

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

"ARRANJO FÍSICO DE  
UMA FÁBRICA DE REAGENTES QUÍMICOS"



FERNANDO JOSÉ BARBIN LAURINDO  
Orientador: Prof. ISRAEL BRUNSTEIN

- 1 9 8 3 -

### SUMÁRIO

Este trabalho trata do projeto de arranjo físico em uma fábrica de reagentes químicos. Baseia-se no sistema SLP de Muther e compreende desde a coleta de dados até a elaboração do "lay-out" detalhado.

A meus pais

LENNY e SYLVIO

À MARGARIDA



#### AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Israel Brunstein pela orientação precisa e amiga.

Ao Eng. Eliott Setton pela oportunidade e colaboração.

À Irma pelo trabalho de datilografia.

À Margarida pelos desenhos, apoio, colaboração e sobretudo pelo carinho e inspiração.

## ÍNDICE

	página
1. <u>FORMULAÇÃO DO PROBLEMA</u>	1
1.1. A empresa	1
1.2. Características do mercado	1
1.3. O problema	3
1.4. Objetivos	4
1.5. O estágio	5
2. <u>METODOLOGIA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS</u>	6
3. <u>ANÁLISE DO PROBLEMA</u>	10
3.1. Produtos	10
3.2. Setores	11
3.2.1. Sais	12
3.2.2. Ácidos e solventes	13
3.2.3. Outros setores	15
3.2.4. Comentários	18
3.3. Processos	19
3.3.1. Sais	19
3.3.2. Ácidos e solventes	22
3.3.3. Outros processos	22
3.4. Metas a serem atingidas	24
3.4.1. Volume de produção	24
3.4.2. Prazos de entrega	24
3.5. Equipamento	25
3.5.1. Equipamento atual	25
3.5.2. Equipamento proposto	29
3.6. Análise do fluxo de materiais	42
3.6.1. Carta de processos múltiplos	42
3.6.2. Carta de interligações prefer.	43

3.6.3. Diagrama de inter-relações entre atividades	49
3.7. O Dimensionamento das áreas	49
3.7.1. Setores produtivos	49
3.7.2. Almoxarifados	56
3.7.3. Setores de apoio	59
3.7.4. Comentários sobre o dimensionamento das áreas	64
4. <u>BUSCA DE ALTERNATIVAS</u>	70
4.1. Diagrama de inter-relações entre espaços	70
4.2. Alternativas propostas	70
4.2.1. "Lay-out" em blocos interdepartamental	71
4.2.2. "Lay-out" em blocos.	71
5. <u>AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS</u>	74
6. <u>ESPECIFICAÇÃO DA ALTERNATIVA SELECIONADA</u>	76
6.1. "Lay-out" detalhado	76
6.2. Considerações sobre localização e implantação	76
7. <u>COMENTÁRIOS FINAIS</u>	78
<u>APÊNDICES</u>	79
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	84

1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA



## 1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

### 1.1. A EMPRESA

2 { A empresa em questão é caracterizada como pertencente ao ramo da produção e comercialização de reagentes químicos, sendo sua produção tanto intermitente repetitiva quanto intermitente sob encomenda. Sua linha de produtos consiste de uma vasta gama de reagentes analíticos (orgânicos e inorgânicos, sólidos ou líquidos), corantes e soluções. Destinam-se basicamente para análise laboratorial, seja em instituições de pesquisa ou em indústrias.

A área construída atual é de aproximadamente 1700 m<sup>2</sup> e 67 funcionários trabalham em suas atuais instalações.

A tecnologia empregue na produção permite grande flexibilidade, possibilitando a fabricação de uma bem diversificada linha de produtos.

2 { Os canais de distribuição dos produtos ao mercado são: vendas diretas, distribuidores e representantes autorizados.

### 1.2. CARACTERÍSTICAS DO MERCADO

Os principais consumidores da empresa são laboratórios de instituições de ensino e pesquisa (I.P.T., U.S.P., por exemplo) e de serviço público (CESP, SABESP, etc), bem como indústrias químicas, farmacêuticas, alimentícias, siderúrgicas e metalúrgicas.

Baseado em pesquisas efetuadas e na experiência de pessoas ligadas ao setor, pode-se chegar a algumas conclusões.

Uma delas é de que o mercado de reagentes químicos apresenta-se cada vez mais exigente. Isto devido a que, em reagentes químicos, o grau de pureza é fundamental e deve ser compatível com o fim a que o produto se destina.

Para a medida do grau de pureza de uma substância há diversos padrões, tais como grau de pureza técnico, P.A. (para análise), U.S.P. (United States Pharmacopeia), A.C.S. (American Chemical Society), grau cromatográfico, espectrofotométrico, etc.

E uma importante consequência disto é que uma mesma substância produzida em dois diferentes graus de pureza constitui, na prática, dois produtos distintos, com aplicações e clientes específicos.

Desta forma, para se obter uma boa penetração no mercado, é importante que a empresa busque a melhoria da qualidade de seus produtos.

Outra característica do mercado é a existência de alguns produtos de baixo custo produtivo e que alcançam um preço bastante elevado. Contudo, devido ao fato dos compradores incluírem um grande número de produtos diferentes em seus pedidos, não é possível para a empresa apenas produzir os produtos mais vantajosos. Assim, outro fator de boa penetração no mercado

é a manutenção de uma grande e diversificada linha de produtos.

Levando em conta estes fatores, a empresa em questão mantém-se em segundo lugar entre os maiores fornecedores de reagentes químicos, detendo aproximadamente 15% do mercado nacional.

### 1.3. O PROBLEMA

A empresa, no princípio, produzia um reduzido número de produtos com uma tecnologia bastante rudimentar. Todavia, o mercado promissor e a qualidade competitiva de seus produtos, levou a empresa a crescer, aumentando tanto o número de produtos, bem como o volume de produção, e ainda sofisticando os processos produtivos de antigos e novos produtos. Porém, tal crescimento foi desordenado, levando a problemas técnicos, bem como à impossibilidade de atender à demanda sempre crescente, devido ao esgotamento da atual capacidade produtiva.

3 { Outro sério problema que atinge a indústria é a sua atual localização. Situada em um bairro residencial de São Paulo, produzindo uma série de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) nocivos, torna-se importante mudar a empresa para um local mais apropriado, pois poderiam surgir problemas legais devido a poluição causada.

Finalmente, constatou-se como séria consequência



da falta de capacidade produtiva, o constante dilatação dos prazos de entrega dos pedidos, fator altamente negativo em um mercado competitivo.

#### 1.4. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão relacionados com a solução dos problemas citados, além de se desejar aumentar a produção para atender ao crescimento da demanda e aumentar a participação no mercado. Também seria desejável que novos equipamentos fossem adquiridos, possibilitando não só o aumento da produção, mas também melhoria na qualidade dos produtos, bem como a possibilidade de se produzir novos produtos, e de se reduzir custos.

Assim teríamos:

1º Objetivo: Localizar a fábrica em local mais apropriado.

2º Objetivo: Reduzir prazos de entrega, conforme metas estabelecidas pela cúpula diretiva da indústria.

3º Objetivo: Aumentar volume de produção.

4º Objetivo: Melhoria da qualidade.

5º Objetivo: Ampliar linha de produtos.

Nestes objetivos está implícita a construção de uma nova fábrica, cujo "lay-out" é o assunto do presen



te trabalho.

#### 1.5. O ESTÁGIO

Estabelecida a necessidade da elaboração do "lay-out" da nova fábrica, surgiu a necessidade de obtenção de dados fidedignos, com os quais fosse possível dar andamento ao projeto.

Desta forma, o estágio voltou-se à obtenção de tais dados e sua utilização na seqüência da elaboração do "lay-out", (ou de diversas alternativas de "lay-out") que satisfizessem aos objetivos fixados, bem como um processo de avaliação para a escolha da melhor alternativa, que será desenvolvida mais detalhadamente; tudo isto em estreito contato com a Diretoria de Produção da empresa.

## 2. METODOLOGIA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 2. METODOLOGIA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A metodologia a ser seguida no andamento do trabalho será o "Processo Geral de Resolução de Problemas", convenientemente aplicado ao problema em questão. A descrição do "Processo Geral de Resolução de Problemas" encontra-se no Apêndice A1.

Dentro deste processo geral, o problema de "layout" (ou arranjo físico) é um caso particular.

O arranjo físico de uma fábrica compreende o estudo de posicionamento relativo dos recursos produtivos (pessoal, máquinas e materiais) no espaço disponível. O termo arranjo físico, algumas vezes significa o arranjo existente, outras o arranjo proposto e, geralmente, a área de estudo ou o próprio trabalho de se fazer um arranjo físico. Desta forma, arranjo físico pode ser uma instalação real, um projeto ou um trabalho. No apêndice A2, temos uma descrição dos tipos de arranjo físico, com as vantagens de cada um.

Segundo Muther (1), os objetivos básicos do arranjo físico são:

- Integração de todos os fatores que afetam o arranjo físico (setores produtivos e auxiliares).
- Movimentação de materiais, por distâncias mínimas já que o simples ato de transportar nada produz e nada acrescenta ao produto.
- O trabalho deve fluir através da fábrica, obe

decendo a sequência do processo produtivo, sem retornos, cruzamentos e estoques intermediários.

- Utilização racional do espaço, utilizando-se as suas três dimensões.

- Satisfação e segurança para os empregados.

- Flexibilidade, ou seja, facilidade para expandir, rearranjar e ser prontamente adaptável a mudanças no projeto do produto, nos volumes de venda e no processo produtivo.

Para o referido autor, os problemas de arranjo físico geralmente recaem em dois elementos básicos: o produto que é feito, e a quantidade em que é produzido. Todas as características e particularidades do projeto serão decorrência desses dois fatores.

O conceito de produto engloba, além dos itens produzidos pela empresa, a matéria prima ou peças compradas, peças montadas ou tratadas, serviços prestados, etc. Quanto ao fator quantidade, pode ele ser expresso através de inúmeras maneiras, tais como: nº de peças, peso, volume ou valor do montante produzido, etc.

O roteiro pode ser entendido como o processo, ou seja, suas operações, equipamentos e sequenciação.

As operações produtivas não funcionarão a contento, se não houver um número adequado de serviços de suporte para sustentá-las. Esses serviços de suporte incluem manutenção, ferramentaria, sanitários, alimen

tação, ambulatórios, setores de expedição e recebimento, armazéns, escritórios, etc.

Finalmente, é mister considerar o fator tempo, i. e., buscar a resposta às perguntas: quando, por quanto tempo, com que frequência e em que prazo.

Desta forma, estes cinco elementos constituem as bases para um planejamento de instalações:

- P: produto
- Q: quantidade
- R: roteiro
- S: serviços de suporte
- T: tempo.

Para melhor compreensão e desenvolvimento do projetos de arranjo físico, o mesmo Muther divide o andamento do projeto em quatro fases:

- FASE I: LOCALIZAÇÃO: Determinação do local onde se implantará o projeto. Não se trata necessariamente do problema de obtenção de um novo terreno: pode ser também o estudo da localização do novo projeto no mesmo terreno atual, mas numa área que não era utilizada; ou ainda compra de um prédio já existente.

- FASE II: ARRANJO FÍSICO GERAL: Estabelecimento da posição relativa entre as diversas áreas. Nesta fase, estabelecem-se grosseiramente as inter-relações

e a configuração geral da área. Tais planos recebem diversas denominações: "lay-out" em blocos, "block lay-out", "lay-out" grosseiro, etc.

- FASE III: ARRANJO FÍSICO DETALHADO: Localização de cada máquina e equipamento, incluindo todos os suprimentos e serviços. O resultado desta fase é geralmente transformado em desenho ou maquete com modelos em escala do equipamento utilizado.

- FASE IV: IMPLANTAÇÃO: Nesta última fase, planeja-se cada passo da implantação, trata-se da apropriação de capital e faz-se a movimentação das máquinas, equipamentos e recursos, a fim de que sejam instalados conforme o planejamento.

Neste trabalho, dar-se-á mais ênfase à fase II, mas também trataremos da fase III. A fase IV será apenas levemente abordada, enquanto que a fase I já estava previamente definida pela empresa antes do início deste trabalho.

Note-se ainda que, ao longo deste trabalho, os termos "lay-out" e arranjo físico serão usados indistintamente como sinônimos.

3. ANÁLISE DO PROBLEMA



### 3. ANÁLISE DO PROBLEMA

#### 3.1. PRODUTOS

A tecnologia empregue, bem como os equipamentos disponíveis nas atuais instalações da fábrica são dotados de grande versatilidade, já que permitem a produção de uma grande variedade de produtos.

Embora as quantidades produzidas sejam limitadas por esta tecnologia não especializada, ela possibilita a fabricação de praticamente qualquer produto na fase sólida ou líquida, não sendo possível, contudo, a produção de substâncias na fase gasosa.

Para efeito de produção, os produtos são basicamente divididos em três grandes grupos: sais, ácidos e solventes.

"SAIS": Essencialmente produtos na fase sólida, geralmente sob a forma de pó. Sua produção é efetuada nas salas de sal, que são equipadas com reatores, centrífugas, evaporadores, moinhos, etc.

"SOLVENTES": Produtos na fase líquida, obtidos em colunas de destilação localizadas nas "salas de solvente".

"ÁCIDOS": Basicamente trata-se do ácido nítrico, de grande produção, obtido em coluna de destilação específica, localizada na "sala de ácidos". Entretanto,



há alguns outros ácidos também produzidos nesta sala.

Note-se que esta classificação, bastante imprecisa, não corresponde à classificação química das substâncias. Assim, existem produtos quimicamente classificados, por exemplo, como ácidos que, para efeito de processo produtivo, são classificados como "sais". Um caso típico é o ácido bórico, que é vendido em pó. Resalte-se que há vários outros paradoxos similares. Contudo, como a classificação em "sais", "ácidos" e "solventes" é corrente na empresa (e mesmo no mercado), adotaremos esta classificação no transcorrer do trabalho.

As salas de "sais", "solventes" e "ácidos" serão, posteriormente, descritas com maiores detalhes, bem como outros setores produtivos.

### 3.2. SETORES

3 { Serão descritos aqui, os setores produtivos e auxiliares, com suas subdivisões, funções e equipamentos. Note-se que a divisão dos setores aqui exposta é a funcional, não correspondendo exatamente à divisão física atual da fábrica. Desta forma, na fábrica atual temos, às vezes, duas ou mais "salas" ou "setores" aglutinados em um só compartimento. Esta situação não é desejável e deverá ser mudada na nova fábrica, havendo inclusive setores (ou salas) que ainda não foram ins-

talados na atual fábrica.

### 3.2.1. Setor "Sais"

Responsável pela produção e embalagem de sais. Consiste de diversas salas, descritas a seguir:

- a) Sala de sal simples: equipada somente com recipientes plásticos e com "tachos" de aço inox, destinando-se ambos à reações e dissoluções.
- b) Sala de sal com reator inox: auto explicativo.
- c) Sala de sal com reator de vidro: local para instalação, quando for adquirido, do reator de vidro, que resiste melhor a corrosão, sendo por isso mais indicado para certos produtos.
- d) Sala centrífuga e evaporador: onde se realizam a evaporação, cristalização e secagem dos "sais".
- e) Sala com estufa: para a adequada secagem dos sais.
- f) Sala com moinho e Sala com homogeneizador e peneira: nestes dois tipos de sala são realizadas as operações necessárias para se obter a granulação adequada dos produtos. No-

te-se que a peneira vibratória ainda não foi adquirida.

- g) Sala de embalagem de sal: nestas salas são realizadas, manualmente, a embalagem dos "sais".
- h) Sala de embalagem de sal higroscópico: difere da anterior por estar equipada com um desumificador, permitindo assim a embalagem de "sais" sem vestígios de umidade.
- i) Sala para eletrólise: permite a obtenção de certos sais mediante eletrólise. Devido ao calor emanado durante a eletrólise, seria aconselhável que fosse localizada à parte dos outros setores produtivos.
- j) Sala com mufla de calcinação: permite a obtenção de produtos "anidros", i.e., sem nenhuma umidade. Deve, preferencialmente, localizar-se em local à parte.

### 3.2.2. Setores "Ácidos" e "Solventes"

Responsáveis pela produção e embalagem de, respectivamente, "ácidos" e "solventes". Compreendem as seguintes salas:

- a) Sala com coluna para ácido: equipada com coluna de destilação destinada, principalmente, à obtenção de ácido nítrico.
- b) Sala de embalagem de ácido - "sifão": o

"sifão" é simplesmente um recipiente dotado de uma torneira, embaixo da qual são colocados os recipientes a serem preenchidos e posteriormente fechados e rotulados.

- c) Sala de embalagem de ácido - "máquina": aqui a embalagem é efetuada com uma máquina mais específica a este fim.
- d) Sala com coluna de vidro para solvente: auto explicativo.
- e) Sala com coluna de aço inox para solvente: a utilização da coluna de destilação de vidro ou de aço inox dependerá do produto a ser obtido.
- f) Sala com reator para solventes: este reator (de aço inox) é destinado à obtenção de diversos produtos na fase líquida.
- g) Sala com coluna cromatográfica: para obtenção de produtos com grau de pureza cromatográfico.
- h) Sala de embalagem de solventes - "sifão": análoga à sala de embalagem de ácido-"sifão".
- i) Sala de embalagem de solventes - "máquina": análoga à sala de embalagem de ácido - "máquina".

### 3.2.3. Outros Setores

Além destes setores, há diversos outros, auxiliares e produtivos, que serão citados agora.

- a) Setor "Produtos Especiais": consiste de uma sala equipada com reator e estufa próprios (de pequeno tamanho), onde determinados produtos são produzidos e embalados.
- b) Setor "Soluções": uma sala provida de tacho no qual "sais" são dissolvidos em água, obtendo-se soluções nas concentrações desejadas, saindo da sala já embaladas. Note-se portanto, a diferença que há entre "solventes" e "soluções", já que nos "solventes" a matéria prima é toda líquida e sofre reações e/ou destilações.
- c) Setor "cobre em fio": sala onde bobinas de cobre são cortadas em máquina apropriada, obtendo-se pequenas barras. Como se pode notar, é uma operação totalmente diversa das demais efetuadas na fábrica.
- d) Setor "Dissulfeto de Carbono": local provido de equipamento para obtenção dessa substância, que é perigosa. Por isso, essa sala deve estar à parte das demais.
- e) Setor "Amônia": tem dois tanques apropriados para a purificação de hidróxido de amô-

nia, realizadas em quantidades consideráveis.

f) Setor "Apoio à Embalagem": Destinado ao suporte às operações de embalagem. Compõe-se das seguintes salas:

3 { f.1) Sala lava-frasco: onde se lavam os frascos antes de serem preenchidos com o produto acabado.

f.2) Sala de plastificação: onde se coloca papel vedante no bocal dos frascos (especialmente "sais"), rotula-se e plastificam-se os frascos já devidamente preenchidos.

f.3) Sala de montagem de caixas: local para a montagem das caixas de papelão que vão receber os frascos já embalados.

g) Setor "Almoxarifados": compreendendo três diferentes armazéns, a saber:

- 3 {
- Almoxarifado de matérias-primas
  - Almoxarifado de produto à granel (para produção em andamento).
  - Almoxarifado de materiais de embalagem e de produtos acabados.

3 { h) Setor "Laboratório": sumamente importante, pois por lá passarão amostras de todos os produtos, prontos ou em andamento, bem como de todas as matérias-primas, de forma a se



3 { aquilatar o grau de pureza de todas substâncias que entram e saem da fábrica. O laboratório conta também com um almoxarifado onde se guardam os equipamentos necessários às análises.

i) Setor "Retenção de amostras de produção":

local para ficarem guardadas, durante certo tempo, amostras de todos os produtos enviados aos clientes, de modo que seja possível uma nova análise, se assim for necessário. Note-se que todos os produtos que deixam a fábrica são analisados antes de serem enviados aos clientes.

j) Setor "Manutenção": onde são reparados os equipamentos, bem como são armazenadas peças e ferramentas para manutenção não só dos equipamentos, mas também do prédio.

l) Setor "Lavagem de bombona": para a lavagem de bombonas, tanques, "tachos", etc.

3 { m) Setor "Suprimentos": onde estão localizados os geradores de vapor, bomba de vácuo e desmineralizador, destinados a suprir a fábrica de, respectivamente, vapor, vácuo e água dionizada.

Além de todos estes setores, ainda teremos outras dependências necessárias para o funcionamento da fábrica. São elas: sanitários, co

3 { zinha, refeitório, escritórios, ambulatório,  
salas de encarregado e local para lazer.

#### 3.2.4. Comentários

Na descrição dos setores e das salas, nota-se que há uma tendência para a compartimentação da fábrica. Isto devido a possibilidade de contaminação entre os produtos.

Portanto, deve-se, o quanto for possível, colocar atividades com equipamentos diferentes em salas separadas, levando-se assim a um grande número de salas.

Desta forma, haveria um só produto sendo processado de cada vez em cada sala, diminuindo o risco de contaminação, melhorando o fluxo de produção e elevando a qualidade dos produtos.



Praticamente todos os setores citados já existem atualmente na fábrica, mas de maneira improvisada, sem a necessária separação de cada atividade em uma sala isolada. A divisão exposta tem, desta maneira, o caráter de uma proposta de atingir este objetivo.

Observe-se que há exceções, como por exemplo a "sala centrífuga + evaporador", onde estes dois equipamentos estão juntos porque as operações neles executadas estão sempre em se-



quência.

Uma outra observação que deve ser feita é quanto ao transporte de certos produtos.

Note-se que para "ácidos" e "solventes", a matéria prima pode vir em tambores até as salas ou através de uma mangueira conectada exteriormente a um tanque com matéria prima e dentro da sala a um outro tanque. Analogamente, podem os produtos, já prontos, deixar as salas.

Por esta razão, é conveniente que as salas de "ácido" e "solvente" (tanto produção como embalagem) estejam localizadas junto à parede externa do prédio.

### 3.3. PROCESSOS

Conhecidos os diversos setores da empresa, será dada agora uma visão sobre os roteiros dos processos produtivos.

3 { Para tal, nos valeremos da "carta de processos-operações", que é a representação gráfica dos pontos nos quais o material é introduzido no processo produtivo e da seqüência de todas as operações e inspeções, excluindo-se aquelas que envolvem transportes, demora e armazenagem.

#### 3.3.1. "Sais"

Os produtos do tipo "sal" têm sua matéria prima chegando às salas em sacos. Os "sais" já prontos também deixam as salas em sacaria.

Basicamente há dois tipos de processo bastante semelhantes, que são o "sal de síntese" (Fig. 3.1) e "sal de recristalização" (Fig.3.2).

Em ambos os processos, a operação "reação ou síntese" dá-se ou nas salas de sal simples ou nas salas de sal com reator. Nas primeiras utilizam-se "tachos" inox para a operação, enquanto que nas salas de reator utilizam-se reatores de vidro ou de aço inox, conforme as substâncias envolvidas.

Na "filtragem" é usado um filtro móvel, que pode ser deslocado para o local onde for necessária sua utilização.

A "evaporação" e a "cristalização" são efetuadas no evaporador de vidro.

A "centrifugação" é, obviamente, realizada em uma centrífuga.

A "secagem" é realizada em estufas, tornando o produto seco, mas não anidro. Quando isto é necessário, utiliza-se a mufla de calcinação, como já foi dito.

Para a "granulação" utilizam-se moinho, peneira vibratória e homogeneizador.

A "análise" é realizada no laboratório, sendo que apenas uma amostra do produto é levada para o laboratório.

Note-se que antes de serem embalados, os produtos aguardam ainda à granel no almoxarifado de produtos à granel.

2 { O "preenchimento dos frascos" é realizado manualmente, sendo que após o frasco ser devidamente preenchido, ele tem seu bocal vedado e tampado, rotulado e plastificado. Em seguida, frascos com o produto pronto são acondicionados em caixas de papelão. Finalmente as caixas com os frascos cheios são levadas ao "almoxarifado de produtos acabados e material de embalagem".

USAR UNIDOV ESPECÍFICA NO CASO

Quando o produto não deve absorver umidade, a operação "preenchimento dos frascos" deve ser feita na "sala de embalagem de sal higroscópico".

Para os sais de recristalização "dissolução" significa dissolver em água novamente um produto já pronto (comprado pronto ou um "sal de síntese" obtido na fábrica).

Em seguida o processo descrito acima é repetido, de forma a purificar o produto até o grau desejado.

Destaque-se que certos sais são obtidos

mediante a "eletrólise", sendo que, após esta, seguem o mesmo processo, dos sais de "recristalização".

### 3.3.2. "Ácidos" e "Solventes"

Os processos produtivos de ambos são bastante semelhantes, sendo que a maior diferença reside no tipo de coluna de destilação usada. As figuras 3.3. (Ácidos), 3.4 e 3.5 (Solventes) mostram as cartas de processos-operações correspondentes a estes processos produtivos.

Note-se que para os ácidos há um só tipo de coluna de destilação, enquanto que para os solventes pode-se usar a coluna de destilação de vidro, a de aço inox ou ainda a cromatográfica.

O "tratamento" nada mais é que uma prévia purificação, para produtos com grande grau de impurezas, realizada antes da "destilação" propriamente dita.

Observe-se que o frasco com "solvente" ou "ácido" só é tampado, sem receber o papel vedante em seu bocal.

### 3.3.3. Outros Processos

Os processos produtivos de "amônia", "disulfeto de carbono", bem como a maioria dos "pro

dutos especiais" são todos bastante similares, baseando-se em uma destilação. A destilação de cada um destes produtos é realizada nas respectivas salas, bem como o preenchimento dos frascos. Como exemplo válido para estes três tipos de produto apresentar-se-á a carta de processos operações referentes à "amônia" (Fig. 3.6).

Contudo, note-se que há "produtos especiais" sólidos e líquidos. Estes últimos são produzidos da maneira descrita acima. Quando o produto é sólido, ele segue um processo similar ao dos "sais", só que totalmente dentro da sala de produtos especiais, que é equipada com centrífuga e estufa. O fato do produto ser sólido também influi nas operações de embalagem, já que se deve colocar papel vedante no bocal dos frascos, antes destes serem tampados.

Quanto às "soluções", como já dito, trata-se de um sal dissolvido em água, que é analisado para verificar se foi atingida a concentração desejada, sendo depois embalado de maneira análoga a um "solvente" (Fig. 3.7).

O processo produtivo do "cobre em fio" é bastante simples. Uma máquina adequada corta uma bobina de cobre em pequenos pedaços, que são limpos em uma outra máquina.

MATÉRIA PRIMA: Dois ou mais componentes (e água)

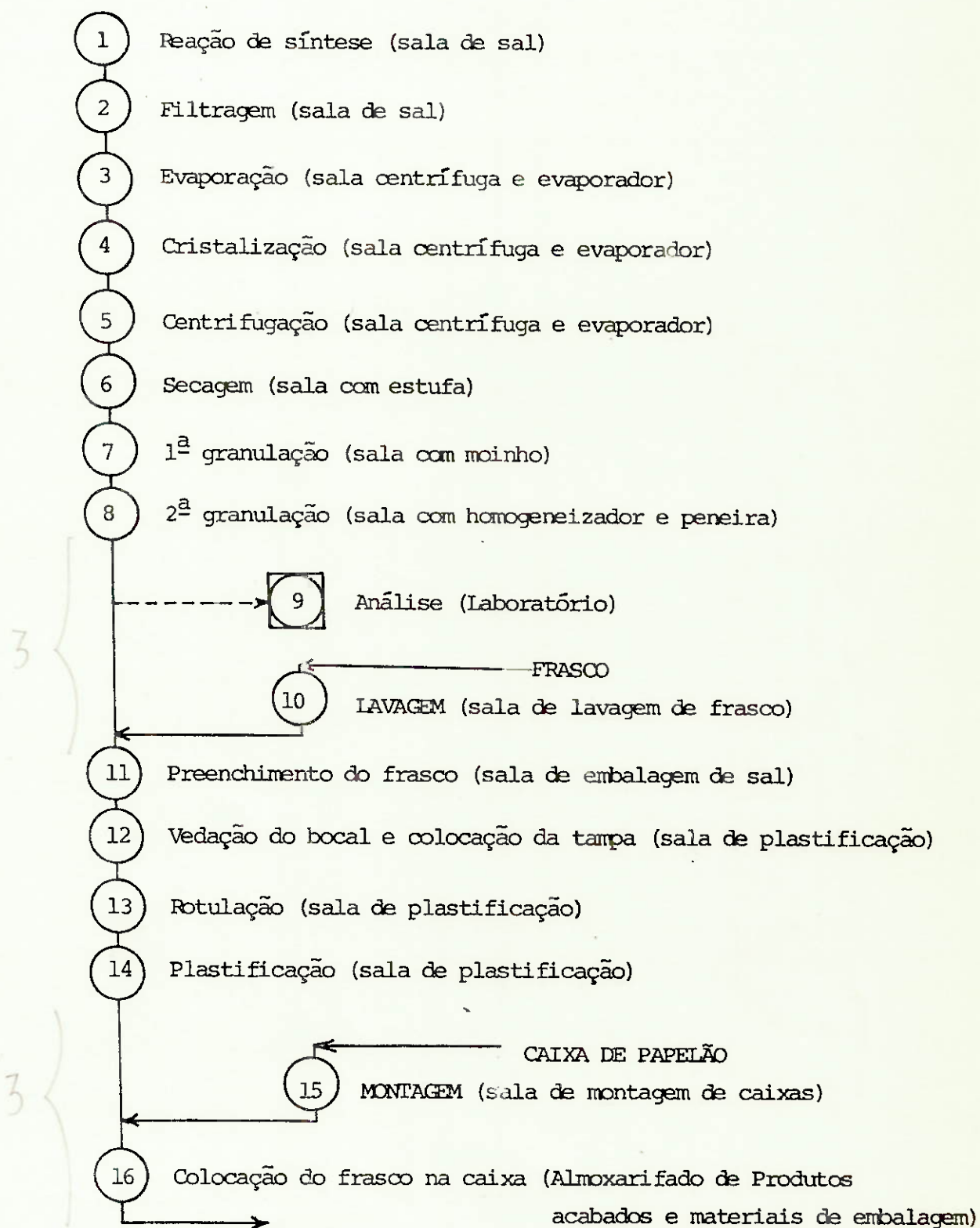


Fig. 3.1. - Carta de Processo-operações - Sal de Síntese  
(Elaborado pelo autor)



MATÉRIA PRIMA: Um só produto, que é o próprio produto a ser obtido, mas com maior concentração de impurezas.

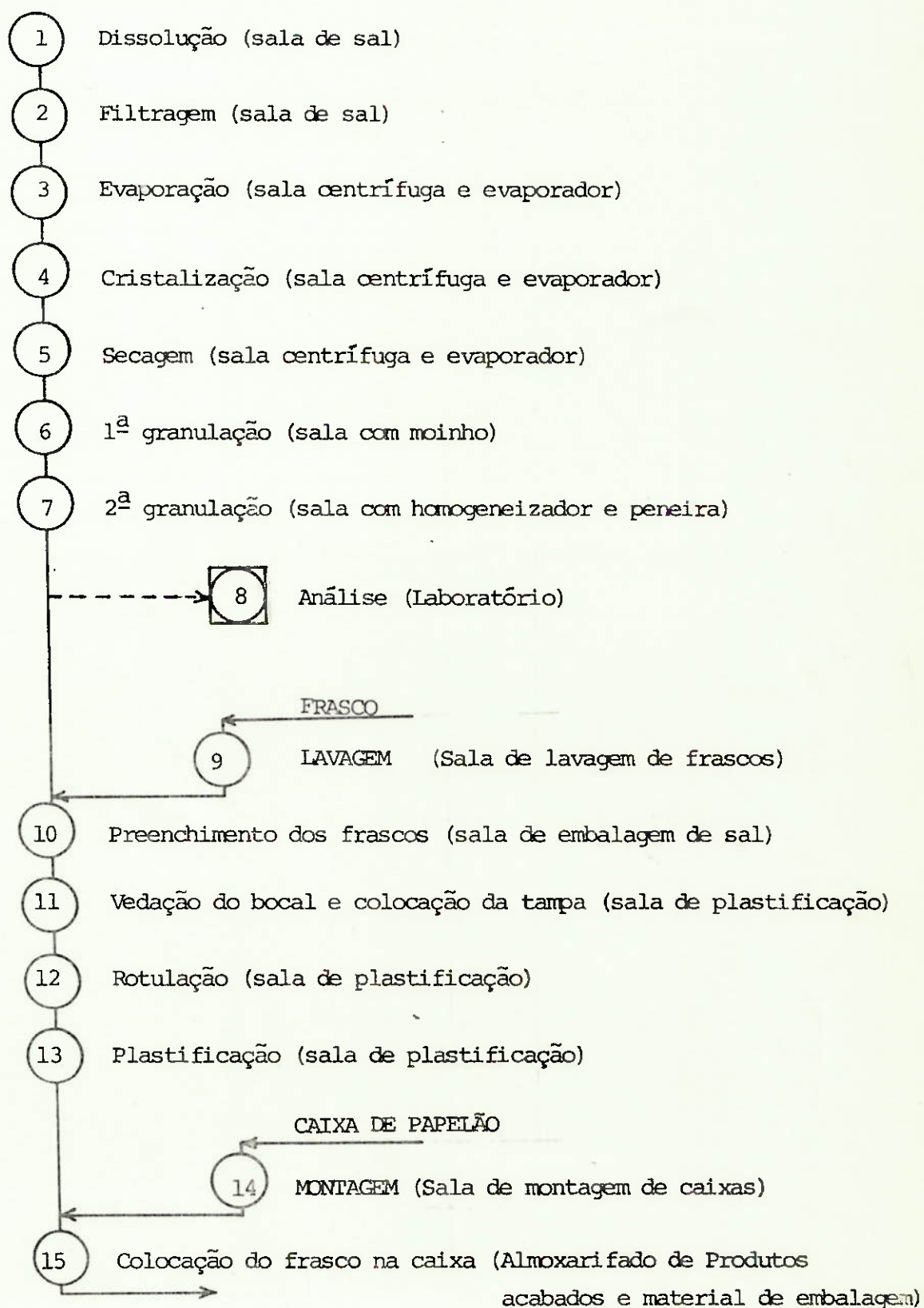


Fig. 3.2 - Carta de processo-operações - Sal de recristalização. (Elaborado pelo autor)

MATÉRIA PRIMA: O próprio ácido a ser destilado

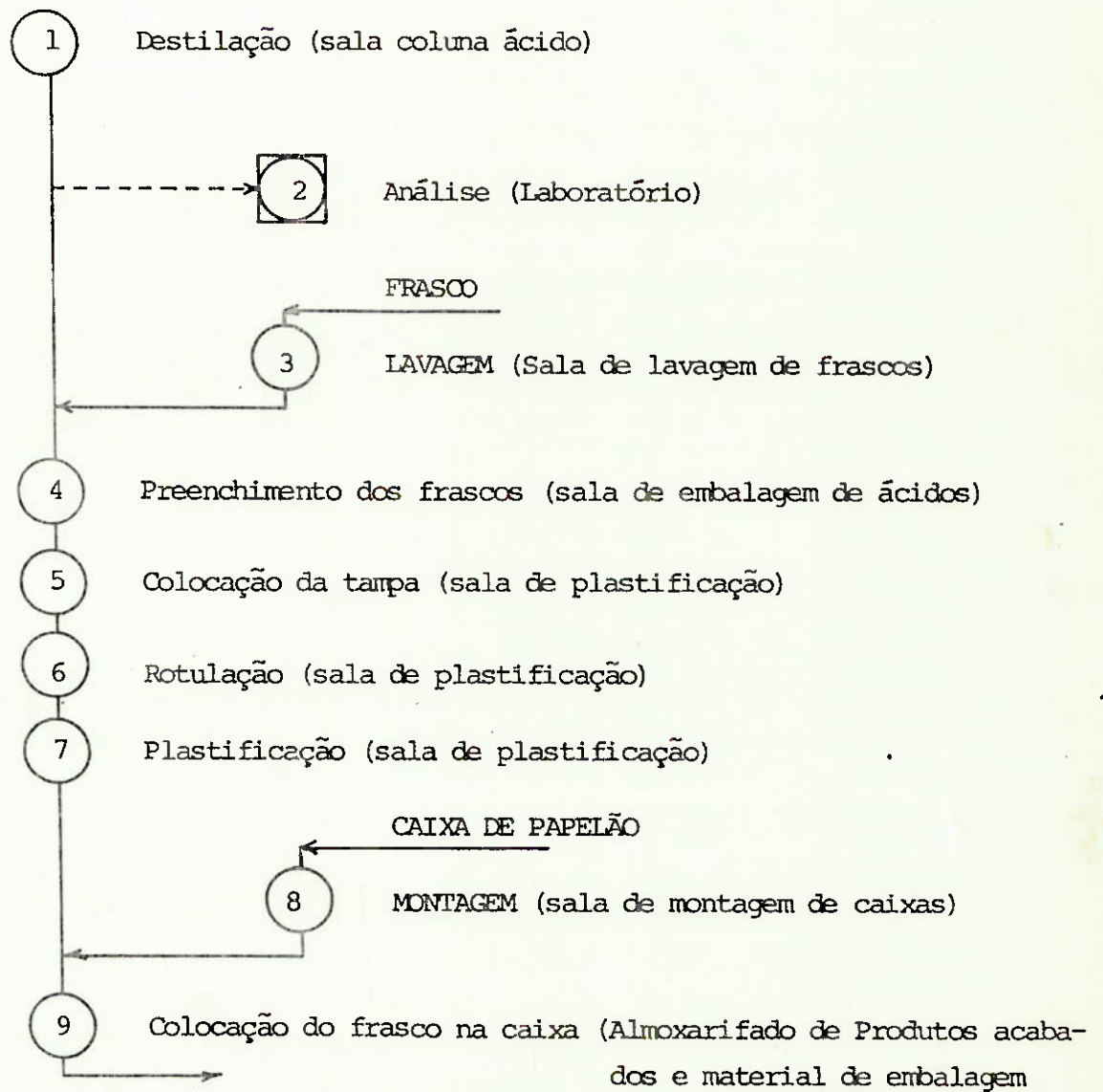


Fig. 3.3. - Carta de Processo-operações - Ácido  
(Elaborado pelo autor)



MATÉRIA PRIMA: Dois ou mais produtos.

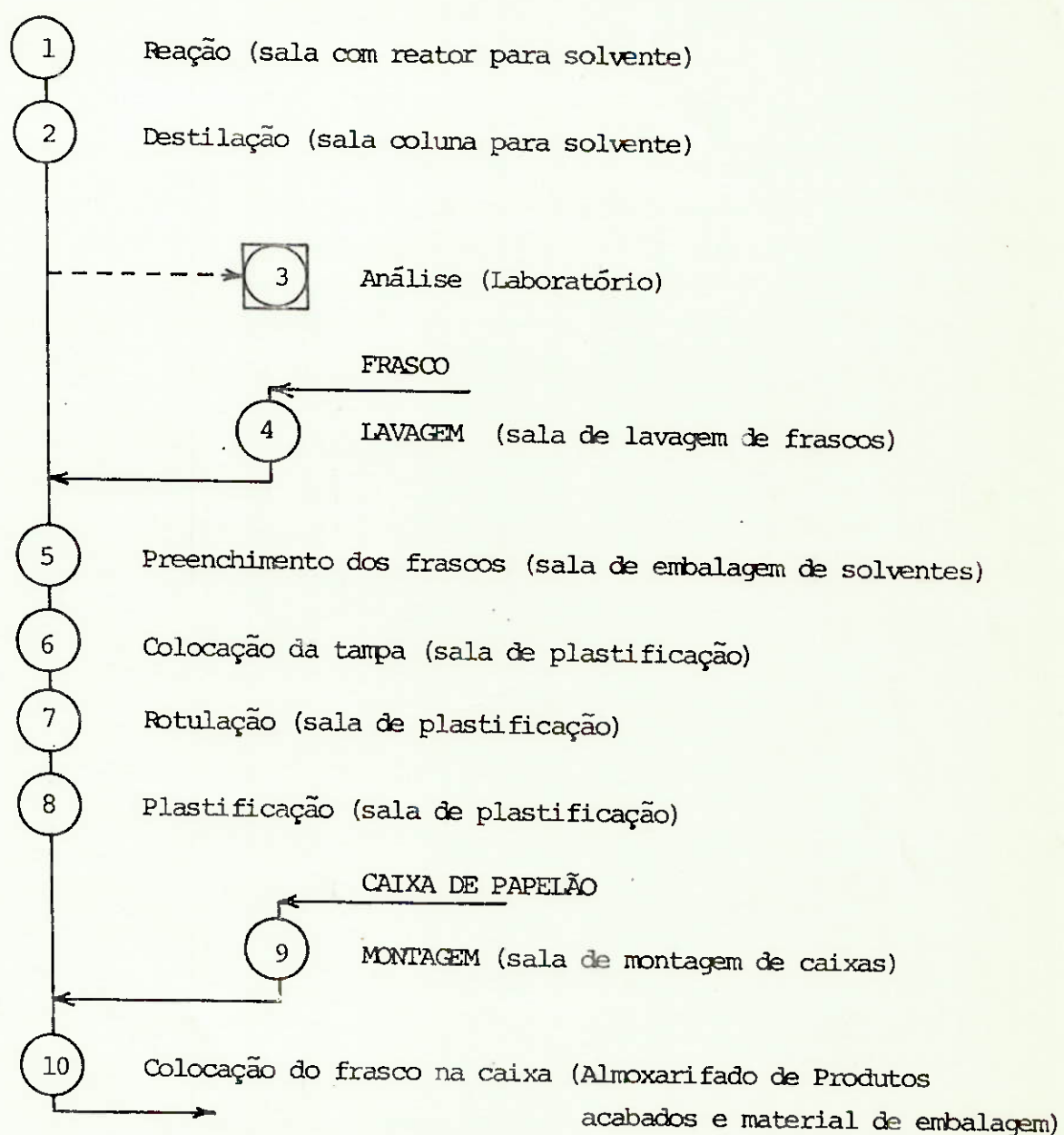


Fig. 3.4. - Carta de Processo-operações - Solvente 1  
(Elaborado pelo autor)

MATÉRIA PRIMA: O próprio solvente a ser purificado.

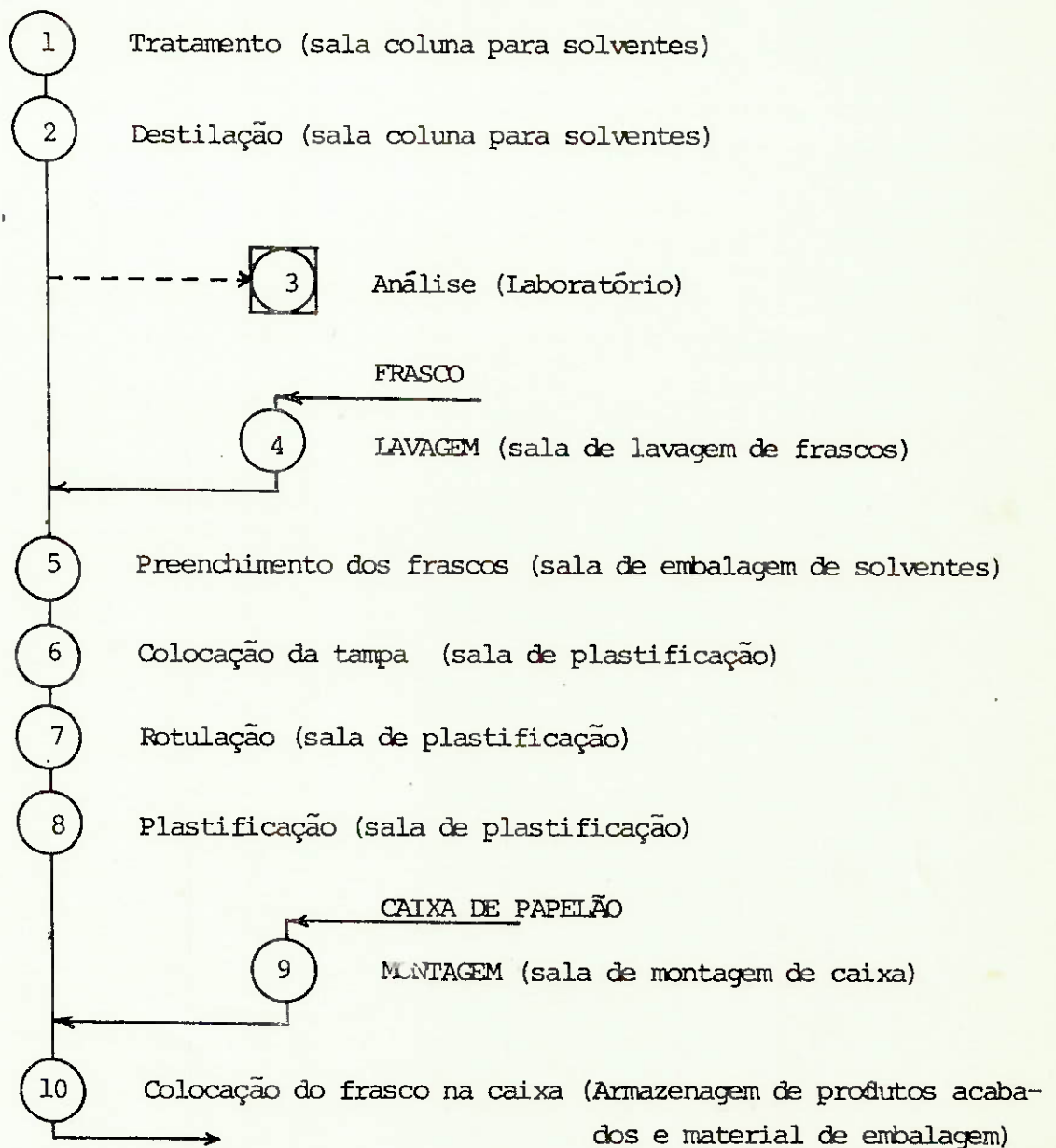


Fig. 3.5. - Carta de Processos-operações - Solvente 2  
(Elaborado pelo autor)

MATÉRIA PRIMA: O próprio hidróxido de amônia a ser purificado.

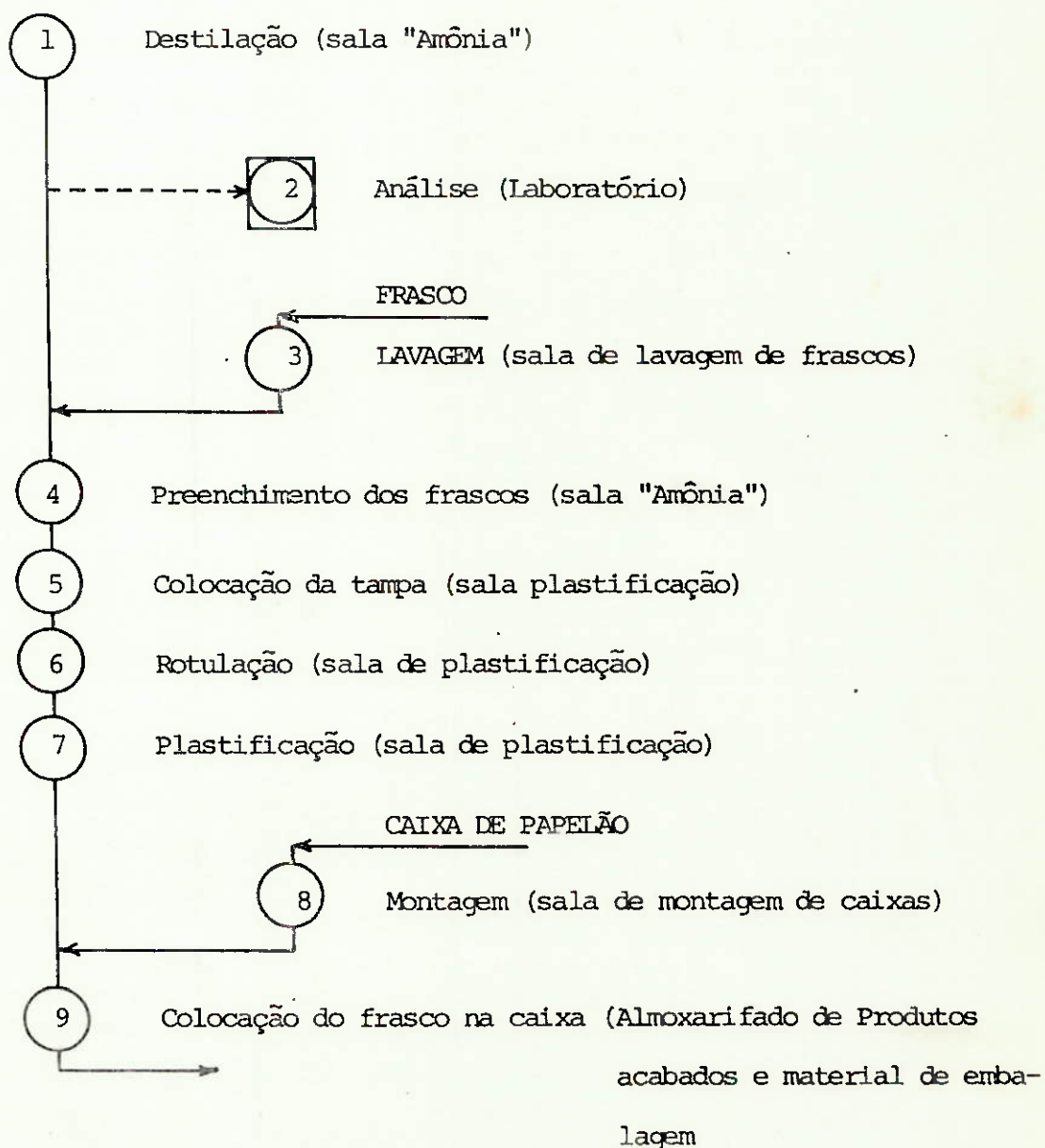


Fig. 3.6. - Carta de Processos-operações - "Amônia".  
(Elaborado pelo autor)

MATÉRIA PRIMA: "Sal" e água.

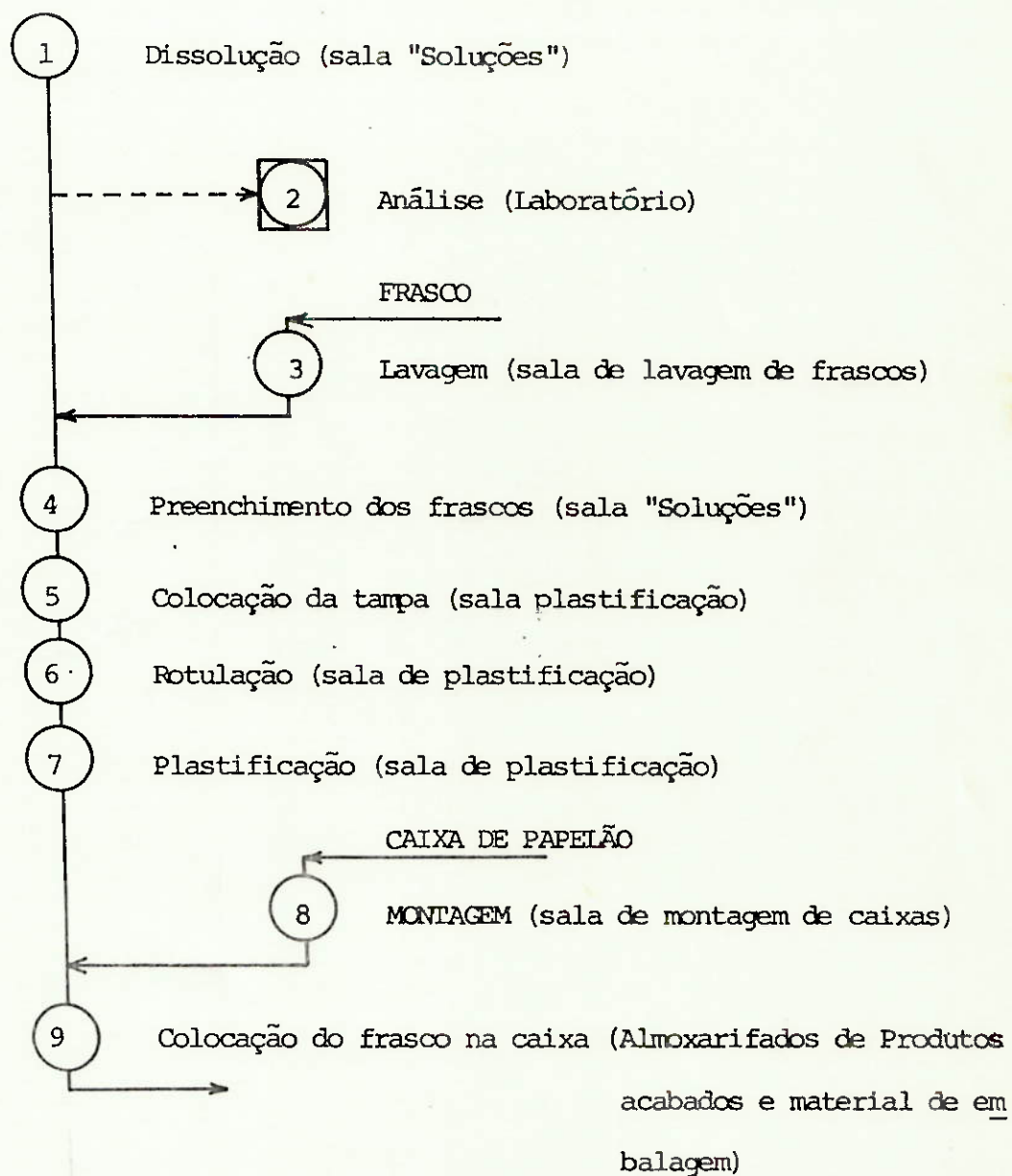


Fig. 3.7. - Carta de Processo-operações - Soluções  
(Elaborado pelo autor)

### 3.4. METAS A SEREM ATINGIDAS

Levando em conta a situação do mercado, bem como a da empresa neste mercado, a direção da empresa esta beleceu as seguintes metas a serem cumpridas pela nova fábrica de reagentes, no tocante a "sais", "ácidos" e "solventes", que são os principais produtos.

#### 3.4.1. Volume de Produção

Na tabela 3.1 estão expostos os volumes de produção atual e o proposto para a nova fábrica. Note-se que o volume dos produtos embalados é maior que o de produtos produzidos na empresa.

Isto não é contraditório, já que inúmeros produtos são apenas embalados na empresa, sem sofrer nenhuma operação produtiva, seja purificação, seja reação.

#### 3.4.2. Prazos de Entrega

Como já foi dito, é desejo da diretoria - que, com as novas instalações, seja possível reduzir os prazos de entrega, que, atualmente, são bastante dilatados.

As duas situações estão na tabela 3.2.

TABELA 3.1. Volume de produção mensal (Elaborado pelo autor)

Obs.: Dados referentes a 1982

ITENS	PRODUÇÃO		EMBALAGEM	
	ATUAL	PROPOSTO	ATUAL	PROPOSTO
ÁCIDOS	3000 l	3450 l	7000 l	8500 l
SOLVENTES	4500 l	5400 l	9000 l	12000 l
SAIS	3000 kg	3600 kg	5000 kg	7000 kg

TABELA 3.2. Prazos de entrega em dias (Elaborado pelo autor)

Obs.: Dados referentes a 1982

ITENS	PRODUÇÃO		EMBALAGEM	
	ATUAL	PROPOSTO	ATUAL	PROPOSTO
ÁCIDOS	30	20	30	15
SOLVENTES	30	20	30	10
SAIS	95	20	15	5

2 { só FAZER uma LISTA DE EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS (SEM Nº)

### 3.5. EQUIPAMENTO

#### 3.5.1. Equipamento Atual

Apresentar-se-ã aqui os principais equipamentos hoje encontrados na fábrica, de acordo com os diversos setores:

##### a) Setor "Sais"

- 1 filtro (móvel) de pressão, acoplado ã

bomba.

- 2 "tachos" de aço inox de 400 litros, com serpentina.
- 2 "tachos" de aço inox de 300 litros, com serpentina.
- 1 tacho de aço inox de 200 litros, com serpentina.
- 6 recipientes plásticos com rodas, de 300 litros.
- 1 reator de 1500 litros (de aço inox), com redutor e motor de 10 HP.
- 1 reator de 500 litros (de aço inox), com redutor e motor de 10 HP.
- 1 "tacho" de aço inox de 100 litros.
- 2 tanques de plástico de 200 litros.
- 1 centrífuga, para até 50 kg, com motor de 10 HP.
- 1 evaporador (destilador) de vidro.
- 2 estufas de 11250 W, para até 250°C (pequena)
- 1 estufa de 6000 W, para até 110°C (pequena)
- 1 estufa de 12000 W, para até 300°C (grande)
- 1 estufa de 10000 W, para até 200°C (pequena)
- 1 moinho de aço inox com motor de 2 HP.
- 1 homogeneizador (misturador) de aço inox, para até 100 kg, com redutor e motor.



- 1 desumificador de ar, com motor de 2 HP
- 1 retificador de corrente 75 KVA
- 1 mufla para até 1200°C, com termostato de 18 KV

b) Setor "Ácidos"

- 1 coluna de destilação (de vidro) para ácidos, com manta aquecedora
- 1 máquina enchedora para ácidos, revestida de polipropileno e teflon, com 2 saídas
- 1 tanque plástico de 500 litros.

c) Setor "Solventes"

- 1 coluna de destilação (de vidro) para solventes
- 1 coluna de destilação (de aço inox) para solventes - 200 litros
- 1 coluna de destilação (de aço inox) para solventes - 400 litros
- 1 reator de 1000 litros (de aço inox), com redutor e motor de 10 HP
- 1 coluna cromatográfica (de vidro Pirex), com condensador e manta aquecedora
- 1 máquina enchedora p/solventes, com bomba de vácuo, com 2 saídas
- 1 tanque plástica de 1000 litros

d) Setor "Produtos Especiais"

- 1 aparelho de destilação de vidro, com balão de 50 l, com condensador, coluna OCH,

- à vácuo (convertível para reator)
- 1 centrífuga para até 5 kg
- estufa à vácuo, de aço inox
- e) Setor "Soluções"
- 5 tanques de polietileno de 200 litros
- f) Setor "cobre em fio"
- 1 máquina de cortar cobre (0,5 HP)
- 1 máquina de limpar cobre (0,5 HP)
- g) Setor "Dissulfeto de Carbono"
- 1 destilador de aço inox para Dissulfeto de Carbono
- h) Setor "Amônia"
- 2 tanques de aço inox de 1500 litros
- 2 compressores para resfriamento (5 HP)
- 2 destiladores de aço inox
- i) Setor "Apoio à Embalagem"
- 1 autoclave com camisa de vapor e aquecimento direto até 150°C
- 1 máquina de secagem e esterilização de frascos
- 4 engomadeiras de rótulo com motor
- j) Setor "Manutenção"
- 1 serra elétrica 1 HP
- 1 esmeril elétrico de bancada 0,5 HP
- l) Setor "Suprimentos"
- 1 gerador de vapor de 316 kg/h

- 1 bomba de vácuo com motor 7,5 V.
- 1 coluna dionizadora de água (desmineralizador) de 100 l.

### 3.5.2. Equipamento Proposto

Mostrar-se-á agora a lista de equipamentos a serem adquiridos, visando ao atendimento das metas propostas anteriormente, tanto no tocante a prazos quanto no que diz respeito ao volume de produção. Alguns equipamentos serão adquiridos com o intuito de melhorar a qualidade dos produtos, bem como diversificar a linha de produção.

Note-se que a redução dos prazos será obtida essencialmente com uma maior compartimentação dos equipamentos, de forma que todos possam funcionar concomitantemente, sem risco de contaminações.

A situação, setor por setor, seria a seguinte:

#### a) Setor Sais

Permanecem:

- 1 filtro móvel
- 2 tachos inox 300 l
- 2 tachos inox 400 l
- 2 reatores inox: 1500 l (70 kg/dia) e 500 l (20 kg/dia).

- 1 tacho inox móvel (100 l)
- 1 centrífuga
- 1 evaporador
- 2 estufas 11250 W
- 1 estufa 12000 W
- 1 moinho
- 1 homogeneizador
- 1 desumificador
- 1 retificador
- 1 mufla de calcificação

Como vimos, o aumento de produção de sais será de 20%, resultando, portanto, em uma produção diária de 180 kg, contra 150 kg atuais.

- Sais produzidos nas salas simples; atualmente 60 kg, na proposta 80 kg.

Assim teremos

Atual: 1600 l de tachos inox (total)

volume proposto de tachos inox:

$$1600 \times \frac{80}{60} = 2133,3 \text{ l}$$

volume a ser adquirido:

$$2133 - 1600 = 533 \text{ l}$$

Para garantir atendimento a eventuais aumen-

tos de produção, serão adquiridos dois tachos inox de 400 l.

- Sais produzidos em reatores:

atual: 90 kg,

proposto: 100 kg

Propõe-se a aquisição de 1 reator de vidro (que resiste melhor à corrosão), com capacidade de 500 l e produção diária de 30 kg.

Supondo que separemos cada reator em uma sala e que haja duas salas de sal simples (para produção simultânea de dois sais), teremos:

- Recipientes com rodas: Atual - 4

Proposto - 15 (3 por sala de sal)

- "Tacho" inox móvel: Atual - 1

Proposto - 2 (1 por sala com reator inox)

- Filtros: Atual - 1

Proposto - 3 (1 para cada tipo de sala de sal)

- Para melhorar o fluxo e atender ao aumento da produção, propõe-se:

Centrífugas: 2

Evaporadores: 2

Supondo cada par de centrífuga e evaporador em uma sala, teremos, para os recipientes -

com rodas:

Atual - 2

Proposto - 6 (3 por sala)

- As estufas de menor capacidade de aquecimento serão substituídas por outras de 12000 W (até 300°C).

Volume a ser processado: 180 kg/dia

Com duas estufas de 11250 W e 15 kg/dia cada, mais uma de 12000 W e 40 kg/dia, temos:

$$15 \times 2 + 40 = 70 \text{ kg/dia}$$

Faltam 110 kg/dia

Número de estufas de 40 kg/dia a serem adquiridas:

$$\frac{110}{40} = 2,75 \quad (3 \text{ estufas})$$

- Quanto aos moinhos, propõe-se a aquisição de mais um, igual ao que existe na fábrica atual.
- Propõe-se também a compra de uma peneira vibratória para trabalhar conjuntamente com o homogeneizador, bem como de mais um retificador de corrente, destinado a aumentar a produção dos sais por eletrólise (que são basicamente sais de recristalização). Para cada retificador de corrente, teremos um tanque de polietileno de 200 litros.

#### b) Ácidos e Solventes

Na parte produtiva, permanecem, para am bos setores, todos os equipamentos atuais, que poderão ser utilizados de maneira mais racional se forem separados adequadamente. Desta forma, cada equipamento terá uma sala, possibilitando não só redução dos prazos de entrega, mas também aumento do tempo de operação diário. Com isso, a capacidade produtiva média de ácidos aumentaria de 15 a 20%, enquanto que para os solventes esse aumento poderia chegar a 25%. Deverão ser adquiridos 6 "tachos" inox móveis, um para cada coluna e um para o reator.

Nas salas de embalagem, em ambos setores serão necessários novos equipamentos, além de permanecerem os já existentes.

Assim, deverão ser adquiridas duas máquinas de preenchimento de frascos, uma para ácidos outra para solventes. Estas máquinas deverão ter três ou quatro saídas, ao invés de duas como as que existem atualmente na fábrica.

#### c) Soluções

É desejo da empresa que seja duplicada a produção de soluções. Assim, teremos:

atual - 5 tanques de polietileno

proposto - 10 tanques de polietileno.



d) Apoio à embalagem

No tocante ao volume embalado teremos o seguinte aumento:

ácidos + solventes: 28,13%

sais: 40,00%

Para atender a este aumento, bem como reduzir de até dois terços os prazos de entrega, necessitar-se-ia:

2 autoclaves (um já existente)

2 máquinas de lavagem e esterilização de frascos (uma já existente)

6 engomadeiras de rótulo (4 já existentes)

e) Manutenção

Para melhor desempenho das operações de manutenção, além dos equipamentos já existentes, deverão ser adquiridos:

1 maçarico

1 solda

1 torno

1 furadeira.

f) Suprimentos

Quanto ao vácuo e à água dionizada, serão necessárias mais uma bomba de vácuo e mais uma coluna desmineralizadora de água.

No que diz respeito ao vapor, o consu-

mo estimado para atender às necessidades dos equipamentos para a nova fábrica seria de 880 kg/h.

Como já existe um gerador de vapor com capacidade para 316 kg/h, resta um "deficit" de 564 kg/h.

Optou-se para a aquisição de mais um gerador de vapor, com capacidade de aproximadamente 700 kg de vapor gerados por hora.

Os setores "produtos especiais", "cobre em fio", "dissulfeto de carbono" e "amônia", manterão os mesmos equipamentos atuais.

2 { Além disso, deverá ser adquirida uma ou até duas empilhadeiras, para a movimentação dos materiais. *COLUNA Nº DE EQUIP. E EQUIP. DE EMBALAGEM E ARMAZENAGEM*

2 { Quanto ao equipamento do laboratório, será dimensionado por uma empresa especializada na instalação de laboratórios do tipo que a fábrica necessita. *(A DISPOSIÇÃO RELATIVA DOS EQUIPAMENTOS)*

Nas tabelas 3.3, 3.4 e 3.5, são dadas as distribuições dos equipamentos em salas, bem como o número de salas de cada tipo (equipamentos principais).

2 { Note-se que para certas salas, é necessária uma ante-sala munida de lava-olhos e chuveiro para limpeza dos operários que nela trabalham. *(continua na pág 12)*

TABELA 3.3. - Distribuição dos equipamentos nas salas  
Setor Sais (Elaborado pelo autor)

SALA	Nº DE SALAS	EQUIPAMENTOS DE CADA SALA
Sala de sal simples	2	2 tachos inox de 400 l 3 recipientes plásticos com rodas de 300 l 1 filtro móvel (1 para as 2 salas)
Sala de sal com reator inox	2	1 reator inox (1500 l ou 500 l) 1 tacho inox móvel (0,8x0,8 m) 3 recipientes plásticos c/rodas 1 filtro móvel (1 para as 2 salas)
Sala de sal com reator de vidro	1	1 reator de vidro 3 recipientes plásticos c/rodas 1 filtro móvel
Sala centrífuga e evaporador	2	1 evaporador 1 centrífuga 3 recipientes plásticos c/rodas
Sala com estufa	3	1 sala: 2 estufas grandes 2 salas: 1 estufa grande 1 estufa pequena
Sala com moinho	2	1 moinho
Sala com homogeneizador e peneira	1	1 homogeneizador 1 peneira vibratória
Sala de embalagem de sal	2	bancadas
Sala de embalagem de sal higroscópico	1	bancadas 1 desumificador
Sala p/eletrolise	2	1 retificador de corrente 1 tanque de 300 l
sala com mufla	1	1 mufla de calcinação

TABELA 3.4. - Distribuição de equipamentos  
Setores "ácidos" e "solventes"  
(Elaborado pelo autor)

SALA	Nº DE SALAS	EQUIPAMENTOS DE CADA SALA
Sala ácidos	1	1 coluna de destilação para ácidos
Sala de embal. de ácidos - sifão	1	1 tanque plástico de 500 l
Sala de embal. de ácidos- maq.	1	1 máquina enchedora de 2 saídas 1 máquina enchedora de 3 saídas
Sala coluna de vidro p/solventes	1	1 coluna de destilação de vidro 1 tacho inox móvel
Sala coluna inox p/solventes	2	1 coluna inox de destilação 1 tacho inox móvel
Sala coluna cromatográfica	1	1 coluna cromatográfica de destilação 1 tacho inox móvel
Sala com reator p/solventes	1	1 reator inox 1 tacho inox móvel
Sala de embalagem de solventes sifão	1	1 tanque plástico de 500 l
Sala de embalagem de solventes máquina	1	1 máquina enchedora de 2 saídas 1 máquina enchedora de 4 saídas

TABELA 3.5. - Distribuição de equipamentos em salas

Setores: Produtos Especiais, soluções, cobre em fio, dissulfeto de carbono, amônia, Apoio à embalagem, manutenção e suprimentos.

(Elaborado pelo autor)

SALA OU SETOR	Nº DE SALAS	EQUIPAMENTOS DE CADA SALA
Produtos Esp.	1	1 destilador/reator de vidro à vácuo 1 centrífuga pequena 1 estufa à vácuo
Soluções	1	10 tanques de polietileno
Cobre em fio	1	1 máquina de cortar cobre 1 máquina de limpar cobre
Dissulfeto de carbono	1	1 destilador de aço inox para dissulfeto de carbono
Amônia	2	1 tanque de aço inox de 1500 l 1 compressor para resfriamento 1 destilador de aço inox
Sala lava-frasco	1	2 autoclaves 2 máquinas de lavagem de frascos
Sala de plastificação	1	6 engomadeiras de rótulo
Sala de montagem de caixas	1	bancadas
Manutenção	1	1 serra - 1 torno 1 esmeril - 1 furadeira 1 maçarico - 1 solda
Suprimentos	1	1 gerador de vapor - 316 kg/h 1 gerador de vapor - 700 kg/h 2 colunas desmineralizadora de água 2 bombas de vácuo

TABELA 3.6. - Necessidades de suprimentos e de ante-  
salas de limpeza de pessoal  
(Elaborado pelo autor)

SALA	VÁ- CUO	VA- POR	ÁGUA DIO NIZADA	ANTE SALA	DE LIMPEZA
Sala de sal simples	X	X	X	X	
Sala de sal c/reator inox	X	X	X	X	
Sala de sal c/reator vidro	X	X	X	X	
Sala c/centrífuga e evapor.	X	X	X	X	
Sala com estufa	-	-	X	-	
Sala com moinho	-	-	X	-	
Sala c/homogeneizador e pen.	-	-	X	-	
Sala de embalagem de sal	X	-	X	-	
Sala de emb.de sal higrosc.	X	-	X	X	
Sala para eletrólise	X	X	X	-	
Sala com mufla	-	-	X	-	
Sala ácidos	X	X	X	X	
Sala de embal. de ac. sifão	X	-	X	X	
Sala de embal. de ac. máq.	X	-	X	X	
Sala coluna vidro p/solv.	X	X	X	X	
Sala coluna aço inox p/solv.	X	X	X	X	
Sala embal.solventes sifão	X	-	X	X	
Sala embal.solventes máq.	X	-	X	X	
Sala "Produtos Especiais"	X	-	X	X	
Sala Soluções	X	-	X	-	
Sala cobre em fio	-	-	-	-	
Sala "Dissulfeto Carbono"	X	X	X	-	
Sala Amônia	X	X	X	-	
Sala lava-frascos	-	X	X	-	
Manutenção	-	X	-	-	



TABELA 3.7. - Distribuição de pessoal nas salas.

(Elaborado pelo autor).

SALA	Nº DE SALAS	FUNCION. SALA	FUNCION. TOTAL
Sala de sal simples	2	2	4
Sala de sal c/reator inox	2	2	4
Sala de sal c/reator vidro	1	2	2
Sala de sal centrif.e evapor.	2	2	4
Sala com estufa	3	2	6
Sala com moinho	2	1	2
Sala c/homogeneizador e peneira	1	1	1
Sala de embalagem de sal	2	6	12
Sala de embalag.sal higroscóp.	1	5	5
Sala para eletrólise	2	1	2
Sala com mufla	1	1	1
Sala coluna para ácidos	1	1	1
Sala de embalag. ácidos sifão	1	3	3
Sala de embalag. ácidos máq.	1	2	2
Sala c/coluna vidro p/solven.	1	1	1
Sala c/coluna inox p/solven.	2	1	3
Sala c/coluna cromatográfica	1	1	1
Sala c/reator p/solventes	1	2	1
Sala de embalag.solv. sifão	1	3	3
Sala de embalag.solv. máq.	1	2	2
Sala p/Produtos Especiais	1	2	2
Sala para Soluções	1	1	1
Sala p/cobre em fio	1	2	2
Sala p/dissulfeto carbono	1	1	1
Sala Amônia	2	1	2



TABELA 3.7. (CONTINUAÇÃO)

SALA	Nº DE SALAS	FUNCION. SALA	FUNCION. TOTAL
Sala lava frascos	1	3	3
Sala de plastificação	1	5	5
Sala de mont. de caixas	1	2	2
Manutenção	1	3	3
Sala lavagem de bombona	1	2	2
Sala "suprimentos"	1	1	1
TOTAL			83

trabalhem.

Na tabela 3.6, mostra-se as necessidades de suprimentos das salas, bem como aquelas que terão as ante-salas de limpeza de pessoal.

Na tabela 3.7, mostra-se o pessoal necessário para cada uma das salas.

### 3.6. ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS

Vistos os produtos, processos, metas e os equipamentos, veremos agora como acontece o fluxo de materiais e como melhorá-lo.

Para isto, lançaremos mão de algumas técnicas diagramáticas tais como: a carta de processos múltiplos, carta de interligações preferenciais e o diagrama de inter-relações entre atividades.

Note-se que, quando foram descritos os processos, já foi usada a carta de processos e operações, que já permite uma certa análise do fluxo de materiais.

Vejamos agora a utilização das outras técnicas descritas acima.

#### 3.6.1. Carta de Processos Múltiplos

A carta de processos múltiplos é útil quando existe mais de quatro produtos na linha de

produção - o que é o caso da empresa em questão.

Para a elaboração da carta, considerou-se dez tipos de produtos:

- Sal (de síntese ou de recristalização)
- Sal anidro
- Sal eletrólise
- Solvente 1 (só destilado)
- Solvente 2 (com reação)
- Ácido
- Produto especial
- Solução
- Amônia (Hidróxido de Amônia)
- Dissulfeto de carbono.

A carta de processos múltiplos com estes produtos encontra-se na figura 3.8.

### 3.6.2. Carta de Interligações Preferenciais

3 { A carta de interligações preferenciais - constitui um elemento muito útil para se obter a integração dos setores produtivos aos auxiliares. No nosso caso, servirá também para a integração dos setores produtivos propriamente ditos entre si.

Para a elaboração da carta, valeu-se da listagem de setores expressa na tabela 3.8 e também de um código de classificação da impor

OBS: ANTES FAZER A LISTAGEM DOS SETORES

TABELA 3.8 - Listagem dos setores para a carta de interligações preferenciais  
(Elaborado pelo autor)

- 3 {
- |  |
|--|
| 1 - Sais Produção  |
| 2 - Sais Embalagem   |
| 3 - Ácidos e Solventes Produção                                  |
| 4 - Ácidos e Solventes Embalagem                                 |
| 5 - Almoxarifado de Matérias Primas                              |
| 6 - Almoxarifado de Produtos à Granel                            |
| 7 - Almoxarifado de Produtos Acabados e de Material de Embalagem |
| 8 - Apoio à Embalagem  |
| 9 - Retenção de Amostras   |
| 10 - Sala do Encarregado da Embalagem                            |
| 11 - Sala do Encarregado da Produção                             |
| 12 - Eletrólise Mufla  |
| 13 - Amônia, Dissulfeto de Carbono                               |
| 14 - Cobre em Fio  |
| 15 - Lavagem de Bombona  |
| 16 - Produtos Especiais  |
| 17 - Soluções  |
| 18 - Laboratório   |
| 19 - Manutenção  |
| 20 - Suprimentos   |
| 21 - Escritórios   |
| 22 - Cozinha, Refeitório, Dispensa, Vestiários e "Grêmio"        |
| 23 - Ambulatório   |
| 24 - Portaria  |

tância das inter-relações, expresso na tabela 3.9. A carta assim elaborada encontra-se na figura 3.9.

De observações desta carta, partiu-se para a elaboração de uma carta de interligações preferenciais mais resumida, de forma a se facilitar a execução do diagrama de inter-relações entre atividades.

3. Para isto, aglutinaram-se setores que, observando-se a figura 3.9, têm motivos para serem reunidos em um só bloco ou que serão localizados muito próximos. A tabela 3.10 mostra os grupos de setores utilizados na elaboração da carta mostrada na figura 3.10. Note-se que nesta carta simplificada foram omitidos os seguintes setores (ou salas): salas dos encarregados, portaria, retenção de amostras e o ambulatório, de forma a tornar mais simples a sua execução. Contudo, as informações sobre estes setores (ou salas) serão utilizadas oportunamente, de forma a nada prejudicar a análise do fluxo de materiais. Sua omissão nesta carta visa a que o diagrama de inter-relações entre atividades não fique excessivamente cheio de linhas.

Os sanitários também foram omitidos em ambas as cartas, já que estarão distribuídos pela fábrica.

TABELA 3.9 - Tabela de classificação da importância  
das inter-relações  
(extraído de Maynard (2))

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO
2	Essencial
1	Desejável
0	Indiferente
X	Indesejável



TABELA 3.10 - Listagem dos setores para a carta de interligações preferenciais simplificada.  
(Elaborado pelo autor)

- 3 {
- 1 - Sais Produção
  - 2 - Sais Embalagem
  - 3 - Ácidos e Solventes Produção
  - 4 - Ácidos e Solventes Embalagem
  - 5 - Almoxarifado de Matérias Primas
  - 6 - Almoxarifado de Produtos à Granel
  - 7 - Almoxarifado de Produtos Acabados e Materiais de Embalagem
  - 8 - Apoio à Embalagem
  - 9 - Eletrólise, Mufla, Amônia, Dissulfeto de Carbono, Lavagem de Bombona, Cobre em Fio, Manutenção (bloco externo)
  - 10 - Produtos Especiais
  - 11 - Soluções
  - 12 - Laboratório
  - 13 - Escritórios, Cozinha, Refeitório, Dispensa, Vestiários e "Grêmio" (bloco auxiliar)
  - 14 - Suprimentos



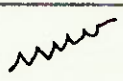


TABELA 3.11. - Símbolos para identificação dos departamentos.

(Transcrito de Muther (1))

SÍMBOLO	ATIVIDADES
○	Áreas de operação
▽	Áreas de Armazenagem
◐	Áreas de serviço e apoio

TABELA 3.12 - Tabela de codificação para construção do diagrama de inter-relações entre atividades.

(Adaptado de Muther (1))

CÓDIGO	Nº DE LINHAS	CLASSIFICAÇÃO
X		Indesejável
0		Indiferente
1		Desejável
2		Essencial

SALA	SAL	SAL ANIDRO	SAL ELETROL.	SOLVENTE 1	SOLVENTE 2	ÁCIDO	PRODUTO ESPECIAL	SOLUÇÃO	AMÔNIA	DISSULF CARBON
Eletrólise			<input type="radio"/>							
Sala de sal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								
Sala centrífuga e evaporador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
Estufa	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>							
Muflo		<input type="radio"/>								
Moinho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
Homogeneizador e Peneira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
Sala com reator para solventes				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Sala com coluna para solventes				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Sala "ácidos"						<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
Amônia									<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dissulfeto							<input type="radio"/>			
Produtos Especiais								<input type="radio"/>		
Soluções								<input type="radio"/>		
Almox. produtos à granel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Embalagem sal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
Embalagem ácidos						<input type="radio"/>				
Embalagem solventes				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apoio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Almoxarifado P.A.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fig. 3.8. - CARTA DE PROCESSOS MÚLTIPLOS (Elaborado pelo autor)









### 3.6.3. Diagrama de Inter-relações entre Atividades

As informações contidas nas análises feitas até agora serão transformadas em um esboço de localização, mediante o diagrama de inter-relações entre atividades.

Baseando-se na carta de interligações preferenciais simplificada (Fig. 3.10) e utilizando a simbologia das tabelas 3.11 e 3.12, chega-se ao diagrama de inter-relações de atividades mostrado na figura 3.11.

Note-se que este é um diagrama simplificado, já que é baseado na carta simplificada, mas já contém os principais setores da fábrica e já se tem um esboço da distribuição dos setores.

## 3.7. O DIMENSIONAMENTO DAS ÁREAS

Para a determinação dos espaços foi utilizado, - conforme o caso, o método da conversão, padrões de espaço (especialmente para os setores auxiliares), arranjos esboçados, projeção, ou o método numérico.

As áreas serão dimensionadas para uma fábrica em 1986, na qual serão cumpridas as metas desejadas.

### 3.7.1. Setores Produtivos

a) Setor Sais

## a1) Sala de sal simples:

3 {	Ante sala	- 6,00 m <sup>2</sup>
	Tachos: 1,80 m <sup>2</sup> x 2	- 3,60 m <sup>2</sup>
	Recipientes: 1,40 m <sup>2</sup> x 3	- 4,20 m <sup>2</sup>
	Filtro: 0,50 m <sup>2</sup> x 1	- 0,50 m <sup>2</sup>
3 {	Depósito de sacaria	- <u>8,00</u> m <sup>2</sup>
	Sub-total	22,30 m <sup>2</sup>
3 {	Circulação	<u>11,15</u> m <sup>2</sup>
		33,45 m <sup>2</sup>

3 { Notemos que serão necessárias aproximadamente 50% da área ocupada pelos equipamentos para circulação, de modo que a movimentação dos recipientes com rodas não seja obstada.

## a2) Sala de sal com reator inox

Há dois tipos de reator; dimensionaremos pelo maior.

	Ante sala	- 6,00 m <sup>2</sup>
	Reator maior: 4,00 m <sup>2</sup> x 1	- 4,00 m <sup>2</sup>
	Filtro: 0,50 m <sup>2</sup> x 1	- 0,50 m <sup>2</sup>
	Recipientes: 1,40 m <sup>2</sup> x 3	- 4,20 m <sup>2</sup>
	Depósito de sacaria	- 8,00 m <sup>2</sup>
	Tacho móvel: 0,80 m <sup>2</sup> x 1	- <u>0,80</u> m <sup>2</sup>
	Sub-total	23,50 m <sup>2</sup>
	Circulação	<u>11,75</u> m <sup>2</sup>
		35,25 m <sup>2</sup>



## a3) Sala de sal com reator de vidro

Ante sala	-	6,00 m <sup>2</sup>
Reator de vidro: 1,50 m <sup>2</sup> x 1	-	1,50 m <sup>2</sup>
Recipientes: 1,40 m <sup>2</sup> x 3	-	4,20 m <sup>2</sup>
Filtro: 0,50 x 1	-	0,50 m <sup>2</sup>
Depósito de sacaria	-	<u>8,00 m<sup>2</sup></u>
Sub-total		20,20 m <sup>2</sup>
Circulação		<u>10,10 m<sup>2</sup></u>
		30,30 m <sup>2</sup>

## a4) Sala centrífuga e evaporador

Ante sala	-	6,00 m <sup>2</sup>
Evaporador: 1,00 m <sup>2</sup> x 1	-	1,00 m <sup>2</sup>
Centrífuga: 2,50 m <sup>2</sup> x 1	-	2,50 m <sup>2</sup>
Recipientes: 1,40 m <sup>2</sup> x 3	-	4,20 m <sup>2</sup>
3 } Bancada:	-	<u>7,20 m<sup>2</sup></u>
Sub-total		20,40 m <sup>2</sup>
Circulação		<u>10,20 m<sup>2</sup></u>
		30,60 m <sup>2</sup>

## a5) Estufa

Dimensionaremos pela sala com 2 estufas grandes .

Estacionamento para reci-

piante móvel	-	1,40 m <sup>2</sup>
Estufa grande 7,30 m <sup>2</sup> x 2	-	14,60 m <sup>2</sup>
3 } Bancadas	-	<u>5,80 m<sup>2</sup></u>
Sub-total		21,80 m <sup>2</sup>

Sub-total	-	21,80 m <sup>2</sup>
Circulação	-	<u>10,90</u> m <sup>2</sup>
		32,70 m <sup>2</sup>

## a6) Moinho

Moinho 1,80 m <sup>2</sup> x 1	-	1,80 m <sup>2</sup>
Bancadas	-	7,20 m <sup>2</sup>
Estacionamento para recipiente móvel	-	<u>1,40</u> m <sup>2</sup>
Sub-total	-	10,40 m <sup>2</sup>
Circulação	-	<u>5,20</u> m <sup>2</sup>
		15,60 m <sup>2</sup>

## a7) Homogeneizador e peneira

Homogeneizador 2,50 m <sup>2</sup> x 1	-	2,50 m <sup>2</sup>
Peneira vibratória 0,50m <sup>2</sup> x 1	-	0,50 m <sup>2</sup>
Estacionamento para recipiente móvel	-	1,40 m <sup>2</sup>
Bancadas	-	<u>4,80</u> m <sup>2</sup>
Sub-total	-	9,20 m <sup>2</sup>
Circulação	-	<u>4,60</u> m <sup>2</sup>
		13,80 m <sup>2</sup>

## a8) Sala de embalagem de sais

Estacionamento para recipiente móvel	-	1,40 m <sup>2</sup>
Bancadas	-	<u>25,00</u> m <sup>2</sup>
Sub-total	-	26,40 m <sup>2</sup>

Sub-total	-	26,40 m <sup>2</sup>
Circulação	-	<u>13,20</u> m <sup>2</sup>
		39,60 m <sup>2</sup>

## a9) Sala de embalagem de sais higroscópico

Ante sala	-	6,00 m <sup>2</sup>
Estacionamento para carrinho	-	1,40 m <sup>2</sup>
3 { Bancadas	-	<u>18,00</u> m <sup>2</sup>
Sub-total	-	25,40 m <sup>2</sup>
Circulação	-	<u>12,70</u> m <sup>2</sup>
		38,10 m <sup>2</sup>

## a10) Sala para eletrólise

Manter-se-á a área atual	-	30,00 m <sup>2</sup>
--------------------------	---	----------------------

## a11) Mufla

Também será mantida a área

atual	-	30,00 m <sup>2</sup>
-------	---	----------------------

b) Ácidos e solventes

Nestes setores, as áreas atuais das salas serão diversas vezes usadas para os dimensionamentos das áreas propostas.

## b1) Sala ácidos

Ante sala	-	6,00 m <sup>2</sup>
Coluna: 1,50 m <sup>2</sup> x 1	-	1,50 m <sup>2</sup>
3 { Bancadas	-	<u>15,60</u> m <sup>2</sup>
Sub-total	-	23,40 m <sup>2</sup>

Sub-total - 23,40 m<sup>2</sup>  
 Circulação - 11,55 m<sup>2</sup>  
 34,35 m<sup>2</sup>

COMPARAR  
 C/ MINHA  
 PRODUÇÃO

3

b2) Sala de embalagem de ácidos - sifão  
 Área atual - 32,00 m<sup>2</sup>  
 aumento do volume embalado proposto: 21,4%  
 área proposta 32 x 1,214 = 38,85 m<sup>2</sup>

b3) Sala de embalagem de ácidos - máquina  
 Área atual - 16,00 m<sup>2</sup> - 1 máquina pequena  
 proposto: 1 máquina pequena + 1 grande  
 (33% maior)

área proposta 16 + 1,33 x 16 = 37,28 m<sup>2</sup>

b4) Sala com reator para solventes

Área atual - 32,00 m<sup>2</sup>

Área proposta - 36,00 m<sup>2</sup> (para melhor circu-  
 lação)

b5) Salas com coluna para solventes (aço inox,  
 vidro ou cromatográfica)

Área proposta - área proposta para "sala á-  
 cidos" - 34,35 m<sup>2</sup>

COMPARAR  
 C/ MINHA  
 PRODUÇÃO

3

b6) Sala de embalagem de solventes - sifão  
 Área atual - 30,00 m<sup>2</sup>  
 aumento do volume embalado proposto - 33%  
 área proposta 30,00 x 1,333 = 40,00 m<sup>2</sup>

COMPARAR  
C/ MINHA  
PRODUÇÃO

- b7) Sala de embalagem de solventes - máquina  
 Área atual -  $16,00 \text{ m}^2$  - 1 máquina pequena  
 proposto: 1 máquina pequena + 1 grande  
 (50% maior)  
 área proposta:  $16 + 16 \times 1,50 = 40,00 \text{ m}^2$

c) Produtos Especiais

Manter-se-á a área atual:  $36,00 \text{ m}^2$

d) Soluções

Área atual:  $18,00 \text{ m}^2$

Área proposta: (100% maior)  $36,00 \text{ m}^2$

e) Cobre em fio

Área atual:  $25,00 \text{ m}^2$

Área proposta:  $30,00 \text{ m}^2$  (para melhor circulação)

f) Dissulfeto de Carbono

A área atual também será mantida:  $30,00 \text{ m}^2$

g) Lavagem de bombona

Igual a atual:  $30,00 \text{ m}^2$

h) Amônia

Área atual:  $22,00 \text{ m}^2$

Área proposta:  $30,00 \text{ m}^2$  (reajuste para melhorar  
circulação)

i) Sala lava frascos

Área atual:  $30,00 \text{ m}^2$

Área proposta (100% maior, já que terá o dobro do equipamento)  $60,00 \text{ m}^2$

j) Sala de plastificação

Área atual:  $16,00 \text{ m}^2$  (4 máquinas)

Área proposta:  $16,00 \times \frac{6}{4} = 24,00 \text{ m}^2$  (6 máquinas)

l) Sala de montagem de caixas

Área atual:  $25,00 \text{ m}^2$

Ajuste da área atual:  $32,00 \text{ m}^2$

Área proposta (25% maior):  $40,00 \text{ m}^2$

m) Suprimentos

Através arranjos esboçado:  $29,00 \text{ m}^2$

n) Manutenção

Área atual:  $50,00 \text{ m}^2$

Área proposta: o dobro da área atual +  $30,00 \text{ m}^2$   
para um almoxarifado

$$2 \times 50 + 30 = 130,00 \text{ m}^2$$

### 3.7.2. Almoxarifados

a) Almoxarifado de matérias primas.

Neste almoxarifado são estocados, basicamente, dois tipos de produtos:

- sacaria, que contém a matéria prima para os

sais

- bombonas, que contêm a matéria prima para ácidos e solventes.

Além destes dois itens principais, são estocadas as matérias primas para todos os demais tipos de produtos constantes da linha normal, bem como daqueles mais comumente pedidos sob encomenda.

Considerando o aumento da produção global de cada item, teremos (volume mensal a ser embalado):

$$\text{SAIS: } \frac{700 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1,400 \text{ (aumento de 40\%)}$$

$$\text{ÁCIDOS: } \frac{8500}{7000} = 1,214 \text{ (aumento de 21,4\%)}$$

$$\text{SOLVENTES: } \frac{12000}{9000} = 1,333 \text{ (aumento de 33,3\%)}$$

Média ácidos e solventes: 27,38%

Aumento médio para demais produtos: 30%

A proposta da área para o almoxarifado de matérias primas encontra-se na tabela 3.8.

TIPO DE MATERIAL	ÁREA ATUAL	ÁREA ATUAL AJUSTADA	ÁREA PROPOSTA
Sacaria	25,80	30,00	42,00
Bombonas	82,40	90,00	114,64
Outros itens	28,00	30,00	39,00
Sub-total			195,64
circulação			48,91
TOTAL			244,55

TABELA 3.8 - Dimensionamento da área do almoxarifado de matérias primas - áreas em m<sup>2</sup>. (Elaborado p/autor)

COMPARAR  
C/ MINHA  
PRODUÇÃO



## b) Almoxarifado de produtos à granel

Neste almoxarifado deve-se prever área para estacionamento de carrinhos (recipientes plásticos com rodas), diversas "caixas" para depósito de sais à granel, bem como depósito de bombonas, que estarão empilhadas em prateleiras de dois andares.

Desta forma, teríamos:

Local para estacionar 20

"carrinhos" -  $20 \times 1,40 \text{ m}^2$  - 28,00  $\text{m}^2$

Caixas para sais -  $20 \times 4,00 \text{ m}^2$  - 80,00  $\text{m}^2$

Local para armazenar até 110

bombonas -  $55 \times 0,90 \text{ m}^2$  - 49,50  $\text{m}^2$

157,50  $\text{m}^2$

circulação - 39,38  $\text{m}^2$

total - 196,88  $\text{m}^2$

## c) Almoxarifado de produtos acabados e de material de embalagem.

Como material de embalagem, podemos incluir frascos (obviamente vazios), rótulos, - caixas de papelão, recipientes de diferentes materiais e tamanhos, e materiais diversos.

O produto acabado inclui basicamente caixas de papelão com frascos e recipientes de diversos tamanhos.

Neste almoxarifado o uso de prateleiras

pode ser mais difundido, aumentando o aproveitamento de espaço.

Considerando o atual espaço, bem como um aumento global de 30% no volume a ser estocado (para ambos tipos de materiais) teremos a situação da tabela 3.9.

COMPARAR

C/ MINHA

PRODUÇÃO

3

TIPO DE MATERIAL	ÁREA ATUAL	ÁREA ATUAL AJUSTADA	ÁREA PROPOSTA
Material de embalagem	40,00	45,00	58,50
Produtos acabados	90,00	75,00	97,50
Sub-total			156,00
circulação			39,00
TOTAL			195,00

TABELA 3.9 - Dimensionamento da área de almoxarifado de produtos acabados e material de embalagem - Áreas em m<sup>2</sup> (Elaborado pelo autor).

Note-se que o ajuste da área para armazenagem de produtos acabados foi oriundo de uma utilização mais racional do espaço, possibilitando redução da área ocupada.

### 3.7.3. Setores de Apoio

Para o dimensionamento de setores auxiliares, partiu-se de padrões pré-determinados de espaços, do número de funcionários (homens e mulheres) e do bom-senso.

Os setores a serem dimensionados são:

- Laboratório
- Sala de retenção de amostras
- Salas dos encarregados de produção e embalagem
- Cozinha
- Refeitório
- Vestiários
- Sanitários
- Dispensa
- Local para lazer ("grémio")
- Gerência e Administração
- Ambulatório

O número de funcionários dos principais setores, conforme já visto, chega a oitenta e três (83).

3 { Para os setores acima, o número de funcionários será:

- Laboratório	-	6
- Encarregados	-	2
- Cozinha	-	3
- Gerência	-	1
- Administração	-	5
- Funcionários da limpeza	-	<u>2</u>
total	-	19

Portanto, o total global da empresa será 102 funcionários, numa proporção de 75% homens e 25% mulheres.

O dimensionamento será feito para 120 fun-

cionários (90 homens e 30 mulheres), coerente - com futuras ampliações do quadro da empresa, e para não serem necessárias futuras obras nestes setores.

a) Cozinha, Dispensa e refeitório

Cozinha - padrão:  $0,32 \text{ m}^2$  por refeição

Dispensa - padrão:  $\frac{1}{3}$  da área da cozinha.

Refeitório - padrão:  $1,5 \text{ m}^2$  p/pessoa (mensal)

$1,2 \text{ m}^2$  p/pessoa (horista)

INSTALAÇÃO	PADRÃO (m2)	QUANTIDADE	ÁREA TOTAL (m2)
Cozinha	0,32	120	38,40
Dispensa	0,32/3	120	12,80
Refeit.hor.	1,20	110	132,00
Refeit.men.	1,50	10	15,00

TABELA 3.10 - Dimensionamento da cozinha, dispensa e refeitórios (Elaborado pelo autor).

b) Sanitários

Segundo o artigo 144 do Decreto-Lei nº 52.497 (21.07.1970) "em todos os estabelecimentos haverá locais independentes apropriados para sanitários, para ambos os sexos",

Como conjunto básico para os sanitários, teremos:

homens - 1 pia, 1 bacia, 1 mictório:  $5 \text{ m}^2$

mulheres - 1 pia, 1 bacia:  $5 \text{ m}^2$

Na produção propriamente dita, teremos 100 funcionários (80 homens e 20 mulheres).

Adotando 1 conjunto básico para 20 homens e 1 para cada 10 mulheres, teremos:

$$80:20 = 4 \text{ conjuntos (homens)}$$

$$20:10 = 2 \text{ conjuntos (mulheres)}$$

Como desejamos ter dois sanitários em locais opostos da fábrica, calcularemos:

$$\text{- homens: } \frac{4}{2} = 2 \text{ (+1 para melhor atender os funcionários) = 3}$$

$$\text{- mulheres: } \frac{2}{2} = 1 \text{ (+ 1, idem) = 2.}$$

Portanto, teremos 3 conjuntos básicos masculinos e 2 femininos para cada um dos dois sanitários. As áreas, para os 6 conjuntos masculinos e 4 femininos, serão:

$$\text{- homens: } 6 \times 5,00 \text{ m}^2 = 30,00 \text{ m}^2$$

$$\text{- mulheres: } 4 \times 5,00 \text{ m}^2 = 20,00 \text{ m}^2$$

Haverá também sanitários junto aos escritórios, junto ao refeitório e ainda na manutenção.

$$\begin{array}{ll} \text{- escritório: homens (2 conj.básicos)} & 10,00\text{m}^2 \\ & \text{mulheres (1 conj.básico)} \quad 5,00\text{m}^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{- refeitório: homens (2 conj.básicos)} & 10,00\text{m}^2 \\ & \text{mulheres (1 conj.básico)} \quad 5,00\text{m}^2 \end{array}$$

$$\text{- manutenção: 1 conjunto básico} \quad 5,00\text{m}^2$$

## c) Vestiário

Para os vestiários adotaremos um conjunto básico para sanitários menor que os usados até aqui, medindo  $3,20 \text{ m}^2$  (ambos os sexos).

Considerando  $0,40 \text{ m}^2$  por pessoa (armários), um chuveiro para cada 20 homens e um para cada 10 mulheres, bem como sanitários em ambos os vestiários, na proporção de 3 conjuntos básicos para homens e 2 para mulheres.

vestiário masculino

armários $0,40 \times 90$	=	$36,00 \text{ m}^2$
chuveiros $\frac{90}{20} = 4,5$ (5 chuveiros)		
$5 \times 2,00$	=	$10,00 \text{ m}^2$
sanitários $3 \times 3,20$	=	$9,60 \text{ m}^2$
	total	$56,60 \text{ m}^2$

vestiário feminino

armários $0,40 \times 30$	=	$12,00 \text{ m}^2$
chuveiros $\frac{30}{10} = 3$	$3 \times 2,00$	$6,00 \text{ m}^2$
sanitários $2 \times 3,20$	=	$6,40 \text{ m}^2$
	total	$24,40 \text{ m}^2$

## d) Ambulatório

Padrão: pelo menos  $16,00 \text{ m}^2$ . De acordo com pessoas ligadas ao assunto, será adotado um espaço de  $25,00 \text{ m}^2$ .

## e) Local para lazer

Recomenda-se  $1,00 \text{ m}^2$  para cada  $100,00 \text{ m}^2$  de área construída. Estimou-se em  $60,00 \text{ m}^2$  área adequada.



## f) Gerência e Administração

Administração: adotaremos  $4,00 \text{ m}^2$  por pessoa, mais 20% de circulação. Para oito pessoas, teremos:

$$8 \times 4,00 = 32,00 \times 1,20 = 38,40 \text{ m}^2.$$

Gerência: estimou-se em  $24,00 \text{ m}^2$ .

## g) Salas dos encarregados

Para ambas as salas de encarregados, foi estimada uma área de  $20,00 \text{ m}^2$  como bastante razoável.

## 3 h) Portaria

Também estimada, a área para portaria proposta é de  $8,00 \text{ m}^2$ .

## i) Laboratório e Retenção de Amostras

O laboratório teve seu equipamento e área propostos por uma firma especializada no assunto. A área para o laboratório deverá ser de, pelo menos,  $90,00 \text{ m}^2$ .

Para a sala de retenção de amostras, foi recomendada uma área de  $40,00 \text{ m}^2$ .

3.7.4. Comentários sobre o dimensionamento de áreas

3 { No dimensionamento das áreas de setores que serão bastante alterados no projeto da nova fábrica, os métodos numéricos e do arranjo esboça



dos foram os preferidos. Para setores que sofre  
rão pouca ou nenhuma alteração de equipamentos  
ou função, os métodos da conversão ou mesmo o  
da projeção de tendências foram considerados a-  
dequados.

3 { Como foi visto, os padrões de espaço pré-  
determinados foram extensamente usados para os  
setores de apoio.

Finalmente, a estimativa baseada no bom sen  
so e em informações de pessoas qualificadas, foi  
também utilizada no cálculo de certas áreas de  
setores de apoio.

Nas tabelas 3.13, 3.14 e 3.15 são mostra-  
das todas as áreas dimensionadas, cujas medidas  
já estão arredondadas em décimos de  $m^2$ .

OBS: FAZER UM QUADRO RESUMO COM A SOMA  
DAS ÁREAS DE CADA SETOR (PRODUTIVO, ALMOXARIFA-  
DO, EMBALAGEM, LAVAGEM, MANUTENÇÃO, SUPRIMENTOS,  
LABORATÓRIO)

TABELA 3.13 - Áreas das salas dos setores produtivos  
(Elaborado pelo autor).

SALA	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Sala de sal simples	33,50
Sala de sal com reator inox	35,30
Sala de sal com reator de vidro	30,30
Sala com centrífuga e evaporador	30,60
Sala com estufa	32,70
Sala com moinho	15,60
Sala com homogeneizador e peneira	13,80
Sala de embalagem de sal	39,00
Sala de embalagem de sal higroscópico	38,10
Sala para eletrólise	30,00
Sala com mufla	30,00
Sala "ácidos"	34,40
Sala de embalagem de ácidos - sifão	38,90
Sala de embalagem de ácidos - máquina	37,30
Sala com coluna inox para solvente	34,40
Sala com coluna de vidro para solvente	34,40
Sala com coluna cromatográfica	34,40
Sala com reator para solventes	36,00
Sala de embalagem de solventes - sifão	40,00
Sala de embalagem de solventes - máquina	40,00
Sala para produtos especiais	36,00
Sala para soluções	36,00
Cobre em fio	30,00
Dissulfeto de Carbono	30,00
Amônia	30,00

TABELA 3.13 (CONTINUAÇÃO)

SALA	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Sala lava-frasco	60,00
Sala de plastificação	24,00
Sala de montagem de caixas	40,00
Manutenção	130,00
Lavagem de bombona	30,00
Suprimentos	29,00

TABELA 3.14 - Área dos setores produtivos  
(Elaborado pelo autor)

SETOR	ÁREA (m <sup>2</sup> )
- Sais produção	372,20
- Sais embalagem	116,10
Total sais	488,30
- Ácidos produção	34,40
- Ácidos embalagem	76,20
Total ácidos	110,60
- Solventes produção	173,60
- Solventes embalagem	120,00
Total solventes	293,60
Produtos especiais	36,00
Soluções	36,00
Cobre em fio	30,00
Dissulfeto de carbono	30,00
Amônia	60,00
Apoio à embalagem	124,00
Manutenção	130,00
Lavagem de bombona	30,00
Suprimentos	29,00
- sais: eletrólise	60,00
- sais: mufla	30,00
TOTAL	1.487,50

TABELA 3.15 - Área dos Almoxarifados e setores de  
apoio (áreas totais)  
(Elaborado pelo autor)

SALA	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Cozinha	38,40
Dispensa	12,80
Refeitório	147,00
Sanitários - fábrica	50,00
Sanitários - escritório	15,00
Sanitários - refeitório	15,00
Sanitário - manutenção	5,00
Vestiários	81,00
Ambulatório	25,00
Local para lazer	60,00
Gerência	24,00
Administração	38,40
Salas dos encarregados	40,00
Portaria	8,00
Laboratório	90,00
Retenção de amostras	40,00
SUB TOTAL	689,60
Almoxarifado de Matérias-primas	244,60
Almoxarifado de produtos à granel	196,90
Almoxarifado de P.A. e mat. de emb.	195,00
TOTAL	1.326,10

4. BUSCA DE ALTERNATIVAS

#### 4. BUSCA DE ALTERNATIVAS

4 { Nesta altura do projeto de "lay-out", as informações precedentes serão transformadas em alternativas de arranjo físico, tendo como ponto de partida o diagrama de inter-relações entre espaços.

##### 4.1. DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS

4 { Este diagrama é a união de dois elementos: o diagrama de inter-relações entre atividades e os requerimentos de espaço, elementos propostos, respectivamente nos itens 3.6.3 e 3.7.4. Representando as áreas dos setores em escala e usando as mesmas convenções do item 3.6.3. para as inter-relações entre atividades, chegamos ao arranjo da figura 4.1.

O diagrama de inter-relações entre espaços já esboça a forma do "lay-out" da fábrica.

##### 4.2. ALTERNATIVAS PROPOSTAS

4 { Neste ponto, voltamos a incluir aqueles setores deixados de lado na carta de interligações simplificadas. Anexando estes setores ao diagrama de inter-relações entre espaços, podemos propor algumas alternativas de arranjo físico.

Da observação dos diagramas de inter-relações, podemos concluir que teremos três prédios e mais uma sala.

- bloco principal, com a produção, embalagem da maioria



dos produtos e almoxarifados.

- bloco externo, com mufla, eletrólise, cobre em fio, dissulfeto de carbono, amônia, lavagem de bombona e manutenção.
- bloco auxiliar, com cozinha, dispensa, refeitório, vestiários, grêmio, escritórios.
- uma sala com os equipamentos fornecedores dos suprimentos.

O laboratório ainda fica com sua localização pendente entre o bloco principal e o auxiliar.

Destas premissas, chegamos a três propostas para o arranjo físico, duas com o laboratório no bloco auxiliar e uma com o mesmo no bloco principal.

#### 4.2.1. "Lay-out" em blocos interdepartamental

Partindo do diagrama de inter-relações entre espaços e adaptando os formatos dos blocos para que possam ser aglutinados, chega-se a três "lay-out" em blocos interdepartamentais, mostrados nas figuras 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5. A figura 4.5 mostra o "lay-out" em blocos interdepartamental dos blocos externo e auxiliar.

#### 4.2.2. "Lay-out" em blocos

Anexando corredores aos departamentos (com a largura mínima de 3,20 m para a circulação

de empilhadeiras) e dividindo os setores nas salas já explicadas, chegamos aos "lay-out" em blocos das três alternativas

Na distribuição das salas, levou-se em conta o fato de que certas salas, devido à necessidade de ventilação e ao fluxo de materiais, teriam suas instalações junto à parede externo do prédio consideradas convenientes. São elas: salas de ácidos e solventes (produção e embalagem), estufa, produtos especiais e sala de sal com reator de vidro.

O bloco externo é único para as três alternativas e está mostrado na figura 4.9. O bloco auxiliar tem duas alternativas, também mostradas na figura

As maiores diferenças residem nos blocos principais de cada alternativa. Estas alternativas estão nas figuras 4.6, 4.7 e 4.8.

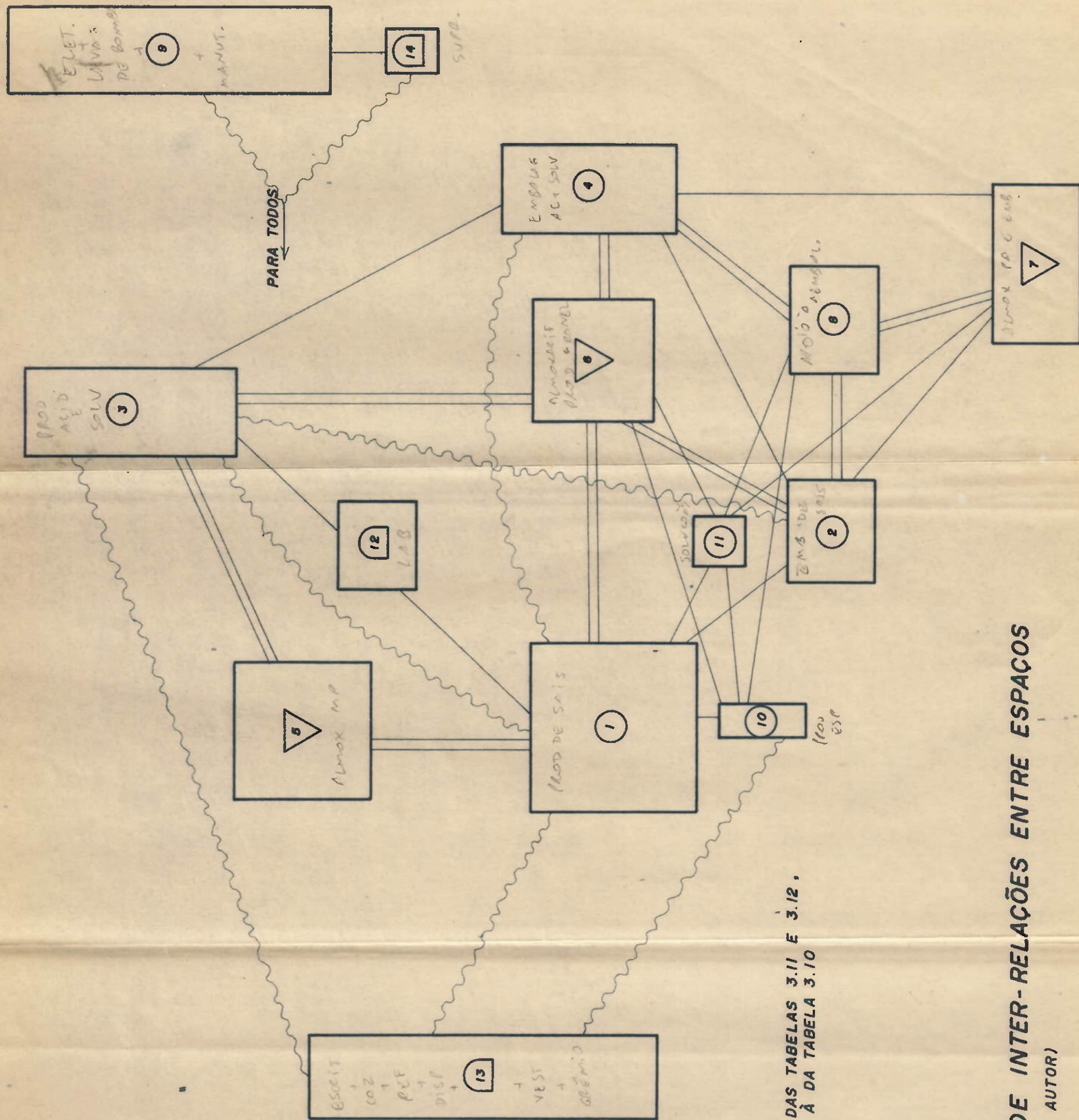
Nesta parte do trabalho incluem-se os sanitários em todos os blocos, sendo que para o bloco principal, optou-se pela instalação dos sanitários em "mezanino".

Observando-se a alternativa A, vemos que a idéia é obter um arranjo mais compacto, minimizando as distâncias, ainda que beneficiando a utilização dos espaços, que se apresentam super-dimensionados algumas vezes.

4 { As alternativas B e C visam a melhorar o fluxo, através de um arranjo que favorece a disposição linear das salas. O aproveitamento do espaço é mais coerente com os espaços previamente calculados.

Note-se que a modulação das salas e setores por vezes sacrifica o dimensionamento dos espaços, mas mesmo assim é desejável e foi adotada em todas as alternativas.





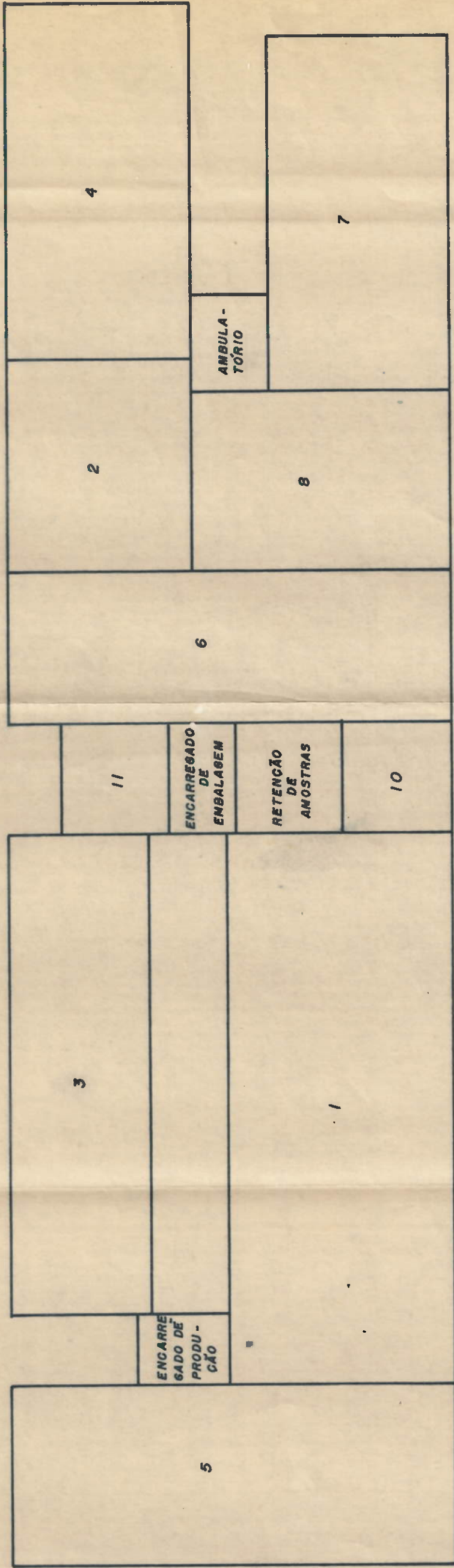
NOTA:  
 LEGENDA IGUAL À DAS TABELAS 3.11 E 3.12.  
 NUMERAÇÃO IGUAL À DA TABELA 3.10

**FIGURA 4.1**  
**DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS**  
 (ELABORADO PELO AUTOR)









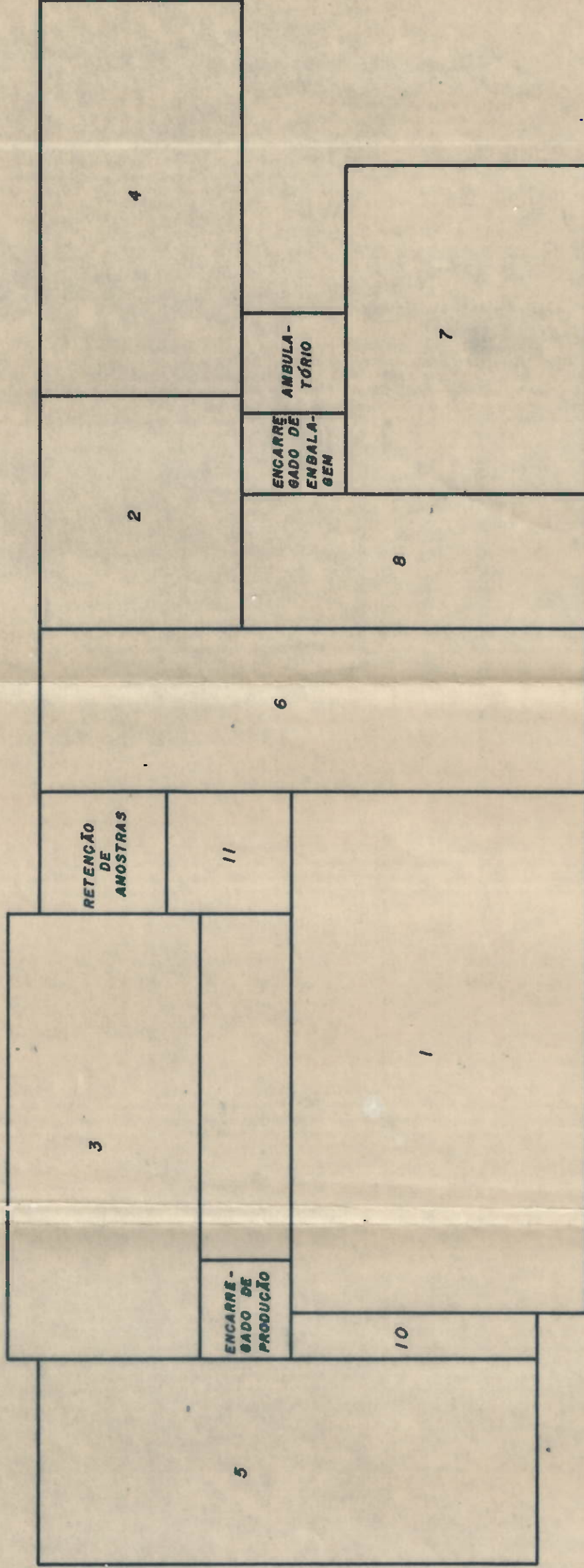
NOTA:  
NUMERAÇÃO IGUAL À DA TABELA 3.10

**FIGURA 4.3**  
**LAY-OUT EM BLOCOS INTERDEPARTAMENTAL:**  
**ALTERNATIVA B - BLOCO PRINCIPAL**

ESCALA: 1:250  
(ELABORADO PELO AUTOR)







NOTA :  
NUMERAÇÃO IGUAL À DA TABELA 3.10

FIGURA 4.4  
LAY-OUT EM BLOCOS INTERDEPARTAMENTAL  
ALTERNATIVA C - BLOCO PRINCIPAL  
ESCALA : 1:250  
(ELABORADO PELO AUTOR)



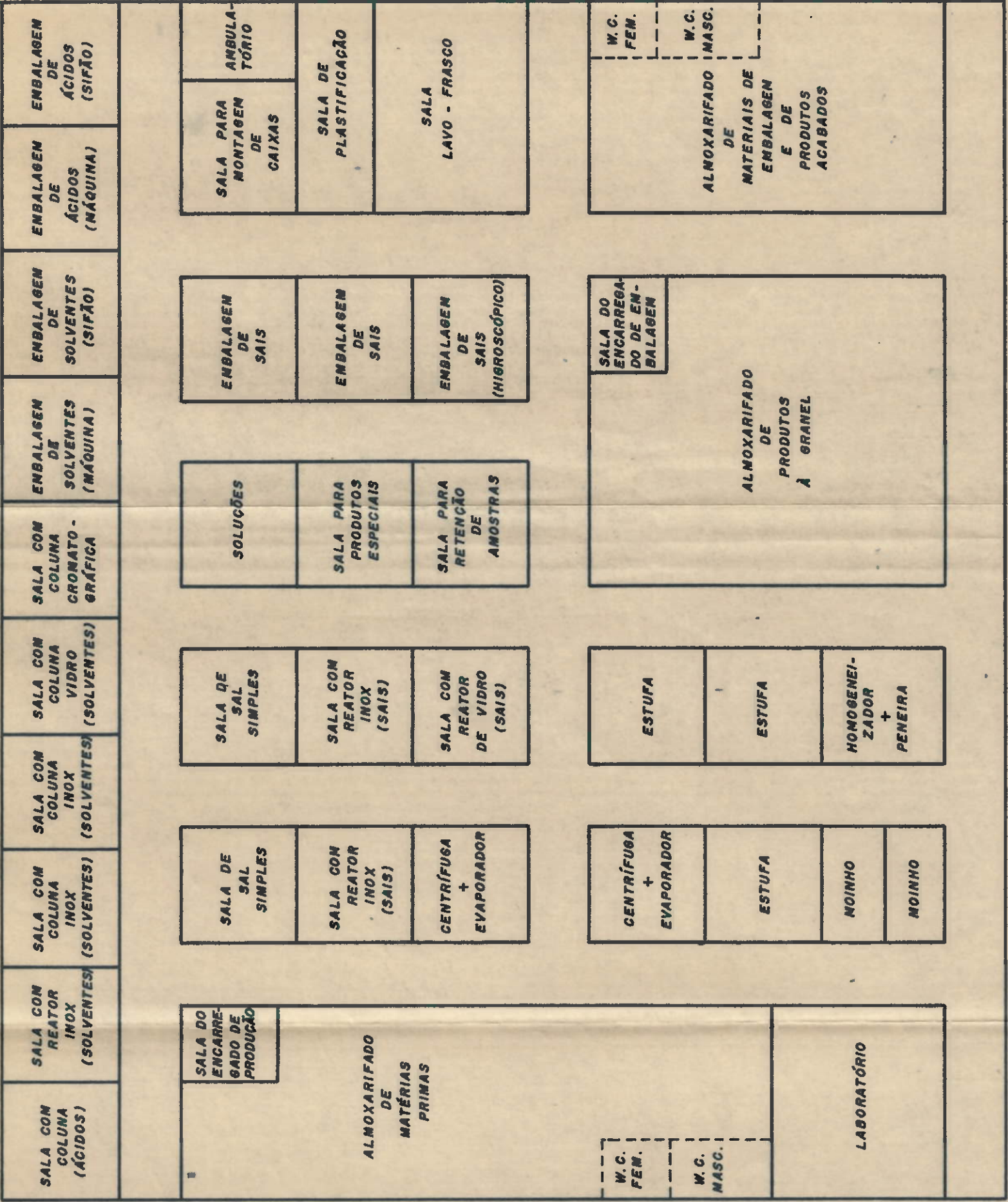


FIGURA 4.6  
LAY-OUT EM BLOCOS:  
ALTERNATIVA A - BLOCO PRINCIPAL  
ESCALA : 1:250  
(ELABORADO PELO AUTOR)



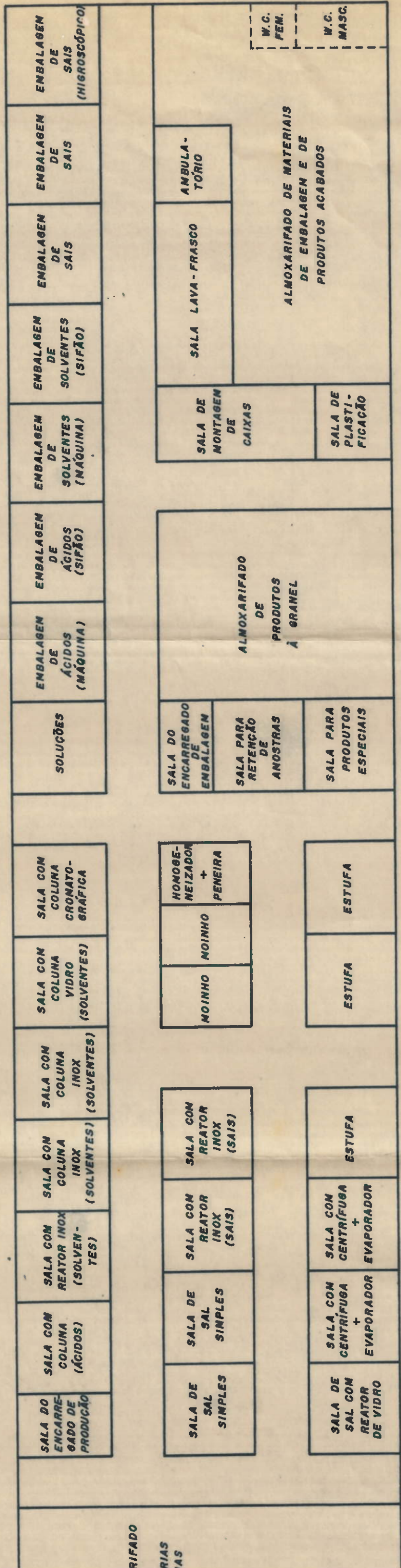


FIGURA 4.7  
 LAY-OUT EM BLOCOS:  
 ALTERNATIVA B - BLOCO PRINCIPAL  
 ESCALA : 1:250  
 (ELABORADO PELO AUTOR)



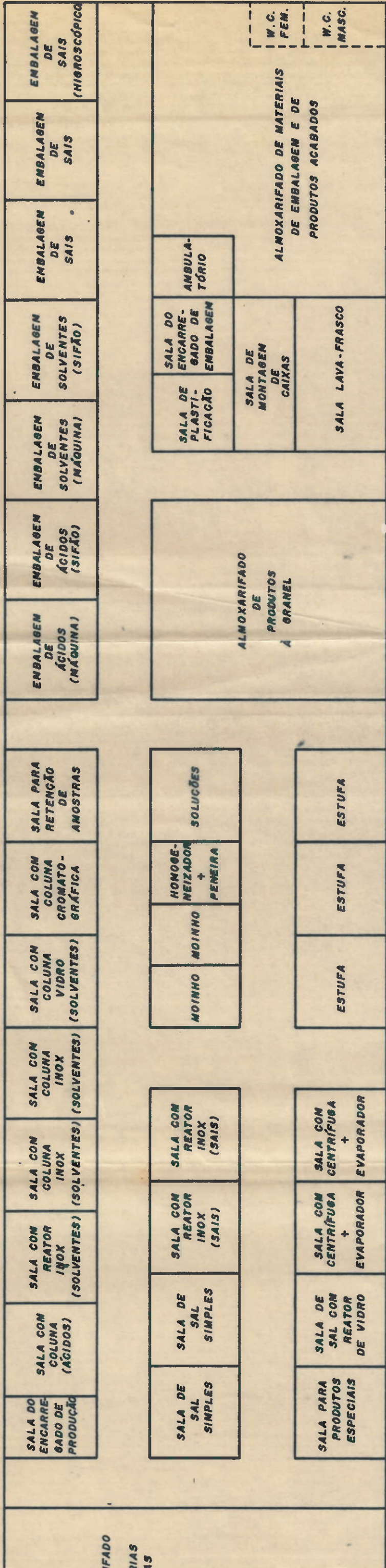
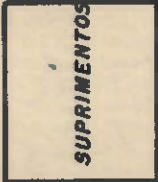
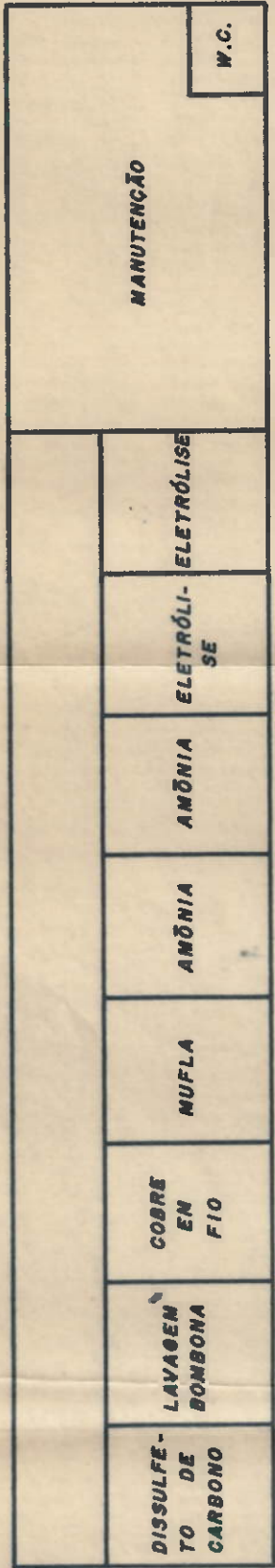
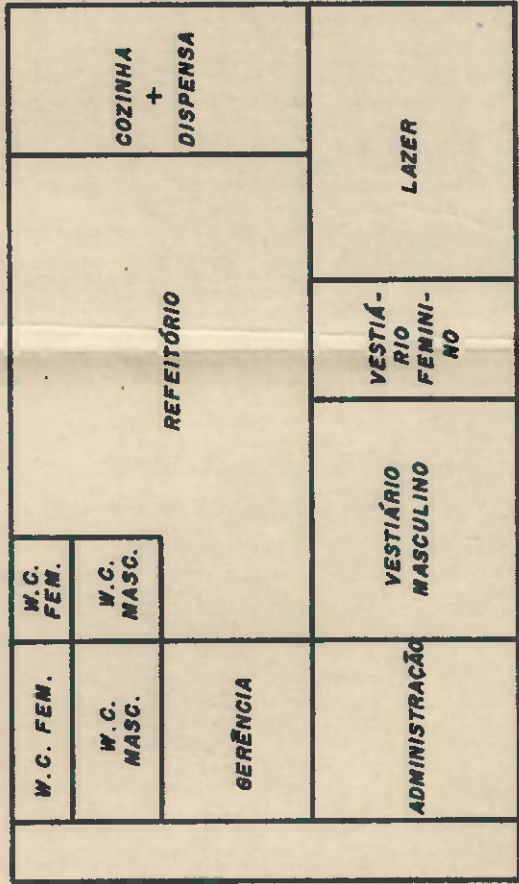


FIGURA 4.8  
LAY-OUT EM BLOCOS:  
ALTERNATIVA C - BLOCO PRINCIPAL  
ESCALA: 1:250  
(ELABORADO PELO AUTOR)

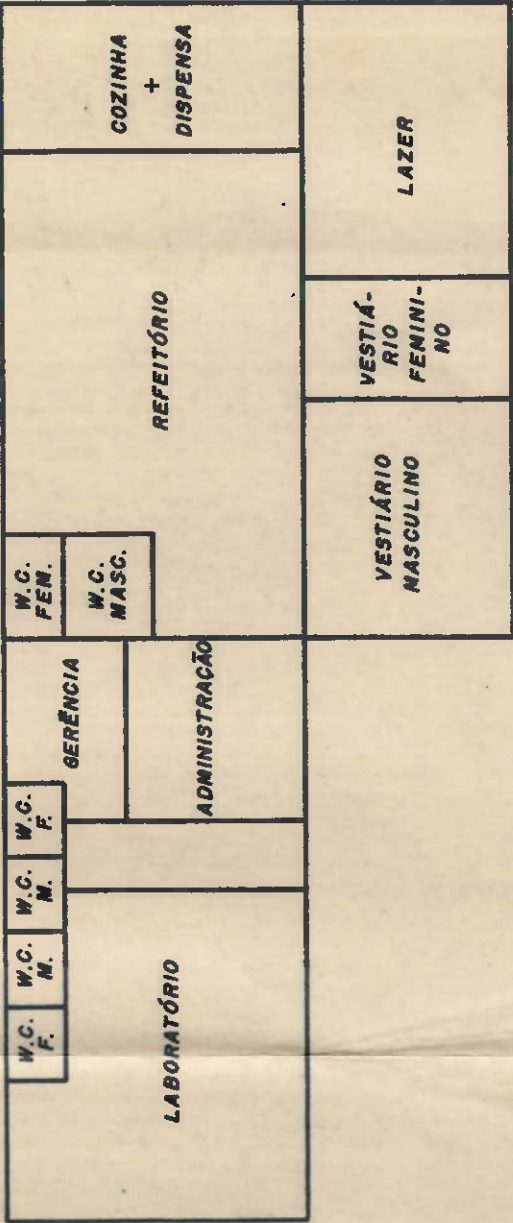




PARA TODAS ALTERNATIVAS



PARA ALTERNATIVA A



PARA ALTERNATIVAS B e C

FIGURA 4.9  
LAY-OUT EM BLOCOS:  
BLOCOS EXTERNO E AUXILIAR  
ESCALA : 1:250  
(ELABORADO PELO AUTOR)

5. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

5. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Para a avaliação de cada uma das três alternativas, será usado um critério qualitativo, já que há muitos fatores no projeto de arranjo físico que são intangíveis.

5 { Dentro desse critério qualitativo, buscou-se os fatores mais relevantes para servirem como critério de avaliação. Para este fim, a cúpula diretiva da empresa foi consultada e estes fatores foram estabelecidos dentro de um consenso geral. Além disso, estabeleceram-se pesos para cada um dos fatores escolhidos.

Em seguida efetuou-se a avaliação, aplicou-se os pesos às avaliações e chegou-se a conclusão de que a alternativa B era a melhor.

Os fatores mais relevantes, os pesos e a avaliação das três alternativas encontram-se na tabela 5.1.



5 { TABELA 5.1. - Fatores de avaliação, pesos e avaliação  
efetuada para as três alternativas.  
(Elaborado pelo autor).

FATOR	PESO	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
1 - Facilidade de expansão	9	2	8	7
2 - Adaptabilidade e versatilidade	9	4	7	5
3 - Flexibilidade	8	7	6	4
4 - Eficiência do fluxo	10	6	9	8
5 - Eficiência do manuseio	7	5	6	4
6 - Eficiência da estocagem	7	5	7	7
7 - Utilização dos espaços	10	4	10	10
8 - Integração dos setores de apoio	6	3	5	4
9 - Higiene e segurança	6	3	5	5
10 - Facilidade de supervisão	6	2	6	4
11 - Qualidade dos produtos	8	6	7	5
12 - Manutenção	7	4	5	5
13 - Satisfação dos empregados	6	5	4	3
14 - Compatibilidade c/plano a longo prazo	8	2	7	5
TOTAIS	107	58	92	76



6. ESPECIFICAÇÃO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

## 6. ESPECIFICAÇÃO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

### 6.1. "LAY-OUT" DETALHADO

Localizando adequadamente os equipamentos dentro de cada sala (ou setor), obtemos o arranjo físico detalhado.

Este trabalho foi feito levando em conta as características destes equipamentos e de modo a não haver retornos ou cruzamentos desnecessários dentro de cada sala.

5 { As figuras 6.1, 6.2 e 6.3 mostram o "lay-out" detalhado dos setores (ou salas) mais relevantes dentro do projeto. Observe-se que cada sala foi representada isoladamente, já que a disposição relativa delas foi mostrada. Evidentemente a representação mostrada é simplificada, mas contém as informações mais importantes e necessárias para a execução do arranjo detalhado.

Note-se que neste ponto é atingido o maior grau de detalhamento do projeto, superior ao mostrado nos arranjos em bloco e em bloco interdepartamental. Destaque-se ainda que foram consultadas as pessoas ligadas à produção para se chegar aos arranjos mostrados, e que a utilização de "Templates" facilitou a execução dos mesmos.

### 6.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO

Como já foi dito, o local para a instalação da

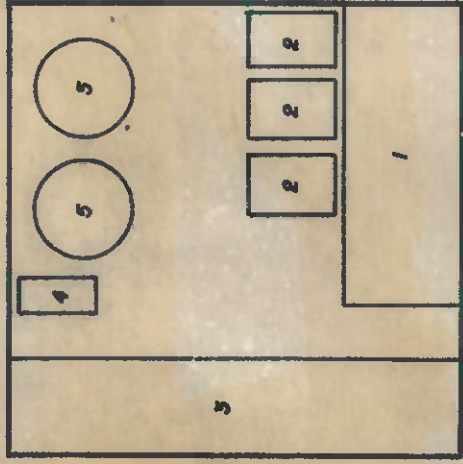
fábrica estava definido pela diretoria antes do início do trabalho de elaboração do "lay-out". Este local é um terreno já adquirido na cidade paulista de Jacaréi.

Uma localização cuidadosa da fábrica no terreno, só seria possível após uma sondagem do solo e um adequado estudo para as fundações, tópicos que fogem ao escopo deste trabalho. Entretanto, na figura 6.4. é mostrada uma sugestão de localização relativa entre os prédios.

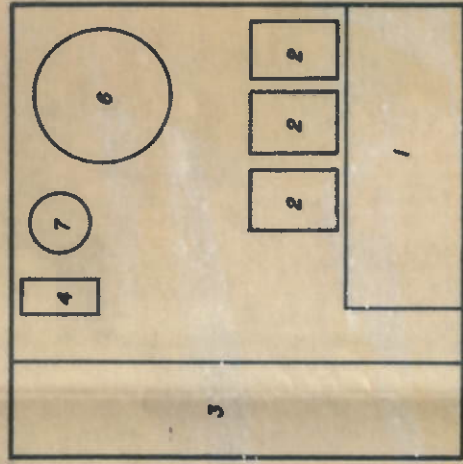
Neste desenho é mostrada também a direção mais indicada e adequada para a expansão do bloco principal, que deverá ser efetuada por volta de 1990.

Após analisar o trabalho realizado, a diretoria da empresa o considerou plenamente satisfatório e optou pela sua realização. Desta forma, o projeto de arranjo físico foi encaminhado às diversas empresas de construção civil para que apresentassem orçamentos para a construção do mesmo. Evidentemente, após a escolha da empresa construtora, o trabalho continuará com a colaboração durante a construção e após esta, com a orientação da implantação propriamente dita (instalação das máquinas, basicamente).

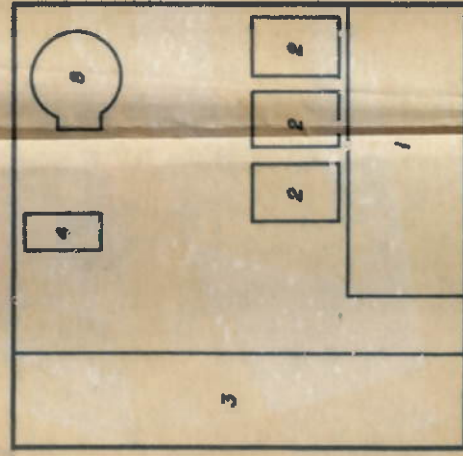




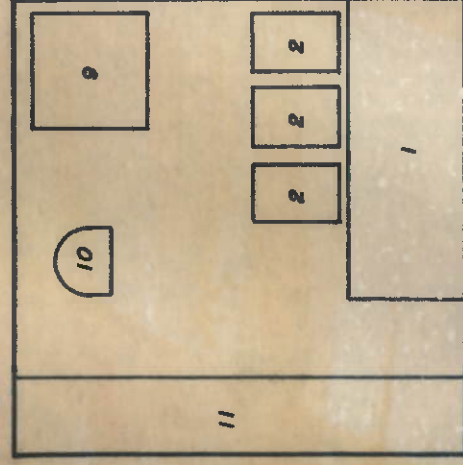
SALA DE SAL SIMPLES



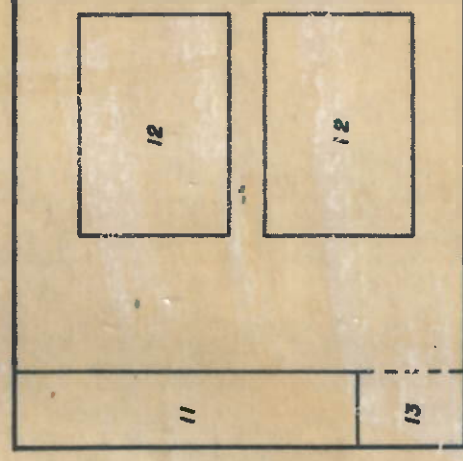
SALA DE SAL COM REATOR  
INOX (GRANDE)



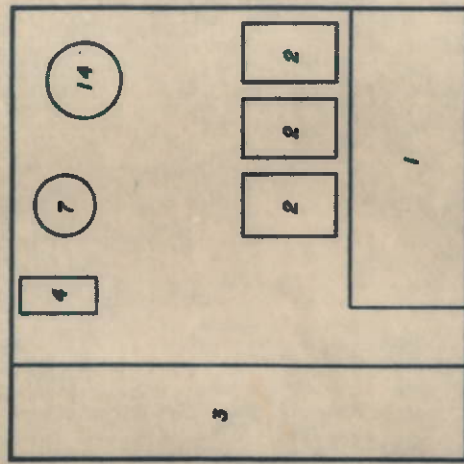
SALA DE SAL COM REATOR  
DE VIDRO



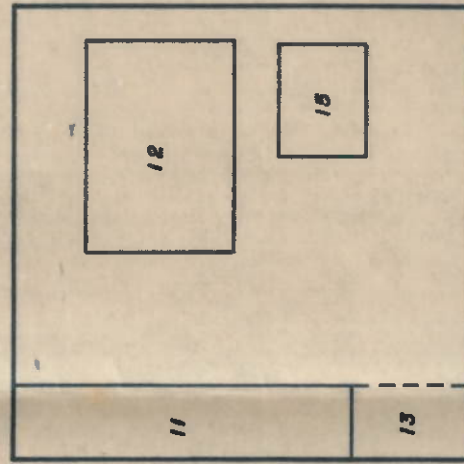
SALA CENTRÍFUGA E EVAPORADOR



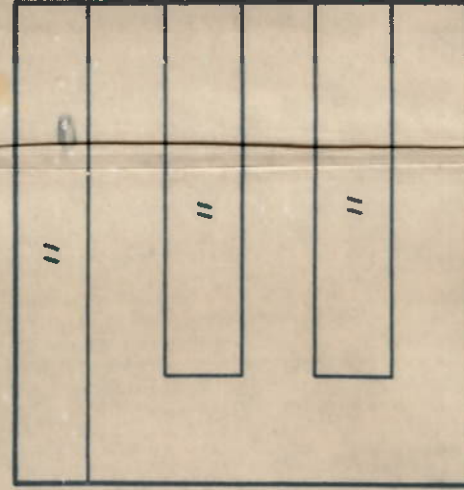
ESTUFA (2 ESTUFAS GRANDES)



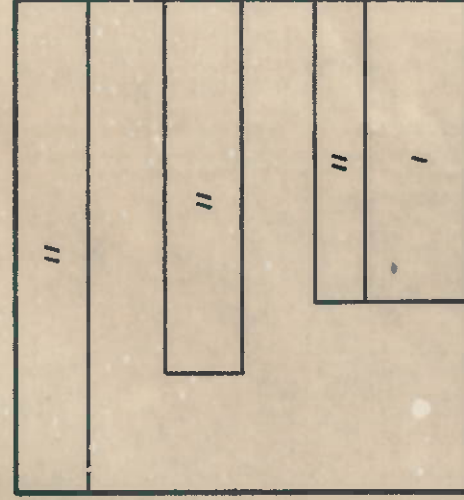
SALA DE SAL COM REATOR  
INOX (PEQUENO)



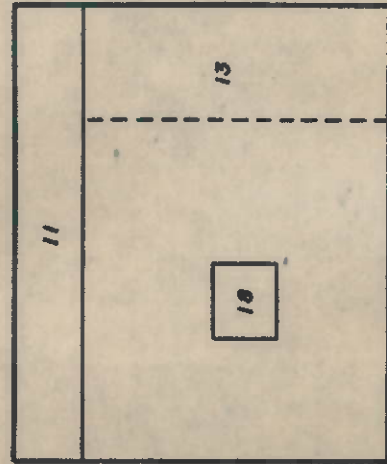
ESTUFA (ESTUFAS GRANDE  
E PEQUENA)



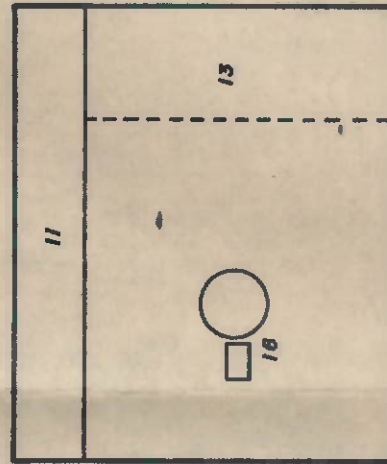
SALA DE EMBALAGEM DE SAL



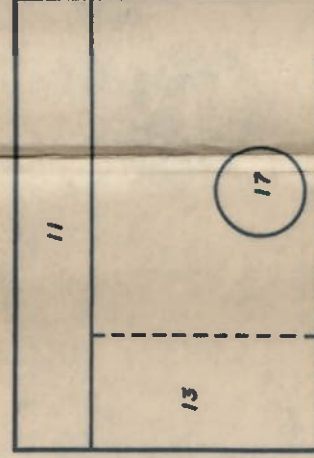
SALA DE EMBALAGEM DE SAL  
MICROSCÓPICO



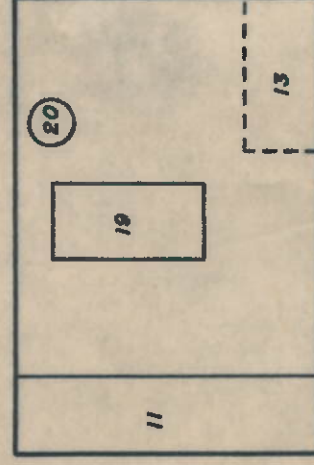
MUFLA



ELETROLISE



MOINHO



HOMOGENEIZADOR + PENEIRA

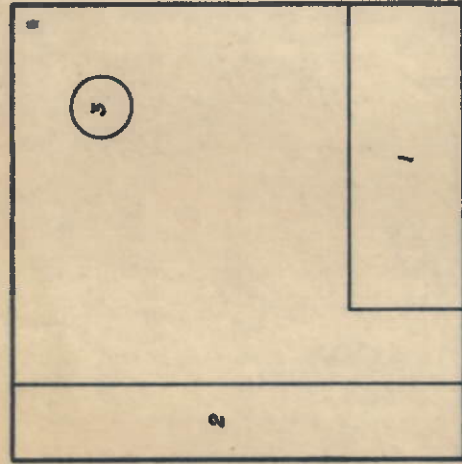
# LEGENDA

1. ANTE-SALA
2. RECIPIENTE COM RODAS
3. SACARIA
4. FILTRO MÓVEL
5. TACHO INOX 400 L.
6. REATOR INOX GRANDE
7. TANQUE INOX MÓVEL
8. REATOR DE VIDRO
9. CENTRÍFUGA
10. EVAPORADOR
11. BANGADA
12. ESTUFA GRANDE
13. LOCAL PARA RECIPIENTE COM RODAS
14. REATOR INOX PEQUENO
15. ESTUFA PEQUENA
16. TANQUE + RETIFICADOR DE CORRENTE
17. MOINHO
18. MUFLA
19. HOMOGENEIZADOR
20. PENEIRA

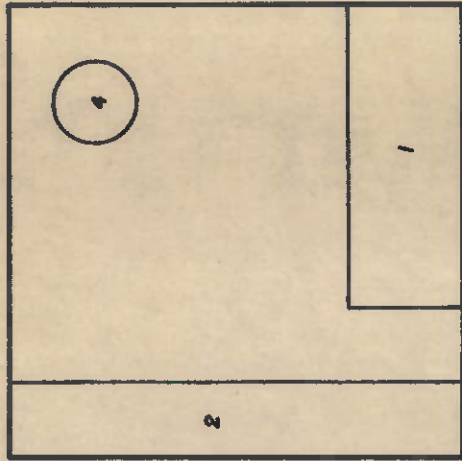
FIGURA 6.1  
LAY-OUT DETALHADO:  
SAIS

ESCALA: 1:100  
(ELABORADO PELO AUTOR)

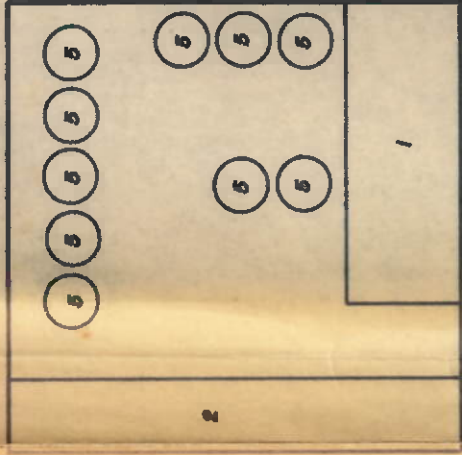




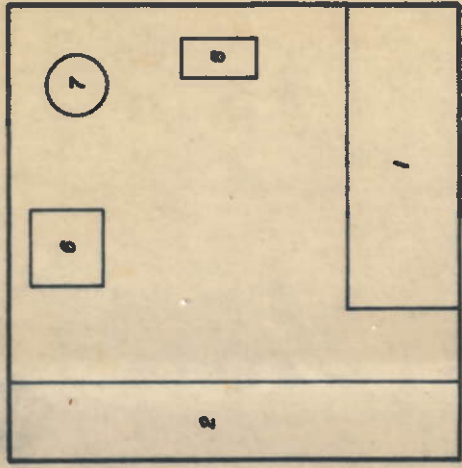
SALA COM COLUNA DE DESTILAÇÃO  
(ÁCIDO OU SOLVENTE)



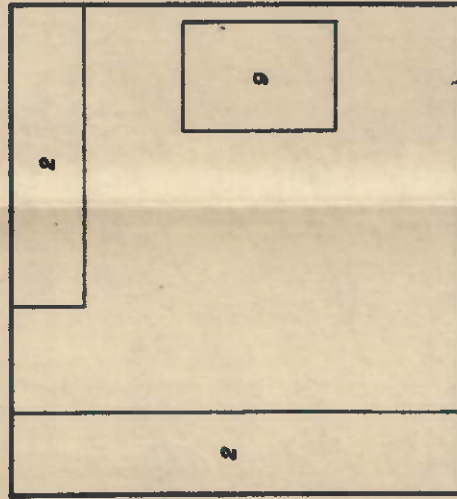
SALA COM REATOR PARA SOLVENTES



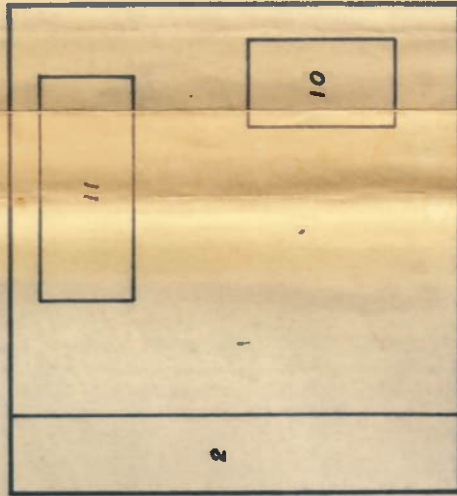
SOLUÇÕES



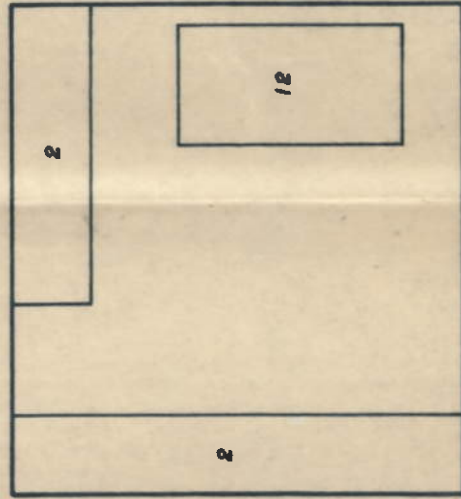
PRODUTOS ESPECIAIS



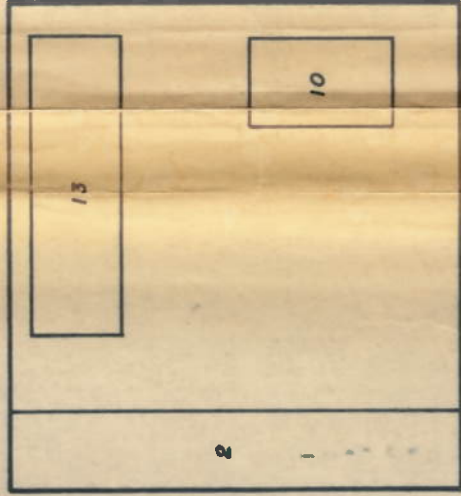
SALA DE EMBALAGEM DE ÁCIDOS  
(SIFÃO)



SALA DE EMBALAGEM DE ÁCIDOS  
(MÁQUINA)



SALA DE EMBALAGEM DE SOLVENTES  
(SIFÃO)



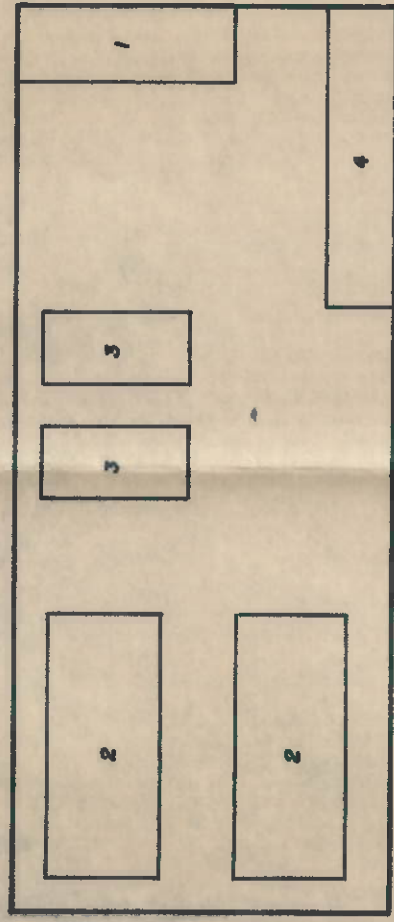
SALA DE EMBALAGEM DE SOLVENTES  
(MÁQUINA)

### LEGENDA

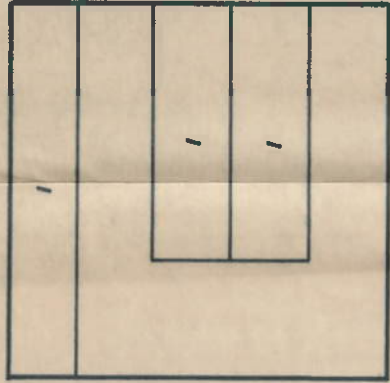
1. ANTE - SALA
2. BANCADA
3. COLUNA DE DESTILAÇÃO
4. REATOR PARA SOLVENTES
5. TANQUE PARA SOLUÇÕES
6. ESTUFA PEQUENA
7. REATOR / DESTILADOR
8. CENTRÍFUGA PEQUENA
9. TANQUE COM SIFÃO (ÁCIDOS)
10. MÁQUINA ENCHEDORA (2 SAÍDAS)
11. MÁQUINA ENCHEDORA (3 SAÍDAS)
12. TANQUE COM SIFÃO (SOLVENTES)
13. MÁQUINA ENCHEDORA (4 SAÍDAS)

FIGURA 6.2  
LAY-OUT DETALHADO:  
ÁCIDOS E SOLVENTES  
(ELABORADO PELO AUTOR)  
ESCALA: 1:100

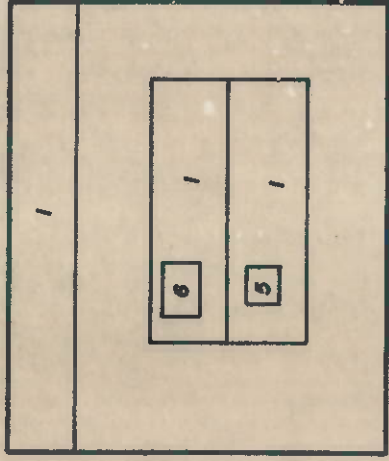




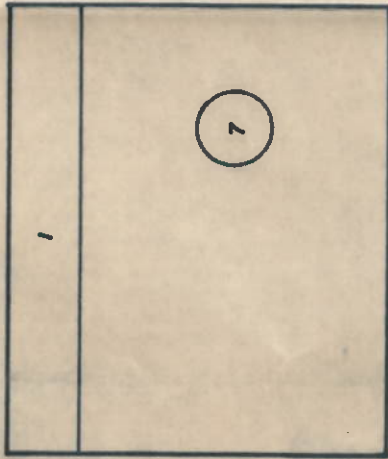
SALA LAVA - FRASCO



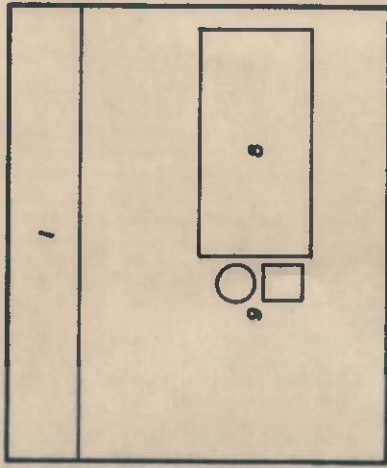
SALA DE PLASTIFICAÇÃO



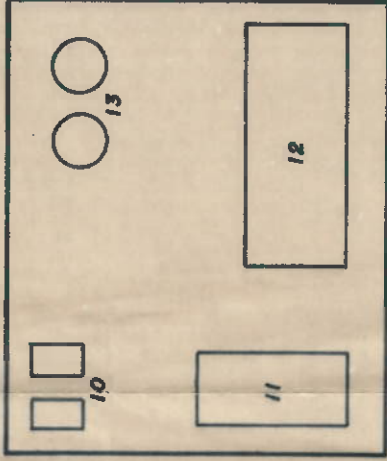
COBRE EM FIO



DISSULFETO DE CARBONO



AMÔNIA

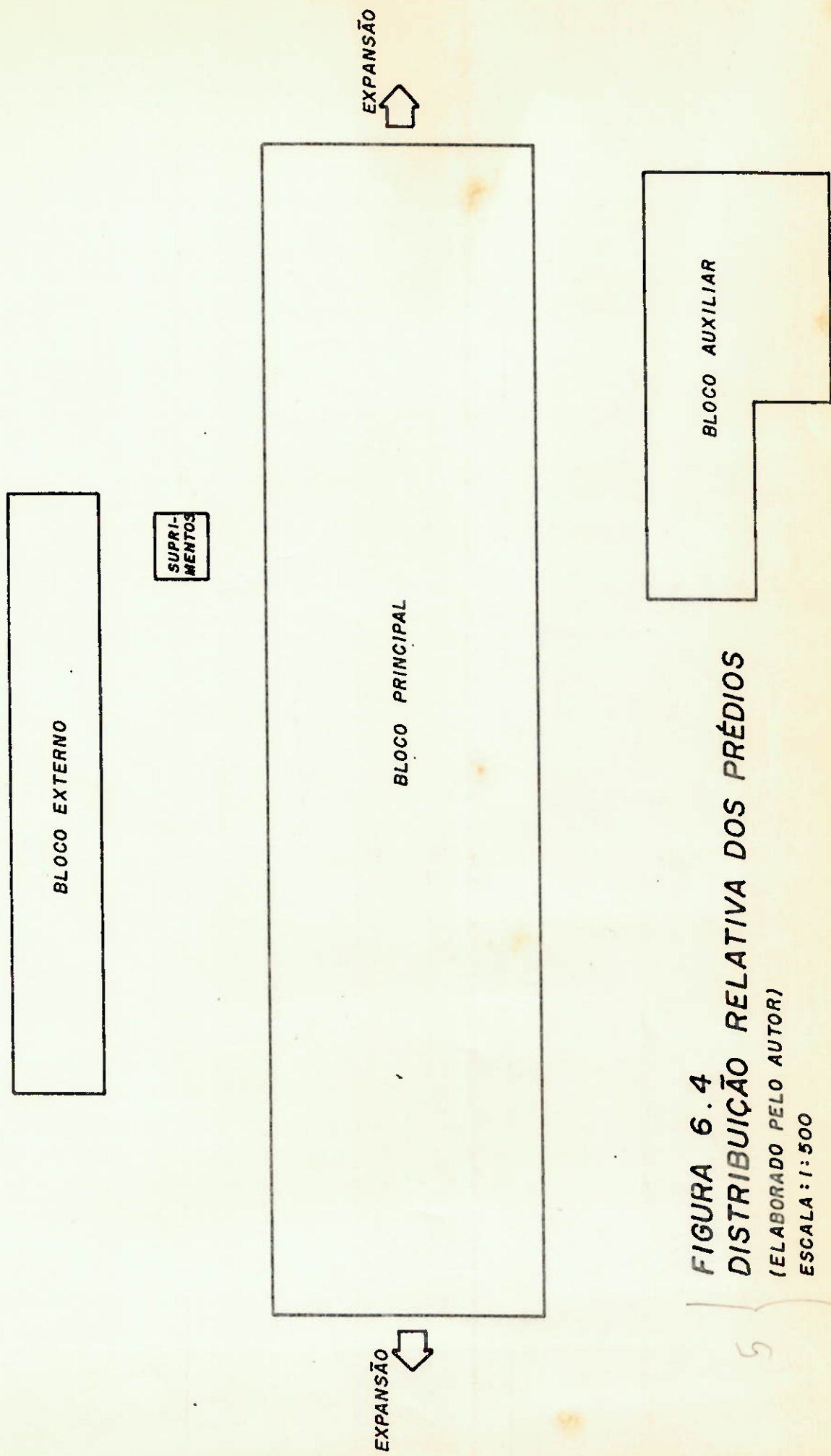


SUPRIMENTOS

### LEGENDA

1. BANCADAS
2. AUTOCLAVES
3. MÁQUINAS DE LAVAR
4. TANQUES DE LAVAGEM
5. MÁQUINA DE LIMPAR COBRE
6. MÁQUINA DE CORTAR COBRE
7. DESTILADOR PARA DISSULFETO DE CARBONO
8. TANQUE PARA AMÔNIA
9. COMPRESSOR E DESTILADOR PARA AMÔNIA
10. BOMBAS DE VÁCUO
11. GERADOR DE VAPOR PEQUENO
12. GERADOR DE VAPOR GRANDE
13. COLUNAS DIONIZADORAS

**FIGURA 6.3**  
**LAY-OUT DETALHADO:**  
**APOIO À EMBALAGEM E OUTROS SETORES**  
 ESCALA: 1:100  
 (ELABORADO PELO AUTOR)



5

**FIGURA 6.4**  
**DISTRIBUIÇÃO RELATIVA DOS PRÉDIOS**  
(ELABORADO PELO AUTOR)  
ESCALA : 1:500



7. COMENTÁRIOS FINAIS

## 7. COMENTÁRIOS FINAIS

O arranjo a que se chegou, pode ser classificado como funcional, mas com certas características de fluxo e de distribuição relativa de <sup>SALAS</sup> setores que tendem a um arranjo linear, principalmente dentro de certos setores.

A nova fábrica estará localizada em um local mais adequado e com ela será possível a redução dos prazos de entrega, o aumento do volume de produção, a melhoria da qualidade e também a ampliação da linha de produtos. Para isso, a compartimentação da fábrica com a consequente separação dos equipamentos em salas próprias, foi um fator de suma importância. Esta separação dos equipamentos foi a maior contribuição do trabalho, já que permitiu uma sensível melhoria e uma racionalização da produção da fábrica. Note-se que, devido à compartimentação e à implantação de novas salas para atividades produtivas ou auxiliares, o aumento da área construída em relação àquela da fábrica atual foi de mais de 100%.

Finalmente, considerando o que foi proposto no item 1.4 e o fato de que a diretoria da empresa aprovou a implantação do projeto, vemos que os objetivos - deste trabalho foram plenamente atingidos.



APÉNDICES

APÊNDICE A1: O PROCESSO GERAL DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Este processo, formulado por Krick (3), procura utilizar elementos de teoria de decisão para analisar o processo de resolução dos problemas de Métodos. É uma maneira de sistematizar a resolução dos problemas, de modo a fazê-lo com a maior eficiência e menor custo, buscando todas as soluções possíveis, avaliando cada uma delas, pesando seus custos e decidindo qual é a melhor, dentro do critério de maior eficiência.

O processo geral de resolução de problemas pode ser dividido em cinco fases.

- 1 - Formulação do problema: Consiste em definir claramente o objetivo de estudo, compreendendo especificações dos estados inicial e final, as restrições mais importantes, critérios de preferência, número de repetições em que se passará do estado inicial ao final, e o prazo para a solução.
- 2 - Análise do problema: Coleta de dados e informações sobre o assunto, feita com espírito crítico, de forma a se separar os elementos realmente relevantes para a solução. Também nessa fase são analisadas as restrições, para que sejam verificadas quais são as realmente válidas.
- 3 - Pesquisa de Alternativas: Consiste na busca de possíveis soluções do problema que atendam à formulação inicial e que estejam de acordo com as res

trições atuantes.

- 5 {
- 4 - Avaliação de Alternativas: Feita dentro do critério de eficiência (resultado previsto e seu custo) levando também em conta fatores intangíveis tais como satisfação de pessoas, qualidade de produtos ou dos serviços, etc.
  - 5 - Escolha da melhor alternativa: Baseada na avaliação das alternativas propostas.

APÊNDICE A2: TIPOS DE ARRANJO FÍSICO.

Há três tipos de arranjo físico:

ARRANJO FÍSICO POSICIONAL: É um arranjo no qual o material ou componentes principais ficam em um lugar fixo, sem se mover. Todas ferramentas, maquinaria, homens e materiais são trazidos a eles. Suas vantagens são:

- redução do manuseio pesado
- fixação de responsabilidades
- possibilidade de mudanças de produtos (ou de mudanças nos produtos)
- possibilidade de demanda variável
- flexibilidade a alteração de frequência
- redução de interrupções.

ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL (OU POR PROCESSO): As operações estão agrupadas de acordo com a natureza de seu processo, surgindo setores especializados: setor de solda, de fundição, de costura, de pintura, etc. Este esquema tem as seguintes vantagens:

- facilita a utilização do equipamento
- adaptável à mudança de produtos
- aceita demanda intermitente
- presta-se ao incentivo individual
- permite continuidade no caso de quebras e paralizações de máquinas, falta de pessoal ou escassez de material.

ARRANJO FÍSICO LINEAR (ou LINHA DE PRODUÇÃO ou POR PRODUTO): A ordem dos setores de trabalho é coincidente com a sequência das operações de produção. As vantagens deste tipo são:

- melhor uso do trabalho
  - . especialização maior
  - . treinamento fácil
  - . pessoal menos qualificado.
- supervisão mais fácil
  - . uma operação "empurra" a outra
  - . menos controles intermediários
  - . menos trabalho de entrosar, uma vez iniciado,
- menos manuseio
- menos espaço
- menos congestionamento
  - . na fabricação o material flui de operação a operação
  - . "espalha" a montagem
  - . menos material em processo

Na prática, ocorre frequentemente combinações - dos três tipos clássicos.

Usaremos o arranjo físico posicional quando:

- as operações de conformação ou tratamento do material utilizarem apenas ferramentas manuais ou máquinas simples,
- estiver sendo feita só uma ou poucas peças de certo tipo,
- o custo de movimentação da peça montada for alto,



- a habilidade do artesanato recair na destreza dos operários ou se for desejável fixar a responsabilidade pela qualidade do produto em um operário.

Usaremos o arranjo físico funcional quando:

- a maquinaria for cara e de difícil movimentação
- estiver sendo fabricada uma grande variedade de produtos
- houver amplas variações nos tempos requeridos para diferentes operações
- a demanda por produto for pequena ou intermitente.

5

Usaremos o arranjo físico linear quando:

- houver grandes quantidades de peças ou produtos para fazer
- o projeto for padronizado
- a demanda do produto for estável
- for possível manter operações balanceadas e continuidade do fluxo de material sem dificuldade.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- (1) MUTHER, Richard - Planejamento do "Lay-out" - SISTEMA SLP Editora Edgard Blücher Ltda - São Paulo, 1978.
- (2) MAYNARD, Harold E - Manual de Engenharia de Produção - Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1972
- (3) KRICK, Edward W. - Métodos e Sistemas - Livros Técnicos e Científicos Editora - Rio de Janeiro, 1971
- (4) KEHL, Sergio A.P. - Arranjo Físico - Fundação Carlos Alberto Vanzolini, São Paulo, 1979
- (5) HOLLAENDER, Milton Perez - O Enfoque Sistêmico da Função de Planejamento do Arranjo Físico - Fundação Carlos Alberto Vanzolini, São Paulo, 1978.
- (6) BARNES, Ralph M. - Estudo de Movimento e de Tempos Projeto e Medida do Trabalho - Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1977.