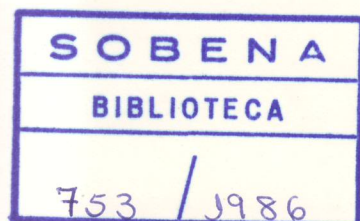


CLÓVIS ROLIM GALVÃO

939

IMPLANTAÇÃO INDUSTRIAL: DESENVOLVIMENTO DO
PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE PAINÉIS
INCOMBUSTÍVEIS



Pi.230

VI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL, TRANSPORTE
MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA
Veracruz y Cd. de México, 16 al 22 de Septiembre de 1979

R E S U M O

Inicialmente, apresenta-se o produto a ser processado, ressaltando-se suas qualidades como elemento INCOMBUSTÍVEL, seu comportamento físico-químico e suas aplicações na construção naval.

Em seguida, coloca-se a concepção do projeto da linha, seu desenvolvimento, capacidade de produção, ensaios para adequação do produto à linha e identificação dos principais problemas surgidos.

Finalmente, aborda-se a complementação dada pela engenharia civil no processo da IMPLANTAÇÃO INDUSTRIAL.

A B S T R A C T

This paper introduces the product to be fabricated, emphasizing its characteristics as a fireresistent material, its chemical and structural behavior, and its main marine applications.

After this, the line production design conception is introduced. Topics such as production capacity and production line definition are also discussed herewith.

Finally, a brief discussion on civil engineering solutions for the industry plant lay-out is presented.

7. ADENDOS

1. INTRODUÇÃO

O que se propõe com o presente trabalho é fornecer uma idéia suscinta do desenvolvimento de um projeto destinado a produzir, em ritmo industrial, elementos incombustíveis de aplicação naval.

O produto, utilizado como miolo na construção de painéis, anteparas, forros e divisórias; colocado no mercado brasileiro sob uma modesta e artesanal produção, teve de início grande aceitação pelos estaleiros, os principais consumidores.

A crescente demanda desse mercado, agravado pela solicitação da construção civil, obrigam o fabricante a partir para uma produção em alta escala; e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, foi contratado para projetar, construir e ensaiar uma linha piloto para produzir tais elementos.

A princípio procurou-se adaptar os conhecimentos de engenharia no campo de processamento ao composto utilizado na confecção dos miolos corta-fogo. Devido a complexidade do problema e a crescente oneração, tanto do projeto como da implantação em si, optou-se em fazer a "priori" uma pesquisa para conhecimento do comportamento do material e posteriormente, alterando sua composição sem afetar seu desempenho, adaptá-lo a linha de fabricação, ao mesmo tempo em que se procurou adaptar a linha de fabricação ao composto visando atingir o ponto de aproximação mais econômico possível.

Com os dados obtidos pela pesquisa feita no conheci

mento do composto pode-se fazer seleção e dimensionamento de equipamentos com grande grau de certeza, permanecendo as incertezas de nominadas "importância de segunda ordem" para serem apreciadas e resolvidas durante testes na usina piloto. Em seguida, se faz uma explanação criteriosa dos equipamentos envolvidos mencionando-lhe o tipo, capacidade, características técnicas, etc.

Na abordagem do sistema de secagem dos miolos, visto que o produto é de pega hidráulica, adotou-se o de estufas estacionárias utilizando uma pré-estocagem no sentido de se obter uma secagem inicial das placas. Inclinou-se a esta opção por uma série de vantagens sendo as principais: - o menor investimento inicial e menor custo de operação em comparação ao sistema contínuo de produção.

A primeira disposição da usina piloto fica restrita em uma área de $60,0 \times 30,0 \text{ m}^2$ o que conseqüentemente nos obrigou a colocar a linha de produção em forma de "U".

Continuando, apresentamos o "LAY-OUT" mecânico da linha, mostrando a seqüência lógica de disposição de equipamentos, e finalmente o "LAY-OUT" arquitetônico da fábrica expondo as concepções e dimensões mencionadas.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho visa apresentar a melhor solução encontrada, pelos exaustivos estudos efetuados pelos técnicos do IPT/DINAV, no que concerne à fabricação de placas corta-fogo em escala industrial controlados por sistemas semi-automáticos que permitam alta produção associada ao bom desempenho a que se destina, à boa qualidade do produto. A responsabilidade do IPT/DINAV, inicia-se com a colocação do composto utilizado na confecção dos miolos, nos silos, (elevador de canecas) passando por todos os sistemas de dosagem, mistura, conformação, corte, etc, até a secagem das placas e acabamento das mesmas.

Foi colocado como capacidade de produção o valor de $10.000 \text{ m}^2/\text{mês}$ de produto acabado conforme projeção de mercado, de variadas espessuras de miolo corta-fogo, cujas dimensões são as que seguem:

T A B E L A I

ESPESSURA (mm)	LARGURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)
12	1230	615/1230
18	1230	615/1230
22	1230	615/1230/2460
30	1230	615/1230/2460

Visando-se um conhecimento do material para poder processá-lo, faz-se a documentação do comportamento do composto GRADEMAR, levantando-se curvas de secagem natural, de secagem em estufas e uma associação de ambas. Apresentamos, também conclusões relativas a introdução de aditivos no composto dispondo-se a modificar suas características físico-químicas tendo como meta acelerar o tempo de cura e melhorar suas propriedades mecânicas sem alterar substancialmente sua qualidade corta-fogo.

3. ESTUDO DE CONHECIMENTO DO MATERIAL

3.1. PÓ

O material onde se concentrou estudos é o GRADEMAR. Esse composto é um pó de cor avermelhado, abrasivo devido à presença de $S_1 O_2$, $T_1 O_2$, C_r , etc, corrosivo devido ao anidrido sulfúrico (SO_3) presente, basicamente composto de óxido de cálcio e vermiculita.

A massa específica média obtida para esse pó GRADEMAR, foi da ordem dos seguintes valores:

MEDIÇÃO	MASSA ESPECÍFICA (kg/dm^3)	M É D I A (kg/dm^3)
- SOLTA	0,55	0,71
- BATIDA	0,75	
- COMPACTADA	0,82	

Esses valores são de suma importância no dimensionamento dos equipamentos de dosagem:

<u>T I P O</u>		<u>DIMENSIONADO COM</u>
- Elevador de canecas	→	$F = 0,55 \text{ Kg/dm}^3$
- Roscas helicoidais	→	$F = 0,55 \text{ Kg/dm}^3$
- Silos	→	$F = 0,71/0,55 \text{ Kg/dm}^3$
- Caçambas de pesagem	→	$F = 0,55 \text{ Kg/dm}^3$
- Balança	→	$F = 0,71 \text{ Kg/cm}^2$

Projeções sobre comportamento desse composto nos equipamentos mencionados não foram difíceis de serem feitas, acreditando mesmo na possibilidade de utilização de equipamentos "STANDARD" facilmente encontráveis no mercado brasileiro.

A utilização desse pó GRADEMAR, em suas características nativas em uma linha de produção em alta escala é inviável pelo seu tempo de pega excessivamente longo, sem contar com a baixa resistência que lhe é característica.

3.2. Argamassa

3.2.1. Adaptação do Composto Grademar a linha de produção

Após definida a capacidade de produção da linha piloto, em $10.000 \text{ m}^2/\text{mês}$ e a utilização de equipamentos facilmente encontráveis no mercado brasileiro, verificou-se que o comportamento das placas fundidas com GRADEMAR não foram compatíveis quanto à resistência mecânica e tempo de pega, durante o

processamento.

Baseado nesses fatores, decidiu-se adicionar elementos que pudessem adequar o composto aos equipamentos, sem comprometer a qualidade do produto final.

Depois de intensas pesquisas chegou-se a conclusão que tais elementos deveriam ser cimento e aditivo acelerador de pega, tipo SIKA-2 restando apenas saber em quais proporções deveriam ser adicionados ao composto.

Para tanto, foi elaborado um programa de ensaios que definisse em que proporção deveriam participar do composto, as seguintes variáveis: Grademar, água, cimento e aditivo acelerador de pega.

3.2.2. Ensaaios

Em função dos equipamentos escolhidos, o comportamento do composto úmido deverá obedecer os seguintes tempos:

$t_1 \Rightarrow$ tempo de carga do misturador, mistura e descarga no injetor aprox. - 2 minutos

$t_2 \Rightarrow$ tempo de injeção na linha $2 < t_2 < 4$ min

$t_3 \Rightarrow$ tempo superior de conformação - $5 < t_3 < 7$ min

$t_4 \Rightarrow$ tempo de desforma (quanto as placas fundidas se desprendem da parede lateral e fundo da esteira transportadora) = $7,5 < t_4 < 9,5$ min

$t_5 \Rightarrow$ tempo de corte $9 < t_5 < 11$ min

$t_6 \Rightarrow$ tempo de manuseio (quando as placas podem ser removi

das) $t_6 > 13 \text{ min}$

$t_{SN} \Rightarrow$ tempo de secagem natural = $t_{SN} = 8 \text{ dias}$

$t_{SE} \Rightarrow$ tempo de secagem na estufa = $t_{SE} = 6 \text{ horas}$

Para realização dos ensaios, equipe IPT/DINAV montou uma bancada que simulasse a linha de produção piloto e foi composta de:

1) Misturador com capacidade de 20ℓ, com a cuba hexagonal, projetado e construído nesta equipe IPT/DINAV.

2) Uma prancha de madeira sobre a qual deslizava um plástico espesso tracionado manualmente.

3) Uma guilhotina projetada e construída pela equipe IPT/DINAV.

4) Formas de 600x300x12 e 600x300x30 (mm).

5) Estufa com volume de 2m^3 , trabalhando a temperatura em torno de 60°C , dotado de um ventilador de 900mm de diâmetro, a potência de 4CV.

3.2.3. Procedimento

Usando uma balança com precisão de 10 gramas e uma bureta graduada de 50 em 50 ml, mediu-se os componentes variáveis da seguinte forma:

Peso específico da argamassa $P = 1.2 \text{ Kg/ℓ}$

Para um volume de : $6 \times 2,9 \times 0,3 = 5,2\ell$

$$e \quad 6 \times 3,8 \times 0,3 = 6,8\ell$$

ou, $5,2 \times 1,2 = 6,3 \text{ Kg}$ e $6,8.1,2 = 8,2 \text{ Kg}$, variou-se os compo-
nentes dentro dos seguintes intervalos:

Água	=	de 3,24 Kg	a	3.6	Kg
Grademar	=	de 2,90 Kg	a	3.7	Kg
Cimento	=	0,15 Kg	a	0.80	Kg
Aditivo	=	0,01 ℓ	a	0.035	ℓ

Após a execução das dosagens e a verificação dos res-
pectivos comportamentos durante o processo em si e na secagem,
conseguiu-se chegar a uma proporção melhor para fabricação dos
painéis corta-fogo.

3.2.4. Dosagem

A dosagem do composto que melhor se comportou na
bancada de ensaios IPT/DINAV, foi:

Massa de Grademar	→	M_g
Massa de Cimento	→	0,1 Mg
Massa de Água	→	$M_g + 0.1 \text{ Mg} = M_{H_2O}$
Massa de Aditivo	→	$0.005 M_{H_2O}$

Essas proporções, nos define um coeficiente

$$k = \frac{\text{massa de líquido}}{\text{massa de sólido}}$$

$$k = \frac{M_g + 0,1 \text{ Mg} + 0,005 (M_g + 0,1 \text{ Mg})}{M_g + 0,1 \text{ Mg}} \approx 1,00$$

assim, apresentamos a seguinte tabela para obtenção de determinado volume de placa:

Consumo de materiais (g/l)	Material
580	Grademar
639	H ₂ O
58	Cimento

Isto é, os valores discriminados são necessários para se formar 1 litro de argamassa.

3.3. Secagem

A maneira de secagem das placas conformadas assume um papel de extrema importância no processo de produção influenciando diretamente, se não estudado carinhosamente, com grande peso no custo final da operação.

Chegou-se a conclusão que uma solução que tenha a flexibilidade de implantação gradativa, evitando assim um dispêndio global imediato de recursos, além de não ser muito oneroso e baixo custo de operação seria o ideal. O desenvolvimento dessa filosofia nos levou a implantar um sistema de módulos onde se pretende que as placas a verde (úmidas) convenientemente estocada nos mesmos, ficassem sujeitas a uma evaporação natural ou eventualmente forçada por meio de ventiladores por um determinado período fornecendo tempo suficiente para que os miolos corta-fogo estocados perdessem água com o menor custo possível. Os ensaios efetuados no IPT/DINAV, apontaram a necessidade de se

instalar uma pequena estufa; padrão no mercado brasileiro, para se poder processar a placa de maior espessura dentro de um critério de custo, (investimento, capital estocado, etc) área disponível, produção e tempo.

Desenvolvendo-se, então a filosofia apresentada procedeu-se os testes de verificação que serão apresentados a seguir, onde se fará análise e avaliação do comportamento do material em questão.

3.3.1. Comportamento na Secagem Natural

Foram feitos ensaios enquadrando os valores extremos de espessuras ou seja $e = 12\text{mm}$ como mínimo e $e = 30\text{ mm}$ como espessura máxima requerida. Os seguintes parâmetros foram fixados para se poder avaliar as variáveis subseqüentes:

- parâmetros fixados:

- . Material grademar
- . Tempo de mistura
- . Umidade (o possível)
- . Tempo de conformação

- variáveis:

- . Porcentagem de adições
- . Espessura da placa
- . Fator K

Antes porém, de entrarmos na análise dos resultados obtidos dos ensaios deveremos definir uma grandeza importante que aparece em todas as ordenadas das curvas apresentadas: é a "PERDA PORCENTUAL DE MASSA", que se apresenta matematicamente como segue:

$$x_p = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100 \text{ onde } M_i \equiv \text{massa inicial da placa.}$$

M_f $\equiv$ massa final da placa decorrido um certo tempo t , sendo que a massa inicial é obtida após a conformação das placas, na idade em que é possível o manuseio, e a massa final obtém-se no *instante* em que se deseja saber a perda de massa até aquela idade.

Primeiramente, analisaremos as placas fundidas em número de quatro na seguinte dimensão 600x300x12mm, que foram secadas NATURALMENTE a uma umidade média de 75%, nas proporções assinaladas e cujos fatores $K = \frac{M_{líquido}}{M_{sólido}}$ são, do gráfico nº 2 (ANEXO I).

- Curva a $\rightarrow K_a = 0,960$ g/g - Curva c $\rightarrow K_c = 0,880$ g/g

- Curva b $\rightarrow K_b = 0,920$ g/g - Curva d $\rightarrow K_d = 0,840$ g/g

A principal conclusão que se chega que o ponto característico desta curva é o de coordenadas P(4 dias, 40%)isso significa que poderemos obter placas de espessuras 12mm com perda de massa em torno de 40% em apenas 4 dias de exposição. É claro que num estoque de grande envergadura mister se faz um controle de umidade donde se conclui o uso necessário de ventiladores convenientemente dimensionados para evitar que haja saturação do ambiente.

No caso de placas com espessura mínima são suficientes apenas 4 dias, podendo por conseguinte essas placas serem encaminhadas, após o quarto dia, diretamente para a linha de acabamento sem necessidade de passá-las pela estufa com consequente economia de valores.

Em segundo lugar, fundiu-se placas com a máxima espessura, ou seja 600x300x30(mm) que também sofreu um processo de secagem NATURAL a uma umidade média de 70%, nas proporções assinaladas ao gráfico nº 4 e cujos fatores $K = \frac{M_{líquido}}{M_{sólido}}$ são:

(ANEXO 1)

curva a	→	$K_a = 0,957 \text{ g/g}$	curva d	→	$K_d = 0,837 \text{ g/g}$
curva b	→	$K_b = 0,913 \text{ g/g}$	curva e	→	$K_e = 1,015 \text{ g/g}$
curva c	→	$K_c = 0,873 \text{ g/g}$			

Dessas curvas se conclui que 8 dias de estocagem, no caso de produção 5000 m²/mês ou mesmo 4 dias para produzir-se 10.000 m²/mês, é um bom dimensionamento do ponto de vista de secagem para placas de espessura máxima, havendo proporção que praticamente atingiu o ponto aceitável de perda de massa sem sequer uso de estufa (curva e), proporções que apesar de serem satisfatórias tiveram resultados inferiores (curvas a e b) e proporções que não serão de uso conveniente, pois apesar de gastar em mais adições dispenderão mais tempo e energia na estufa para secagem implicando diretamente em maiores custos (curvas c e d). Sem dúvida a medida em que se aumenta a colocação de aditivos de pega e cimento, maior a resistência mecânica que se obtém das placas, mas o tempo de secagem também aumenta o ponto ótimo do quociente/adições/tempo de secagem só será possível obter adiante da linha piloto e "in loco", porém a filosofia está traçada.

3.3.2. Comportamento da Secagem em Estufa

Como visto as placas de menores espessuras dispensaram o uso de estufa pelo tempo de exposição ao relento, esta

a razão de ter-se feito apenas ensaio em estufa das placas de maiores espessuras ($e = 30\text{mm}$) mantendo-se as mesmas dimensões, proporções e condições das placas em secagem NATURAL. Para se perder o mesmo percentual de massa as diferenças de tempos de secagem na estufa em função da dosagem de cimento foram menos acentuadas que secagem natural, mas mantendo-se o mesmo comportamento: mais cimento mais tempo, porém, esse diferencial caiu bastante a ponto de se poder apresentar uma única reta (a de 10% em massa de cimento em relação a Grademar) sem incorrer em grandes erros. Foi o que fizemos e seus resultados são expostos no (ANEXO I) gráf. 5 de onde se depreende que até cerca de $X_p = 32\%$ obtém-se LINEARIDADE na secagem, ou seja temos aí um comportamento uniforme de perda de massa. Podemos então definir nessa faixa uma velocidade de secagem dada pela tangente positiva do ângulo α conforme figura. O valor obtido $\text{tg}\alpha = 5,4/h$ (perde 5,4% em massa em uma hora) nos fornece uma ordem de grandeza que permite uma comparação quantitativa para variadas proporções, sabemos que $\text{tg}\alpha$ deverá ser o maior possível, e nesta velocidade não foi registrado nenhum choque térmico que consequentemente produziria aparecimento de trincas nas placas.

Outra conclusão importante que se obtém é que velocidade de secagem é a máxima possível e se mantém uniforme desde o início do processo até um valor de $X_p = 32\%$, onde posteriormente essa velocidade vai decrescendo até ser assintota da reta ($y = X_o = 46\%$) isto é, em raciocínio físico, ser mais fácil retirar a água inicial dos miolos corta-fogo (até $X_p = 32\%$) do que retirá-lo no fim do processo.

Podemos observar neste gráfico que o ponto satisfaz

tório 42% só é atingido após 10 horas dentro da estufa se as placas fossem introduzidas para secagem imediatamente após sua conformação tendo cerca de 50% em peso de água, e nesse instante "PERDA PORCENTUAL DE MASSA" de 0%, que é o ponto de coordenada (0,0) do gráfico.

Pelas condições dos ensaios, pudemos avaliar o comportamento não só das placas como também o das próprias estufas utilizadas e percebeu-se nitidamente a importância de se exigir das que serão implantadas na fábrica piloto um dimensionamento bastante generoso no tocante a vazão de ar das mesmas, sendo que de preferência manter os ventiladores succionando o ar da estufa com objetivo de se obter uma pressão em seu interior menor que a externa. Quanto a temperatura de trabalho o valor da ordem de $70^{\circ}/80^{\circ}\text{C}$ é o suficiente para os objetivos propostos.

3.3.3. Associação de Curvas

Pelo que foi visto nos itens anteriores a análise das curvas apresentadas foi feita individualmente ressaltando suas conclusões, agora duas curvas particularmente, tem grande interesse para o processo. São elas nº 04 e nº 05 de secagem natural e secagem em estufa respectivamente e ambas com as mesmas dimensões (300x600x30mm) de placas.

Suponhamos agora, para efeito de exemplo, que se pretende produzir cerca de $500\text{m}^2/\text{mês}$ de placas corta-fogo, consequentemente o estoque intermediário deveria estar dimensionado a suportar 8 dias de permanência na secagem natural para

quaisquer espessuras de placas. Selecionando o tipo de placa a 10% cimento conforme mostra a curva b do gráfico 4 se entramos na abcissa no valor de 8 dias obteremos a ordenada de valor $X_{p1} = 36\%$. Com esse valor da perda percentual de massa podemos entrar então no gráfico nº 5 da secagem em estufa a qual nos levará para o ponto $t_1 = 7,4$ horas. Como o nosso objetivo é obter essa placa seca com $X_{p2} = 42\%$, a curva nos leva à correspondência de $t_2 = 10$ horas, fazendo-se a diferença $t_2 - t_1 = 2,6$ obtém-se o valor do tempo necessário de permanência das placas, após secagem natural, em estufa.

Resumindo, primeiro faz-se uma secagem natural das placas no estoque intermediário durante um certo período de tempo limitado por um máximo de oito dias, e obtém-se uma determinada perda de massa; logo em seguida leva-se à estufa que irá secá-las partindo da umidade residual X_p deixada pela secagem natural até a umidade final tolerada pelo processo. Esse procedimento é absolutamente geral, podendo-se prever o comportamento das placas secando-as naturalmente em primeiro lugar sob quaisquer período de tempo que se julgar necessário, e em seguida complementar a secagem em estufa.

4. FLUXOGRAMA

O fluxograma ilustra o processo (ver fig. nº 4.1).

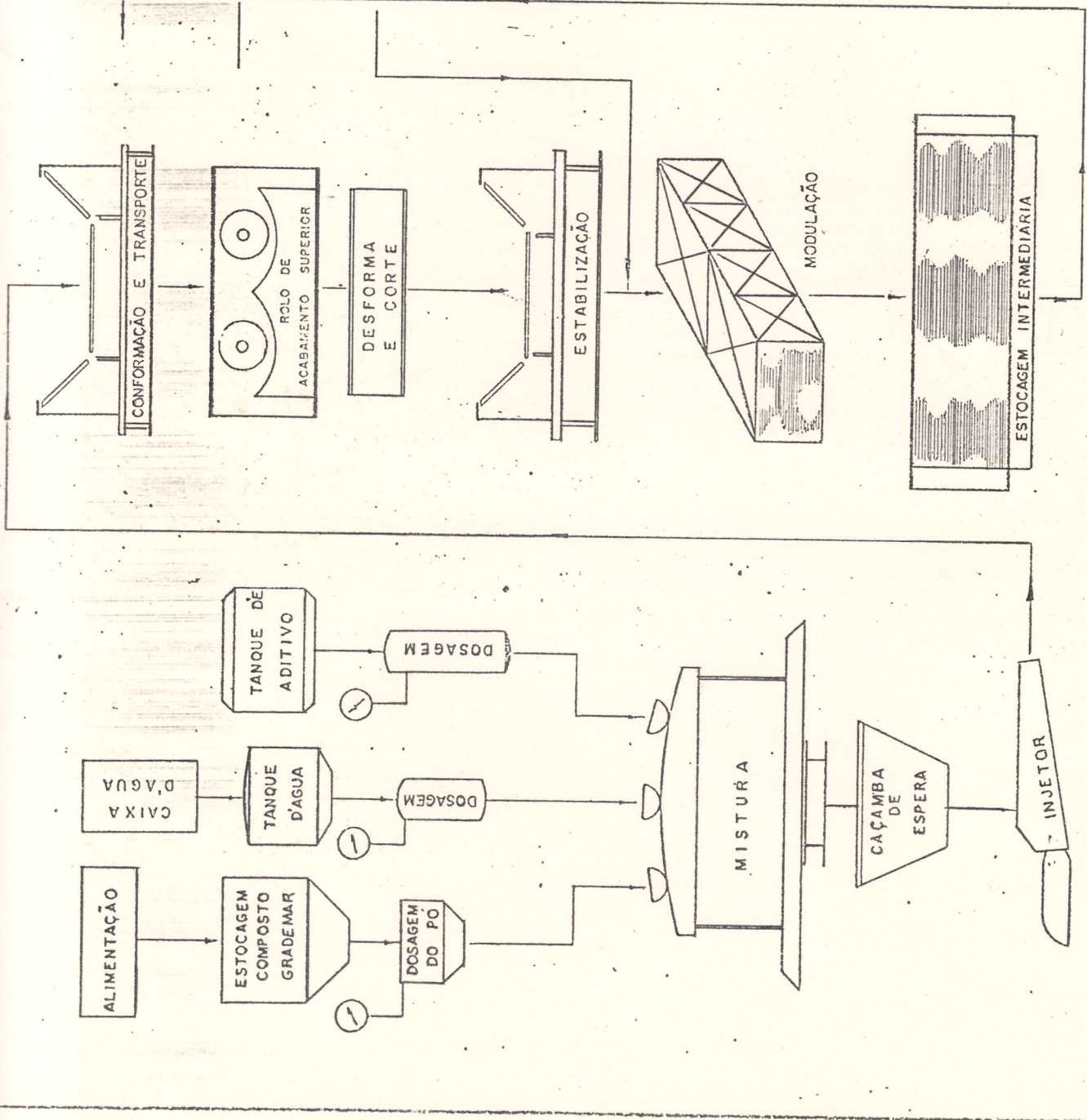


fig 4.1

5. EQUIPAMENTOS

5.1. Introdução

Galgados nos conhecimentos adquiridos do composto utilizado na confecção de miolo corta-fogo temos então, informações suficientes para dimensionamento da linha de equipamentos.

5.2. Descrição

Sequencialmente seguiremos a descrição cronológica feita pelo "LAY-OUT" N° Grad 002/05 cuja cópia segue anexo. Para lelamente justificaremos a seleção do tipo de equipamento usado.

5.2.1. Transporte do composto grademar para o silo de armazenamento (01)

Deverá ser utilizado para abastecimento dos silos um (01) elevador de canecas de capacidade $Q = 10 \text{ t/h}$; com moega de carga; altura aproximada $H \approx 11\text{m}$, constituído de corpos padronizados; plataforma superior de trabalho com escada de acesso tipo marinho; deverá ser motorizado com acionamento por motor elétrico, trifásico e redutor de velocidade.

Não é aconselhável o uso de carregamento pneumático devido à tendência de segregação de componentes do composto.

5.2.2. Válvula desviadora de duas saídas (01)

Essa válvula deverá ser acoplada ao elevador de cane

cas na saída, e fará a transferência do composto do elevador para os dois silos de armazenagem. É dotada de um flange em sua parte superior para conexão em boca de descarga do elevador de canecas, e a parte inferior da válvula será conectada nos dois silos.

A inclinação dessa válvula com a horizontal deverá situar no valor de 60° para evitar que haja acúmulo e consequentemente estrangulamento da passagem de adução.

O acionamento da válvula para alimentar um ou outro silo deverá ser feita eletropneumaticamente através de cilindro pneumático e válvula solenóide comandada a distância.

5.2.3. Silos de Armazenamento (02)

O silo deverá ser em aço, cilíndrico, de altura a proximada $H \approx 10m$, com volume nominal de $25m^3$ cada um, fazendo parte integrante do mesmo, os seguintes equipamentos:

- escada externa de acesso ao topo do silo,
- patamar superior de operação com respectivo corrimão
- porta de inspeção - respiro no teto
- filtros anti-poluição
- fundo vibratório ou descarregador de silos que deverá ser colocado sob o cone inferior do silo, suspenso por elementos e lâsticos preso ao cone fixo, com vibradores eletromecânicos proporcionando movimento vibratório horizontal com objetivo de forçar o fluxo constante a descida do material.
- válvula manual, podendo ser do tipo gaveta ou borboleta, em caso de manutenção, e instalada na parte inferior do descar

regador de silos.

- indicadores de nível máximo e mínimo. Indicarã, através de um sinal emitido e acendendo uma lâmpada piloto no painel, quando o silo está com a sua carga em nível máximo ou mínimo.

5.2.4. Transporte do composto Grademar entre silo de armazenamento e sistema de dosagem (02)

Deverã ser usado para transporte do material do silo à balança para pesagem, roscas helicoidais com capacidade mínima de $Q > 4 \text{ tf/h}$ a uma inclinação aproximadamente de 30° , medindo 200 mm de diâmetro e comprimento em torno dos 7,0m entre bocas de carga e descarga. O acionamento deverã ser elétrico por meio de moto-redutor.

5.2.5. Reservatório de água (01)

O reservatório de água terá a função de suprir o dosador com água, por gravidade para as misturas de material, bem como deverã estar apto a dar vazão adequada quando de uma lavagem de emergência do conjunto composto pelo misturador e injetor. Serã um reservatório metálico, com capacidade nominal de 3.000 litros a ser montado sobre a estrutura suporte da central de dosagem e mistura. Esse tanque deverã ser provido dos seguintes elementos:

- | | |
|---|--|
| - conexão de entrada/saída | - válvulas de controle |
| - sistema automático de controle de nível | - boca de inspeção com 300 mm de diâmetro (pelo menos) |

5.2.6. Dosador de aditivos

A dosagem de aditivos pode ser feita basicamente por *dosagem volumétrica*.

O sistema de dosagem volumétrica, é a mais indicada, não só pela precisão que é satisfatória, como também pela pouca manutenção que exige e de custo bastante inferior a balança. O único inconveniente seria o correlacionamento entre volume e massa (pois a dosagem é feita em massa) do aditivo que é feita por intermédio da densidade do líquido que é perfeitamente conhecida.

É de fácil aquisição no mercado, dosadores de aditivos por gravidade, que nada mais é que um tubo de plástico graduado dotado de válvulas e um embolo que percorre o interior do cilindro demarcando o volume requerido. Normalmente são disponíveis dosadores de 1500 cm³ de acionamento manual. Sua instalação poderá ser feita na própria cabine de comando da linha e comandada pelo operador sendo então feita uma pequena adaptação de transporte pneumático do líquido dosado ao misturador ou dosador de água.

5.2.7. Balança dosadora para o composto Grademar

Deverá estar apta a pesar o pó GRADEMAR na faixa de operação regulável de 20 à 100 kg, cujo mostrador tipo relógio, é possuidor de graduação milesimal. A caçamba da balança deverá ser completada com a introdução de um tubo de respiro e uma válvula em sua boca de descarga comandada pneumaticamente

a distância e acusado cheio-vazio por fins de curso (micro-switch) estrategicamente colocados. O uso de vibradores no auxílio da descarga não é vetado mas não o recomendamos devido a alteração que causa nos componentes mecânicos da balança e também poderá, eventualmente estimular a segregação do composto GRADEMAR, o que é contra indicado.

5.2.8. Balança dosadora para água

Capacidade a pesar até 100 kg de água, isso equivalente a uma caçamba de volume útil mínimo de 100ℓ, possuidor de um mostrador tipo relógio com graduação milesimal. Essa balança deverá receber água do reservatório de 3000ℓ sendo a caçamba da mesma dotada de duas válvulas esféricas ou equivalentes acionadas por pistões pneumáticos comandados a distância por válvulas solenóides. Deverá, ainda compor o sistema, fins de curso no sentido de se ter controle aberto-fechado da caçamba.

5.2.9. Misturador

O processo de fabricação, devido às características peculiares do material, deverá ser efetuada de maneira contínua no que tange à conformação das placas corta-fogo. Evidentemente o misturador atua em ciclos e a continuidade do processo é garantida associando-se ao misturador uma câmara intermediária de espera que será descrita mais adiante.

O tipo de mistura e consequentemente a qualidade da mistura influi diretamente na performance do produto final. O sistema que mais adequou-se ao material é o chamado "contra-corrente" que não apresentou o problema típico de empelotamen

to da mistura que comprometeria no tocante a sua homogeneização. Outro aspecto favorável desse tipo de misturador é a sua capacidade e maneira de descarga que é feita em sua base com excelentes resultados.

De acôrdo com o dimensionamento feito em função da produção requerida a capacidade do misturador deverá estar de limitada entre a máxima de 90 litros e a mínima de 40 litros.

Como fruto dos testes desenvolvimentos no IPT/DINAV o valor máximo de mistura de 1.5 minutos é perfeitamente com patível com os objetivos, e computados a partir do lançamento da água sobre o material em pó já depositado no interior do misturador até a descarga da mistura.

Aconselhamos que um sistema de lavagem de emergên cia deverá ser locado ao conjunto misturador, câmara e injetor.

5.2.10. Câmara de recepção

A finalidade desta câmara é manter alimentação cons tante ao injetor uma vez que a mistura é efetuada em ciclo, com a introdução de uma câmara intermediária e com o sincronismo de operações obtém-se um processo de alimentação contínuo so bre a esteira de conformação.

Esta câmara deverá ser confeccionada em aço - carbo no 1010/1020 e terá uma capacidade de ordem de 200ℓ e possuirá em sua parte inferior uma válvula de abertura regulável para controle de fluxo de materiais.

O ângulo de escoamento de material dessa caçamba não deverá ser inferior a 60° para se evitar que o mesmo fique em parte, aderido à chapa e não escoe.

Esta câmara será ligada ao injetor, e poderá ser provocada de vibrações que auxiliarão o escoamento da mistura para o injetor. Deverá estar dotada de um sistema de lavagem de emergência, constando de um "chuveiro" instalado ao redor de toda a borda superior da câmara o qual será acionado quando da necessidade de lavagem do sistema misturador-câmara-injetor.

5.2.11. Injetor

Sua função é a de distribuir o material, já homogeneizado pelo misturador, sobre a esteira de conformação das placas. É um elemento vital na linha de produção e a dificuldade de sua concepção decorre somente da variação de propriedades físicas do material a ser injetado, durante a operação de injeção sobre a esteira de conformação. A sua capacidade máxima de alimentação deverá ser de ordem de 3,5 ton/hora.

Este injetor deverá estar provido em sua parte inferior de um sistema de extração de emergência para lavagem total do conjunto misturador caçamba.

5.2.12. Estrutura suporte

Confeccionada em perfilador "U" e "I", cantoneiras e chapas deverá ter capacidade de suportar os seguintes equipamentos:

- tanque d'água para 3000ℓ
- balança para composto GRADEMAR
- balança para água
- fornecer apoio para rosca helicoidal
- misturador contra-corrente
- caçamba de espera (câmara de recepção)
- injetor
- acessórios (válvulas, tubulações, escada, etc).

Todo contraventamento possível deverá ser feito nos diversos patamares da estrutura com objetivo de lhe dar maior estabilidade e menor peso.

5.2.13. Esteira plana I (conformação)

Todo material homogeneizado é injetado na esteira plana I que se comporta como uma base de apoio para a conformação das placas. Adotado o processo de transporte sem apoio inferior por roletes e sim por apoios para a correia em chapas de aço com objetivo de se obter uma superfície da esteira e consequentemente das placas bastante uniforme, evitando possíveis trincas dos elementos conformados, necessitou-se então de uma correia plana, sem curvas e sem ondulação em sua superfície, cuja largura útil deverá ser igual a 1,23m.

Essa esteira de conformação possui para apoio lateral da correia, um sistema vertical fixo, que existirá desde o ponto de injeção até o ponto de desforma quando tem-se então o desprendimento lateral da correia. Na região de aplicação do rolo superior o apoio lateral, e as placas de aço inferior,

deverão ser substituídos por roletes, para minimizar o efeito do atrito no processo.

A velocidade da correia foi calculada e obtido o valor de 1,2m/min. evidentemente dever-se-á fazer um ajuste fino desse valor durante a operação da linha piloto.

Quanto ao comprimento útil atingido por esta esteira plana I ficou por volta de $L=8,0$ metros como resultado dos ensaios de tempo de conformação, desforma e corte dos miolos corta-fogo. A carga atuante sobre a correia não deverá ultrapassar a 50 kgf/m. Sua altura em relação ao piso foi fixada em 1,4m em função dos equipamentos constituintes da linha.

5.2.14. Apar

O material uma vez injetado sobre correia transportadora deverá sofrer um processo de nivelamento preliminar, há de se frizar que o bico injetor tem a função de espalhar sobre a esteira em toda a sua largura, uma lâmina de material na espessura mais próxima possível da requerida pela linha de produção, este nivelamento preliminar visa corrigir alguma falha que porventura tenha ocorrido na injeção, a necessidade deste dispositivo ficará evidente quando da operação da linha piloto. Sua posição será 0,5 minuto após a injeção do material sobre a esteira.

5.2.15. Conj para acabamento superior

O acabamento superior dos painéis bem como o formato e espessuras requeridas serão obtidos através do rolo cilín

drico com diâmetro de aproximadamente 1,0m. Este rolo gira a acompanhando o movimento da esteira depositando sobre o mate rial, um filme de papel, que tem por finalidade principal dar condições de operação a este processo. Na aplicação do papel sobre a mistura foram feitos diversos ensaios no IPT para se tentar obter uma colagem do mesmo, ao material; chegou-se a re sultados positivos quanto à colagem. É interessante lembrar que o papel incorporado às faces do produto aumentaria bastan te sua resistência estrutural. Apesar do papel não se incorpo rar ao produto, nesta fase ele é necessário para a operação so bre o material e este papel acompanha o produto durante todo o transporte devendo ser retirado quando estiver em condições para tal. Este papel já utilizado e retirado da placa poderá ser reaproveitado como elemento intermediário entre painéis na fase de embalagem do produto final.

Ensaaios feitos com a argamassa padrão nos levaram ao posicionamento do sistema ao longo da linha de produção (vide Des. Grad. 002/02). (ANEXO II).

A velocidade tangencial deste Rolo de conformação deverá ser de 1,2m/min. compatibilizando-se com a velocidade da linha.

O curso vertical do Rolo deverá se situar na faixa 10-40mm abrangendo as diversas espessuras requeridas.

O tipo de papel para uso no processo deverá ser bas tante poroso e resistente na condição úmida e deverá atender as dimensões requeridas do processo.

5.2.16. Guilhotina

A função deste equipamento na linha é efetuar o corte do material que está sendo alimentado de forma contínua, em comprimentos variados e pré-fixados satisfazendo os valores impostos como requisitos de projeto. O controle desses comprimentos deverá ser feito por intermédio de fins de curso que através de circuito pneumático acionarão a guilhotina.

Esta guilhotina deverá estar provida, em suas mesas de apoio, de furos por onde será insuflado ar comprimido criando-se com isto uma redução no atrito de escorregamento de material sobre estas superfícies sem causar portanto, sobrecarga no mecanismo de acionamento da esteira.

5.2.17. Esteira Plana II

Esta esteira deverá ser locada imediatamente após a guilhotina de corte dos painéis e deverá ter seu comprimento estendido até o transportador de roletes que separa a esteira plana II da esteira de defasagem. Deverá, sobre ela ser verificados os seguintes valores: um *controle automático de corte* da guilhotina comandado por fins de curso e pneumaticamente ; obtenção pelo tempo exposto e característica de argamassa, de uma *certa rigidez estrutural* do painel para que o mesmo possua condições de sofrer as operações mecânicas impostas pela esteira defasadora e módulos de estocagem; tendo ao fim da esteira a possibilidade de se prever um pré-controle de qualidade e finalmente quaisquer retoques iniciais poderão ser feitos com grande facilidade estando as placas ainda úmidas.

A velocidade dessa esteira e altura deverão ser a mesma que a velocidade e altura da Esteira plana I, isto é, $v = 1,2 \text{ m/min}$. e $H = 1,4 \text{ m}$ respectivamente e a largura da correia deverá atender a largura padrão dos painéis ou seja $L \approx 1,23 \text{ m}$, devendo ser a mesma lisa. Seu comprimento é função direta das qualidades do material e taxa de produção, e de acordo com as pesquisas feitas pelo IPT/DINAV quanto à primeira variável, o comprimento se situou da ordem de 6,0 metros.

5.2.18. Esteira defasadora

Fazem parte deste conjunto além da própria esteira defasadora, os roletes loucos que a antecedem e os roletes frenadores que a sucedem.

Este conjunto é composto basicamente de:

- Estrutura de suporte em chapas e perfis de aço ABNT 1020
- Roletes loucos montados sobre rolamentos
- Os roletes deverão possuir uma cobertura de borracha
- Dispositivos frenadores dos roletes no trecho de frenagem
- Tambores para apoio da correia movimento
- Esticador de correia
- Correia plana
- Variador de velocidade Ringcone (1,0 HP) (as transmissões de força se efetuarão através de corrente).

Os painéis depois de cortados e endurecidos deverão ser estocados em módulos de estocagem. A colocação dos painéis nesses módulos exige uma certa defasagem de tempo entre os painéis para que haja possibilidade física de colocação nas va

rias gavetas do mesmo. Para cumprir este objetivo foi introduzida uma esteira com uma faixa de velocidade de operação de 10 a 30m/min em função dos comprimentos de painel. Devido ao fato de a placa não poder ficar simultaneamente em 2 esteiras com velocidades diferentes em sua fase de transição, houve a necessidade da introdução dos roletes livres entre a esteira plana II e a esteira de defasagem.

O comprimento total do conjunto é de 9,0 metros, valor tomado para projeto principalmente levando-se em conta fatores dimensionais dos painéis. A tabela abaixo indica as velocidades da esteira e tempo de defasagem impostas em função do comprimento dos painéis.

Compr. das placas (mm)	Velocidade est. Defasadora		tempo
	min. (m/min)	máximo	médio (seg)
615	25	30	24
1230	18	32	52
2460	10	15	108

5.2.19. Módulos de estocagem

Os módulos de estocagem são elementos construídos em perfilados de aço devidamente contraventados, dotados de rodízios em sua base para translação sobre trilhos e roletes para deslocamento das placas verdes (úmidas) em suas doze gavetas horizontais e cujas dimensões são 1500x1100x2700 mm. Es

ses módulos são totalmente abertos no sentido de se facilitar a circulação de ar na retirada de umidade.

O seu peso está estimado da ordem de 300 kgf para a estrutura e 170 kgf para os roletes pertencentes as gavetas, cujas quantidades (60) permite uma média entre apoio (vide croquis 7.2.D15.b na pag. 31) de 675 mm valor este considerado satisfatório desde que se utiliza das correias laterais que servirão de apoio contínuo para as placas. Evidentemente deveremos ter um esticador que permita a correia trabalhar sempre, bastando para isso dar possibilidade que os roletes extremos e de mesma linha tenham movimento horizontal.

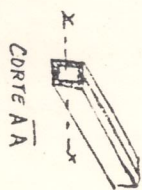
Em sua parte inferior existem dois apoios em perfilados "U" para permitir a atuação da empilhadeira.

Os módulos deverão ser tratados com borracha clorada, ou epoxi, e então pintados, a fim de evitar problemas de corrosão.

5.2.20. Posicionamento dos módulos de estocagem

Os módulos vazios são colocados sobre uma plataforma elevadora, exatamente no fim da linha principal da produção.

A medida que uma placa entra no módulo, a plataforma sofre um deslocamento vertical para cima ou por baixo, posicionando a próxima gaveta fazendo com que a transferência de placa da linha para o módulo, se faça sempre num mesmo plano.



medidas em mm.

CROQUIS : 7.2.D.15.6

Um módulo estará completamente carregado depois de 20 a 23 minutos.

A troca entre um módulo cheio e um vazio deverá ser feita em apenas 20 seg. para que não haja interrupção na linha de produção, no pior caso.

Para que isso ocorra, na plataforma elevadora cabem 2 módulos dispostos em paralelo. No instante da carga da última placa num módulo, a empilhadeira está posicionada para erguer o módulo carregado, e abrir espaço para o módulo vazio.

O módulo vazio se encaixa na posição exata da carga da primeira placa, seja esta a primeira de baixo ou de cima. Os dois módulos que se encontram sobre a plataforma sofrem o mesmo movimento vertical.

5.2.21. Empilhadeira

A empilhadeira deverá ter capacidade de 3000 kgf e montante de 3200 mm.

Serviços:

- a) tirar módulo carregado da linha principal
- b) levar o módulo de secagem carregado para o estoque
- c) levar módulos carregados da estufa, para setor de acabamento
- d) levar módulos vazios do setor de acabamento para a linha de produção
- e) esporadicamente, colocar bobina de papel, no aplicador

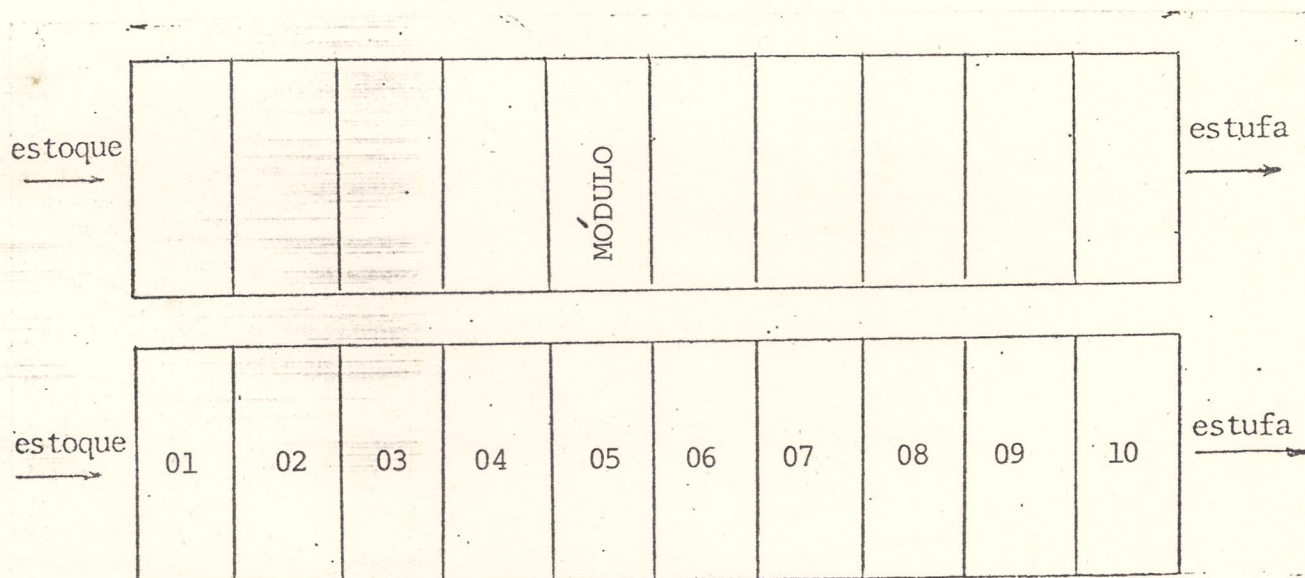
de papel

f) levar módulos carregados do estoque para a estufa

A empilhadeira é um elemento de grande utilidade podendo seu uso ser estendido a outros setores da fábrica quando for possível e necessário, como por exemplo na expedição, recebimento etc.

5.2.22. Movimentação dos módulos no estoque

O fluxo de módulos no estoque, para satisfazer a condição de que o módulo com residência de 4 dias esteja na posição de entrada na estufa, deve ser constante. Para que isso ocorra, os módulos deverão ser tracionados, deslizando sobre trilhos, ou seja, a cada carga da estufa, todo estoque sofre um deslocamento horizontal para frente; com isso abre uma nova vaga para um módulo recém carregado:



A tração dos módulos estocados poderá ser feita manualmente através de um "tirfor", ou por gravidade num plano le

vemente inclinado, ou ligado aos módulos por meio de um cabo de aço, ou qualquer outro meio simples e barato. Não existirá um sistema de frenagem, sendo que a parada dos módulos poderá ser feito por um ou mais "STOPS" de borracha estrategicamente colocados.

5.2.23. Sistema de ventilação na pré-secagem

O sistema de ventilação envolve uma circulação e distribuição de ar homogênea na área de pré-secagem, de cima para baixo e uma condensação de ar saturado, fazendo com que o condensado seja arrastado pelas tubulações de exaustão. (Ver LAY-OUT Grad 002/5 ANEXO II):

Embora o sistema de ventilação descrito acima ser dimensionado para atender a secagem das placas sob quaisquer condições, haverá entre a área de pré-secagem e o telhado translúcido um fôrro falso, com a superfície superior negra que integra um sistema de armazenar energia solar na forma de calor capaz de fornecer em dias ensolarados uma energia adicional ao sistema de pré-secagem, melhorando o seu rendimento térmico e consequentemente, um menor custo de operação.

5.2.24. Estufa

O processamento das placas Grademar envolve uma operação de secagem, onde a redução total de massa é de 0 para a 42/44%. As placas perdem da ordem de 32% na pré-secagem, e os 10 ou 12% restantes deverão ser retirados na estufa.

A estufa tem dimensões capaz de alojar 4 módulos, per

fazendo um total de 48 placas, que secarão em 6 horas aproximadamente, (ver croquis 5.2.24 pág.). O ar será insuflado na estufa, movimentado por ventiladores centrífugos; com diâmetro dos rotores da ordem de 500mm, girando a 1750 rpm. A vazão, a "priori" é de $252 \text{ m}^3/\text{min}$ e consome uma potência de 7,5 CV por sistema de ventilação.

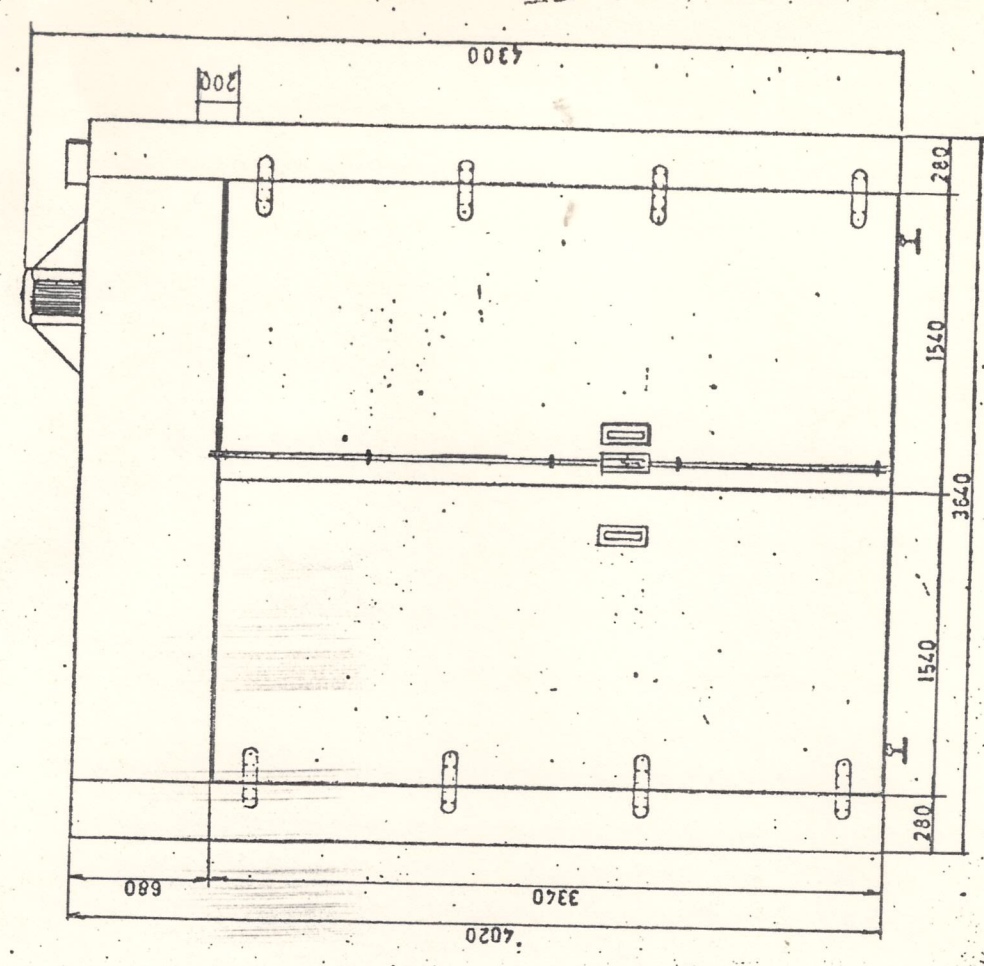
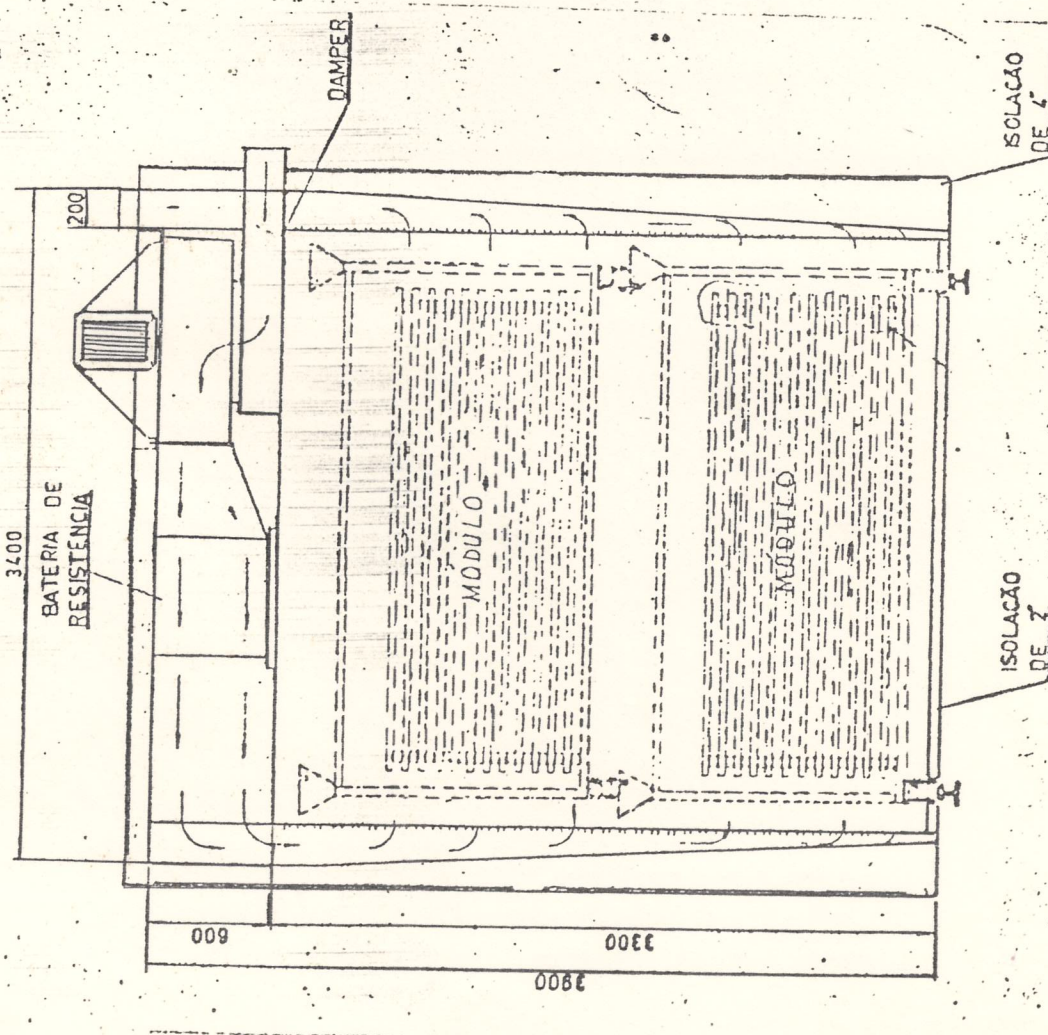
A potência total instalada ao sistema de aquecimento, é de 208 KW. O controle de temperatura e demanda de potência será controlado por meio de painéis elétricos, havendo portanto flexibilidade no tempo de residência das placas na estufa.

5.2.25. Movimentação dos módulos vazios

O único circuito de módulos vazios se encontra do início da linha de acabamento para o fim da linha de produção, onde se acha a plataforma elevadora.

Este transporte será feito pela empilhadeira, e percorrerá o trajeto nº 4 do Lay-out de produção.

Na plataforma elevadora, os módulos vazios serão posicionados por um guindaste que gira numa faixa de 200° e atua verticalmente de zero a 3 metros. (Ver "Lay-out" de produção DES. Nº GRAD 002/05) ANEXO II.



ESTUFA PARA SECAGEM DE PLACAS

CROQUIS Nº 52.24

6. CONCLUSÃO

Vários aspectos são altamente relevantes pelo que foi exposto neste trabalho. O primeiro diz respeito ao material que se utilizou nas pesquisas e dimensionamento dos equipamentos: o GRADE MAR. Esse material necessita de constante aprimoramento visando a dequã-lo ao máximo à linha de produção projetada, para isso dever-se-á desenvolver um extenso programa de pesquisa após a implantação da linha piloto, com relação ao composto, procurando se obter um material que possua excelentes propriedades corta-fogo, enquadre - se nas normas vigentes e que tenha boa resistência mecânica tanto a ver de como após ter passado pelos processos de secagem.

O segundo aspecto se refere à capacidade de estimativa que se pode fazer quanto aos parâmetros: secagem natural e em estufa, através das curvas obtidas em laboratório, conseqüentemente, podendo-se estimar facilmente a área envolvida no sistema de pré-secagem.

A área de estocagem de pré-secagem está dimensionada para 4 dias. Dos gráficos apresentados nº 4 e nº 5 (ANEXO I) facilmente se faz uma estimativa de comportamento nessa produção. secagem natural, 4 dias e curva b $\rightarrow X_p = 25\%$, secagem em estufa com $X_p = 25\%$ $\rightarrow t_1 = 4,5$ horas. Serão necessários ainda $t_2 = 5,5$ horas a mais para se atingir as 10 horas necessárias ou $x_p = 42\%$.

Finalmente, chamamos a atenção de uma vantagem que poderá ser lançada mão em função da demanda de mercado que é a IMPLANTAÇÃO GRADATIVA dos equipamentos: módulos de transferência, estufas e silos.

Não foram considerados nestes estudos, as implicações de infra-estrutura tais como: terraplenagem, rede de águas pluviais e esgoto, rede elétrica externa.

7. ADENDOS

7.1. Arranjos

7.1.1. Mecânico Geral

Na locação dos equipamentos e áreas para circulação e estocagem, foram observadas facilidades para implantação, manutenção, funcionalidade, custos e melhor aproveitamento do galpão industrial.

No Desenho Grad 002/05, é facilmente observada a não existência do cruzamento no setor de produção.

7.1.2. Arquitetônico

7.1.2.1. Introdução

O projeto de arquitetura decorre diretamente da solução proposta da linha de produção, da qual se serve como premissa básica, para implantação do conjunto de obras civis no terreno.

Foram determinantes do partido adotado os seguintes parâmetros:

- a) Posição estratégica do galpão industrial como espaço vital e gerador de todas atividades afins.
- b) Instalações de apoio bem dimensionadas e atendendo as necessidades

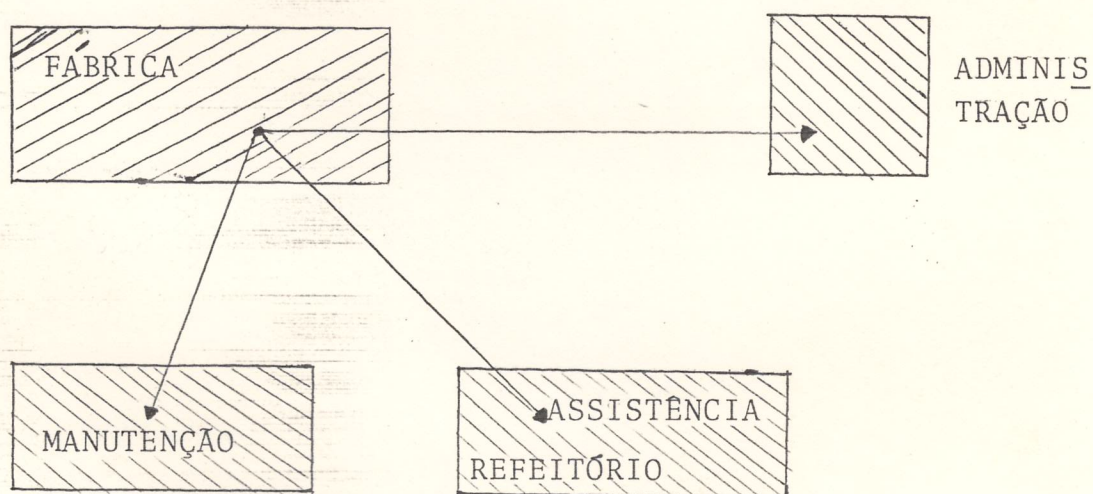
cessidades funcionais básicas.

c) Circulações e interligações eficientes com mínimo de cruzamento e zonas de conflito.

d) Clara definição de acessos com vias internas de mão única, pátios de manobras e estacionamentos exteriores às atividades internas.

7.1.2.2. Programa

O plano geral compreende quatro setores de atividades claramente definidas, tendo como polo centralizador o setor de produção (a fábrica propriamente dita).



A programação está assim discriminada:

SETOR 1 - PRODUÇÃO

- Linha de produção
- Linha de acabamento

- Área de pré-secagem
- Estufa
- Área de estocagem produto acabado
- Área de embalagem
- Controle de equipamentos
- Controle de produto acabado
- Sanitários
- Laboratório físico-químico
- Engenharia de Produção

SETOR 2 - SUPORTE ADMINISTRATIVO

- Secretaria geral
- Contabilidade
- Depto. Pessoal
- Finanças
- Vendas
- Projetos
- Diretoria
- Reuniões
- Sanitários e Copa

SETOR 3 - SETOR ASSISTENCIAL

- Enfermaria
- Gabinete médico-dentário
- Recrutamento e Seleção
- Refeitório e cozinha
- Sanitários e vestiários

OBS:

Para dimensionamento dos vestiários quanto ao número de bacias, lavatórios, chuveiros e armários, foram consultadas normas específicas tais como código de edificações de São Paulo e normas estaduais de engenharia sanitária.

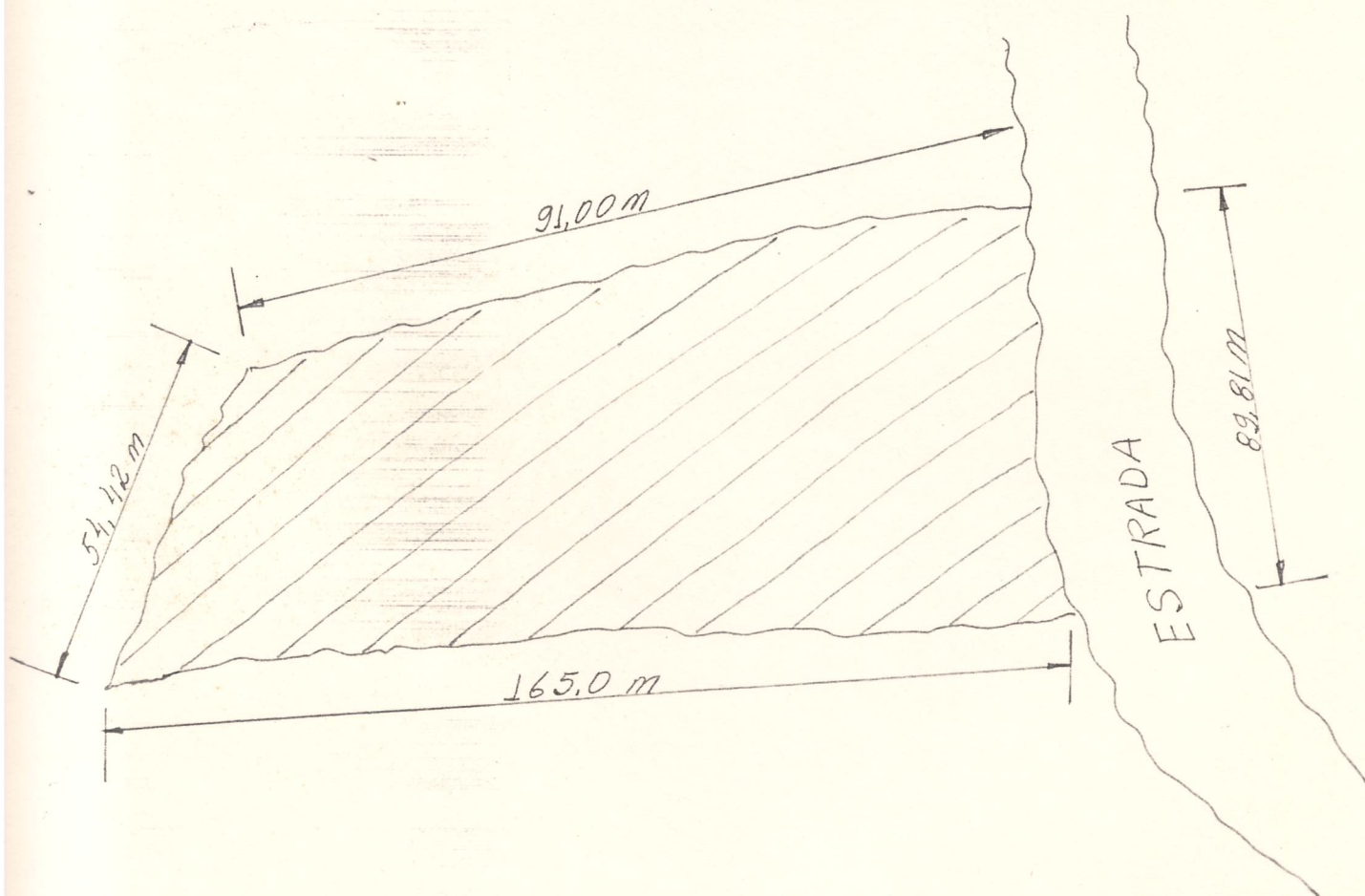
SETOR 4 - SUPORTE DE MANUTENÇÃO

- Almoxarifado de reposição de peças

- Oficina
- Marcenaria
- Manutenção em geral corpo de engenharia

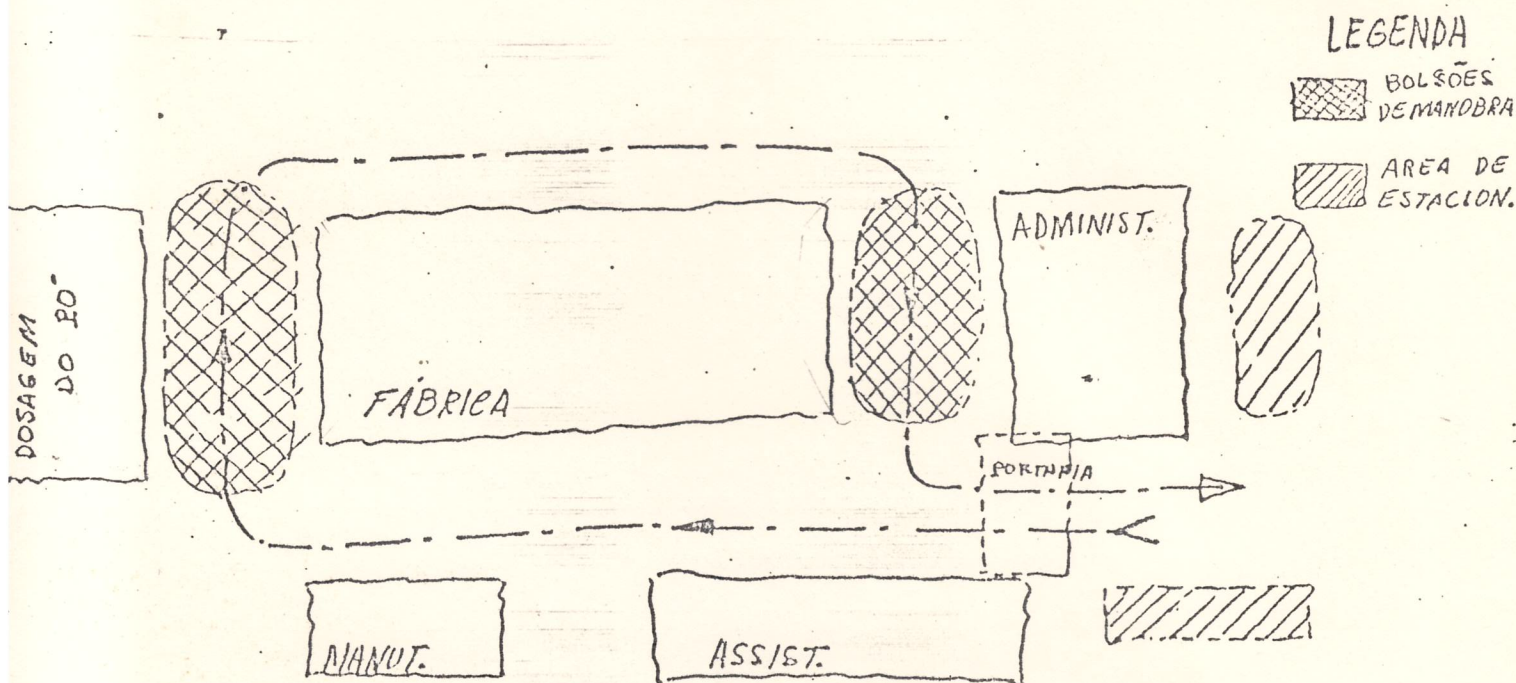
7.1.2.3. Implantação no Terreno

Várias propostas de implantação foram desenvolvidas ao longo dos estudos, sempre em função dos levantamentos plani-altimétricos fornecidos. Basicamente o terreno está disposto em forma de um quadrilátero irregular, tendo o seu nível um decrêscimo de aproximadamente um metro em relação a parte dianteira do mesmo. O esquema ilustra melhor:



7.1.2.4. Circulação

Um dos fortes condicionantes da implantação a fluidez de circulação:- fácil vazão de veículos para entrada de matéria prima e saída de produto acabado. Para conseguir este objetivo, foi concebido um sistema de circulação perimetral permitindo, acesso a todos setores da fábrica e instalações de apoio, através de um trânsito de mão única e bolsões de manobra.



Para melhor disciplina de circulação foi proposto, por outro lado, um sistema de estacionamento de veículos de visitantes do lado externo à área de produção.

7.1.2.5. Orientação

A fábrica fica implantada num eixo paralelo ao la do maior da poligonal irregular do terreno, o que significa que a orientação da fábrica, no sentido longitudinal, situa

no eixo norte-sul. (ver des. GRAD. 002/01, anexo II).

As aberturas laterais estão voltadas para leste e oeste permitindo insolação de manhã e de tarde, devendo ser estudado possíveis proteções de excesso de radiação solar.

Merece menção especial criação de área de secagem natural na fábrica, o que será possível através de uma zona de cobertura com elementos translúcidos (placas Elvic da PVC ou similar), propício na orientação adotada.

7.1.2.6. Áreas

As dimensões do terreno obrigou a uma ocupação densa do mesmo.

Assim, num terreno de 8.595,55 m², para atender as exigências do programa, foram necessários 2.930 m² de construção, o que corresponde a taxa de 34%, conforme demonstração que se segue:

Galpão industrial -----	1.892m ²
Administração -----	414m ²
Refeitórios, Vestiários, etc. -----	384m ²
Manutenção -----	240m ²
TOTAL -----	2.930m ²

7.1.2.7. Considerações Finais

É finalidade deste capítulo apresentar estudos de implantação civil da fábrica.