo tridimensional.
- 4- Analisando cada uma das alternativas com auxílio de computador.

.

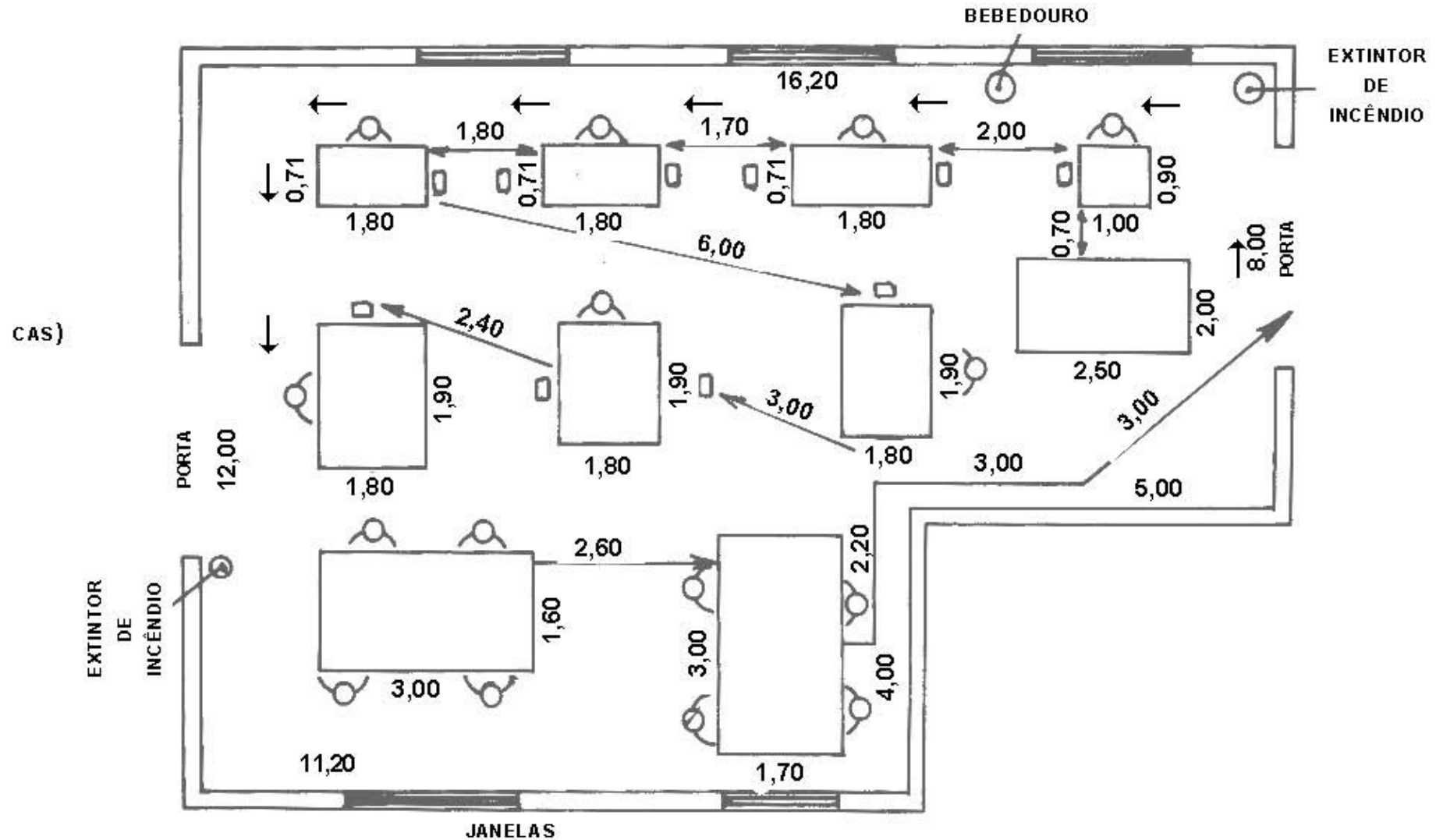
- Na revisão devem ser incluídos:
 - a) chefes dos departamentos de operação envolvidos.
 - b) chefes dos departamentos de serviços envolvidos.
 - c) engenheiro de segurança
 - d) administrador de pessoal
 - e) o seu supervisor direto
- O modelo tridimensional é uma forma de verificar o projeto, pois o mesmo pode ser observado de várias formas e de vários ângulos por pessoas diferentes.

Aprovação

- Em regra geral o responsável pela aprovação final do arranjo geral é o mesmo para o arranjo detalhado
- A aprovação depende de:
 - 1) Os responsáveis pela operação de cada área específica
 - 2) Os encarregados dos serviços envolvidos nas áreas do item anterior
 - 3) Encarregados de segurança e pessoal da engenharia envolvido no projeto
 - 4) Os grupos responsáveis pela implantação.
 - 5) O responsável pela operação de cada área coberta pelo arranjo geral.
- Devido ao grande número de pessoas envolvidas é interessante que cada uma ao dar sua aprovação assine diretamente as plantas do arranjo detalhado ou assine uma folha de registro.



Exemplo: Lay-out Detalhado





Exemplo: Lay-out Detalhado

