

**MOINHOS DE ROLOS
MODELOS
MM1250 – MM1000
MM750 – MM550 – MM350**

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

PROJETO: MOINHO DE ROLO

**TÉCNICO RESPONSÁVEL: João Luís Mendo Trigo Chichorro Rodrigues.
Phd. Engenharia Agrícola e Ambiência
CREA / NACIONAL: 1404462333**



MILHO SA

End. Av. Marginal Presidente Kennedy, 900 – Boxe 16 – Br. Estádio

Cep. 13.501-500 - Rio Claro – SP

Fones (0055) (19) 3533.1928 ou 98154.9030

www.milhosa.com

01. INTRODUÇÃO AO ASSUNTO - PROCESSAMENTO DE GRÃOS

A **MILHO SA** é uma empresa que vem aprofundando os estudos necessários para o desenvolvimento especializado para a fabricação de equipamentos voltados ao processamento de Grãos destinados a alimentação de bovinos confinados. De maneira geral, grãos de cereais, em especial o milho, representam a principal fonte de energia em dietas de bovinos de corte terminados em confinamento, e o sorgo vem em segundo lugar seguido do Milheto. A produção brasileira de grãos tem crescido de forma expressiva nos últimos 20 anos, devido ao aumento da área plantada e da produtividade, com a aplicação de tecnologia de ponta.

Com o crescimento expressivo da safra nacional de grãos, nos últimos anos, o aumento do número de animais sendo terminados em confinamento e o surgimento de confinamentos de grande porte, vem aumentando o interesse e a viabilidade de inclusão de inclusões, cada vez maiores de grãos nas dietas de bovinos confinados em terminação no Brasil.

Quando os grãos apresentam preços vantajosos, dietas de alto concentrado tornam-se viáveis economicamente, pois propiciam ganho de peso mais rápido, melhor conversão alimentar, carcaças com melhor acabamento e maior rendimento e menores custos operacionais no confinamento, tornando a atividade mais rentável.

Nas atuais estruturas de confinamento de Bois e unidades de produção, a principal forma de processamento de grãos de cereais é a moagem. A utilização de grãos de alta umidade ainda é bastante restrita enquanto que a floculação não é utilizada no país. A moagem normalmente é suficiente para aumentar a disponibilidade do amido dos grãos de cereais a valores que proporcionem desempenho satisfatório em confinamento, mas a silagem de grãos úmidos e a floculação, via de regra, são mais eficientes em aumentar a disponibilidade da energia dos grãos. Nos últimos anos tem crescido no país a utilização de silagem de grãos úmidos de milho.

Os dados de pesquisas recentes mostram de forma consistente o efeito benéfico desta forma de processamento em comparação à moagem ou laminação seca. O processamento mais utilizado nos confinamentos brasileiros para grãos de cereais é a moagem a seco.

A moagem, teoricamente, é vantajosa, pois resulta em maior superfície específica dos grãos e em maior rompimento da matriz protéica que envolve os grânulos de amido, favorecendo a digestibilidade do amido (**Digestibilidade** - é o coeficiente de absorção de um nutriente, sendo em geral expresso como porcentagem do que foi retido em relação ao que foi ingerido).

O amido representa 60 a 70% da maioria dos grãos de cereais, portanto, maximizar o uso deste nutriente é fundamental para se obter alta eficiência alimentar dos animais confinados. O melhor desempenho animal com grãos processados adequadamente se deve à maior disponibilidade de energia para o bovino. A digestibilidade do amido é afetada por vários fatores, principalmente tipo de grão de cereal, teor de amilopectina e de amilose, camada externa do grânulo, presença de uma matriz protéica revestindo o grânulo de amido e método de processamento do grão. O método de processamento é selecionado de modo que se tenha um aumento de digestibilidade e aceitabilidade do grão, economicamente viável, sem causar disfunções digestivas.

02. AS TECNOLOGIAS “PROCESS MILLING” DA MILHO SA

Atualmente, os sistemas de confinamentos brasileiros utilizam apenas MOINHOS DE MARTELO como ferramenta de processamento de grãos. A **MILHO SA** esta desenvolvendo, através do planejamento e fabricação de equipamentos, uma tecnologia de moagem por ROLOS, denominada de **PROCESS MILLING**. Estes equipamentos apresentam uma redução no consumo de energia de aproximadamente 90% por tonelada de grão processado, pois os sistemas são todos de baixa rotação, além de diminuir o desperdício com a pulverização, que pode chegar até 10% em moinhos de martelo durante a moagem dos Grãos.

PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE PROCESSAMENTOS NA MILHO SA:

<p>CRACKER DO GRÃO DE MILHO SECO – Consiste em moer o Milho no padrão de Armazenamento em torno de 13 a 15%. Processo é chamado de Moagem de Grãos Secos. Ele é realizado de acordo com a necessidade de consumo dos animais, no dia a dia dos confinamentos.</p>	<p>Trata-se do principio básico de moagem, e do sistema PROCESS MILLING, onde tudo começa! Os Grãos são moídos, em rolos dentados, em partículas uniformes e menores, mas grosseiros. O maior benefício devesse ao fato das partes combinadas têm uma área de superfície maior do que a partícula original. Enquanto as partículas menores passam através de um animal. Esta moagem no milho, resulta em partículas de uniformidade mediana da ordem de 75%, com 3,5 mm de espessura, por consequência, resulta em maior área de superfície sendo exposta aos sucos digestivos dos animais.</p>
<p>SILAGEM DE MILHO ÚMIDO - Consiste em moer o Milho no padrão diretamente da área que está sendo colhido o milho, com umidade em torno de 28 a 34%. Processo é chamado de Silagem de Milho Húmido, este método assim como o de reidratação, deve sempre contar com uma necessidade de incremento de água no processo de moagem e ensilagem, ensilagem essa que pode ser em Silos de Plástico ou Silos tipo Trincheira.</p>	<p>Em geral este Milho será ensilado para consumo futuro e tem alto valor de digestibilidade pelos bois confinados. Neste caso, com partículas uniformes e grosseiras, realça a digestão, por consequência de se ter uma maior área de superfície conjugado com uma maior umidade do milho expostos aos sucos digestivos dos animais. Em alguns casos, somente o revestimento exterior do milho necessita ser quebrado para obter este benefício.</p> <p>A ensilagem de grãos colhidos em torno do estágio de maturação de linha negra, a conhecida “silagem de grão úmido”, pode induzir ganho no desempenho dos animais, alimentadas com baixo teor dietético de amido oriundo de grãos duros. Entretanto, a colheita do grão em estágio de maturação em torno da linha negra, quando a planta apresenta teor de umidade entre 28 e 34%, pode ser problemática.</p> <p>O pequeno intervalo para colheita, normalmente realizada no período chuvoso do ano, aumenta a chance de insucesso no processo, devido à maturação excessiva e à conseqüente perda de umidade dos grãos.</p>
<p>RÉ-HIDRATAÇÃO DE</p>	<p>Uma alternativa para reduzir o risco na ensilagem de</p>

<p>MILHO - Consiste em moer o Milho no padrão de Armazenamento em torno de 13 a 15% e no momento da moagem e ensilagem, elevar o teor de umidade do milho junto com o inoculante para aproximadamente 28% de Humidade. Este processo é ideal para quem necessita comprar uma grande quantidade de milho e não tenha estrutura de armazenamento. Fugindo assim às intermediações de mercado do milho. Neste caso também a ensilagem, deverá ser em Silos de Plástico ou Silos tipo Trincheira.</p>	<p>grãos úmidos de milho seria a prática da reidratação e ensilagem do grão em estágio maduro. A reidratação do grão de milho consiste em devolver ao grão já seco a umidade adequada para que o mesmo seja fermentado no silo.</p> <p>O uso desta técnica pode beneficiar os produtores que não possuem equipamentos para a colheita do milho no ponto de maturação em torno da linha negra e aqueles que não possuem área suficiente para plantar milho para a colheita de grãos, pois podem comprar o milho grão e ensilá-lo na fazenda.</p> <p>Além disso, a reidratação pode ser usada em casos de atraso na colheita, situação em que o teor de matéria seca ultrapassa o desejado para o processo de ensilagem do grão úmido. A ensilagem do milho grão na fazenda, além de potencialmente aumentar a digestibilidade do amido, também concentra a operação de moagem, comparativamente à prática usual de moagem de pequenas quantidades à medida que mais grão é necessário para alimentar os animais.</p> <p>A reidratação e ensilagem também podem reduzir custos de transporte e armazenamento de grãos. Em grãos maduros a moagem também pode ser realizada em grãos colhidos no estágio de linha negra, o que pode fisicamente aumentar a digestibilidade do amido no rúmen. Moagem, reidratação e ensilagem também pode viabilizar o armazenamento de sorgo grão por ensilagem, já que este grão requer moagem grosseira quando colhido com alto teor de umidade.</p> <p>Um detalhe importantíssimo na confecção da silagem de grão reidratado é a homogeneização da água ao grão moído. Este processo pode ser realizado através de uma adaptação no moinho ou por mistura da água ao grão já triturado em um vagão misturador, ou no próprio silo. A adaptação no moinho consiste em passar dois canos perfurados de 1 polegada imediatamente abaixo das facas do equipamento.</p> <p>Desta maneira, o milho triturado é imediatamente misturado a água e cai no silo perfeitamente homogeneizado.</p> <p>Caso a água seja incorporada ao milho moído por mistura não vigorosa, a hidratação do grão não é perfeita, e pode resultar em perda do ensilado por crescimento de fungos.</p>
<p>FLOCULAÇÃO: - Consiste em se ter grande estruturas, mais</p>	<p>O método de flocular milho é um tratamento térmico que muda a estrutura química do amido, tornando-o mais acessível para o animal. A floculação incorpora água ao</p>

industriais, no confinamento, tais como: Sistema completo de Armazenamento de Milho, Caldeira Geradora de Vapor, Acondicionamento completo dos Equipamentos que compõem o Floculador e Técnicos de nível superior para o Gerenciamento do Equipamento: O Milho neste caso, que esta armazenado padrão de Armazenamento em torno de 13 a 15% e antes da laminação, recebe vapor, calor e humidade, chegando próximo de 28% de Humidade e 70°C, antes da laminação. Este processo é ideal para quem possui uma estrutura adequada. Neste caso o milho laminado e floculado, é descarregado diretamente sobre o piso de um box para uso contínuo. Não pode se utilizado com mais de 24 horas de sua fabricação.

grão, fazendo com que o amido amoleça (gelatinize) e seja facilmente degradado pelas bactérias ruminais. Por se tratar de um processo industrial, e que pode ficar dispendioso, a floculação é indicada para grandes confinamentos, que trabalham com altas quantidades de milho na dieta. O floculo deve ser oferecido “fresco” (máximo 24 horas), se não volta ao estado original (reacomodação das moléculas).

Depois de peneirado, o milho é jogado dentro da câmara de vapor, onde permanece durante 60 minutos sob temperatura mínima de 96°C.

O tempo de vaporização é regulado pela velocidade de rotação do FLAP, que vai regular a vazão de alimentação de grãos, para dentro da caixa dos rolos laminadores. Pequenas mudanças na rotação do FLAP alteram drasticamente a aparência do floculo, pois mudam o tempo de vaporização. Após o cozimento, faz-se a laminação dos grãos por meio de rolos metálicos dentados, que os transformam em finas placas, quebrando a matriz protéica que envolve seus grânulos do amido. Uma boa calibragem dos rolos por meio da mola de pressão é fundamental para se obter floculos na densidade correta.

Uma grande diferença no sistema do **PROCESS MILLING** da **MILHO SA**, com os atuais sistemas de moagem por martelo, está exatamente na diminuição gradativa da granulometria do material processado. Os rolos entram em contato com o material apenas uma vez, não sendo necessário nem recomendado o peneiramento do material após a moagem. Isso justifica a diminuição de até 90% na energia elétrica utilizada! Cada equipamento permite uma especificidade de planejamento de acordo com os objetivos técnicos de cada sistema de produção. Usualmente, se utiliza do teste de peneiras para se verificar o resultado e qualidade da moagem promovida no milho, assim desta forma, fizemos vários teste e que se resumem, aos detalhes apresentados a seguir:



TESTE DE PENEIRAS

Resultados Obtidos em Campo, com CRACKER de Milho Seco Padrão moído com um modelo MM750 da MILHO SA Comparado com Moinho de Martelo Tradicional:

TIPO DE MOINHO E POTÊNCIA	AMOSTRAGEM			Quantidade de Produto retido em cada peneira	CONJUNTO DE PENEIRA (mm)					Consumo de Energia (Kwh) e Custo por t moída (R\$)
	PESO (t)	Tempo de Moagem (h)	Produção do Moinho (ton/h)		6	3,25	2	1,25	Fundo	
ROLO DE 2 X 20 CV	25	1,14	21,93	Kg	1,9	19,6	2,7	0,02	0,00	29,42
				%	7,6	78,2	10,6	0,80	0,40	R\$ 0,66 / t
MARTELO DE 70 CV	25	3,57	7,00	Kg		5,3	5,5	5,8	1,75	51,50
				%	12	21	22	23	7,00	R\$ 7,08 / t

Obs1. 1 Cv = 735,50 Watts ou 0,7355 KW. Considerando R\$ 0,49232 o Kw. - www.aneel.gov.br

Obs2. Fundo é todo Produto que passa pela peneira 1,25 mm e fica sem classificação.

GRÁFICO: Porcentagem de partículas retidas nas peneiras de 6,00 a 1,00 mm.

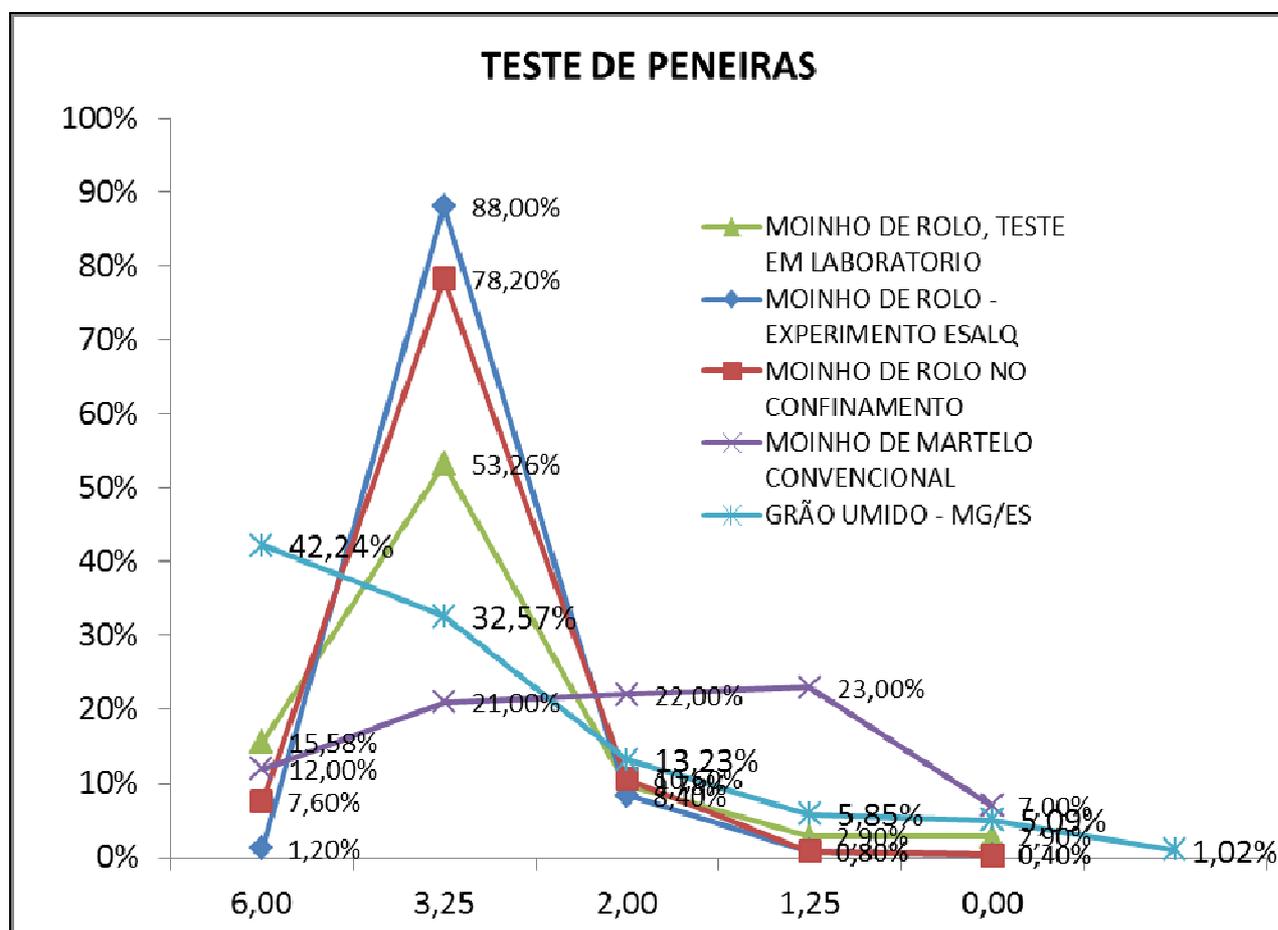




FOTO: Aspecto Geral do Milho Seco (13%) Moído em Moinhos de Rolo.

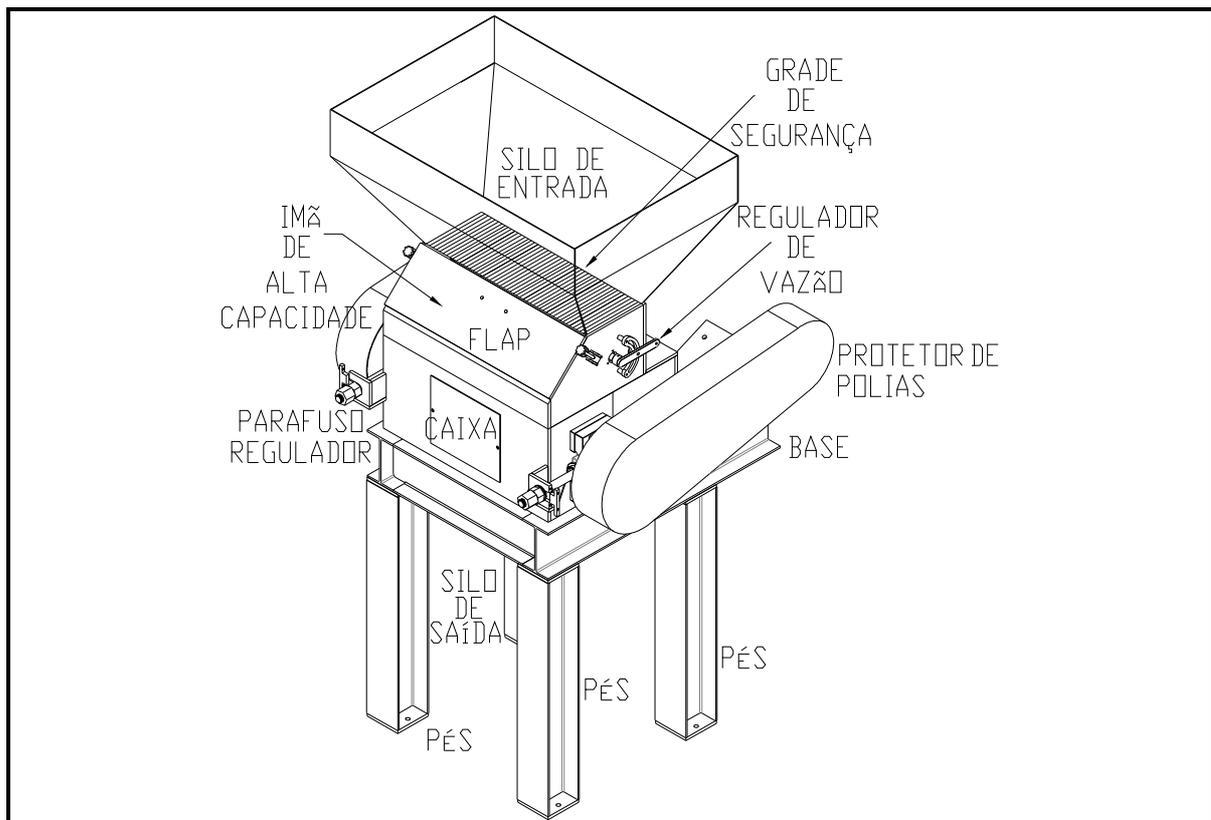
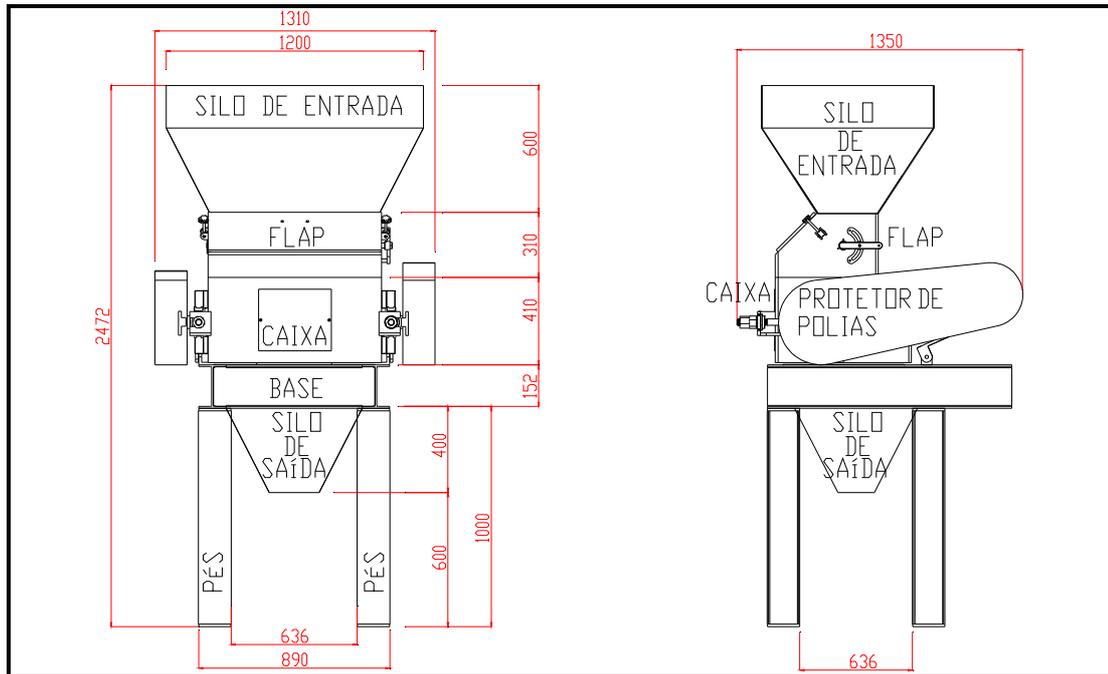


FOTO: Aspecto Geral do Milho Húmido (34%) Moído em Moinhos de Rolo.



FOTO: Aspecto Geral do Milho Floculado

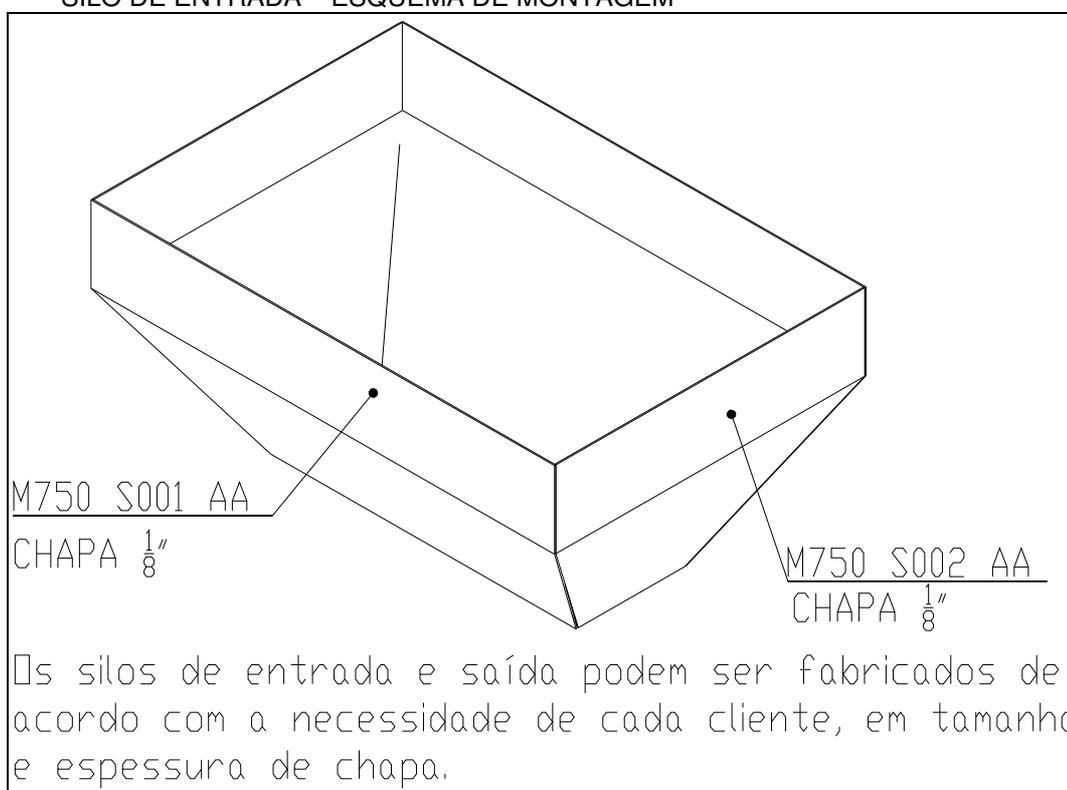
3. PRINCIPAIS COMPONENTES DO MOINHO DE ROLO MM750 da MILHO SA



3.1 SILO DE ENTRADA OU ALIMENTADORES

Os alimentadores são dispositivos fixados no alto da entrada do moinho de rolo e que tem por função, manter uma quantidade de milho homogeneia, antes do “FLAP” ou regulador de fluxo de entrada de produto na “CAIXA”, onde se encontram os rolos. Os moinhos da **MILHO SA** os o “SILO DE ENTRADA”, é padrão para cada modelo, produzido em chapa de 1/8” de espessura, com capacidade aproximadamente para 500 kg de produto, mas alimentadores especiais podem ser desenvolvidos, caso a caso, quando necessário. Os silos de entrada são providos ainda de uma GRELHA METÁLICA, para captação de matérias indesejáveis mais grosseiros, do tipo parafusos maiores, etc... No esquema que se segue, podem ser visualizadas as partes que compõem nossos equipamentos:

SILO DE ENTRADA – ESQUEMA DE MONTAGEM



3.2 FLAP

Este equipamento, cuja sua estrutura é toda produzida em chapa de 1/2”, possui alguns dispositivos importante: Primeiro é um conjunto de chapas internas, que conduzem o milho de forma a se homogeneizar, na passagem pelas chapas internas, promovendo desta forma uma uniformidade no escoamento do milho antes que o mesmo encontre os rolos. Este equipamento, chamado, pela **MILHO SA**, de FLAP, possui ainda uma alavanca, que por intermédio dela, regula-se a vazão de passagem do milho, e assim se controla a entrada do milho nos rolos e finalmente o FLAP é composta também, opcionalmente por um IMÃ de altíssima capacidade, para retenção de materiais ferrosos, tais como parafusos, porcas, pedaços de ferro, etc... Este equipamento é opcional, pois devesse tomar cuidado com proteções mais eficientes à passagem de materiais ferrosos,

bem antes da entrada dos silos, principalmente na unidades de recepção de milho dos locais de sua utilização.

FLAP – ESQUEMA DE MONTAGEM

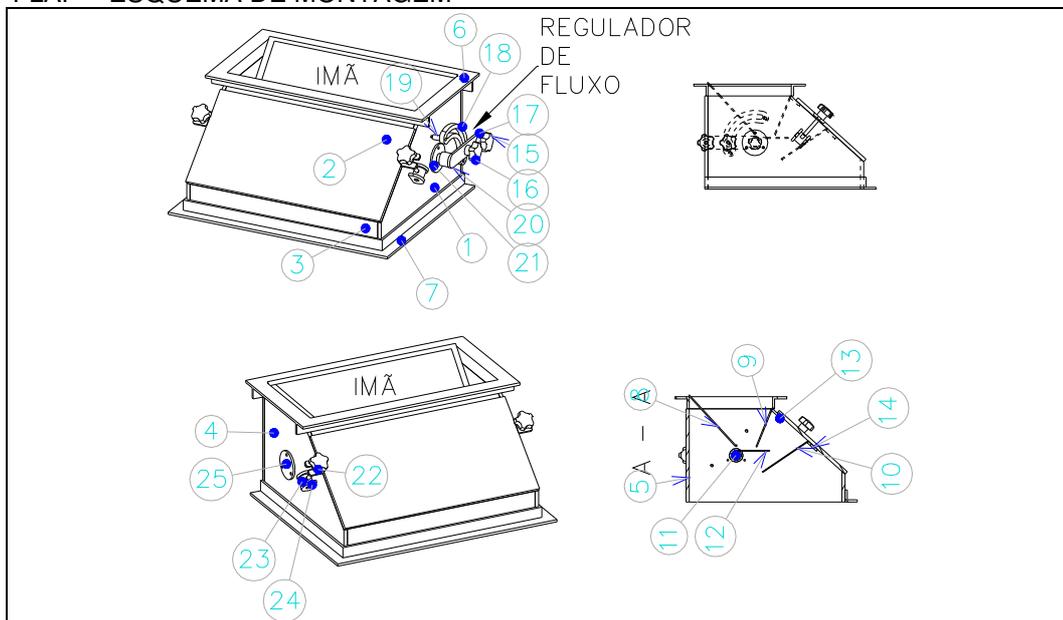


FOTO – REGULADOR DE FLUXO

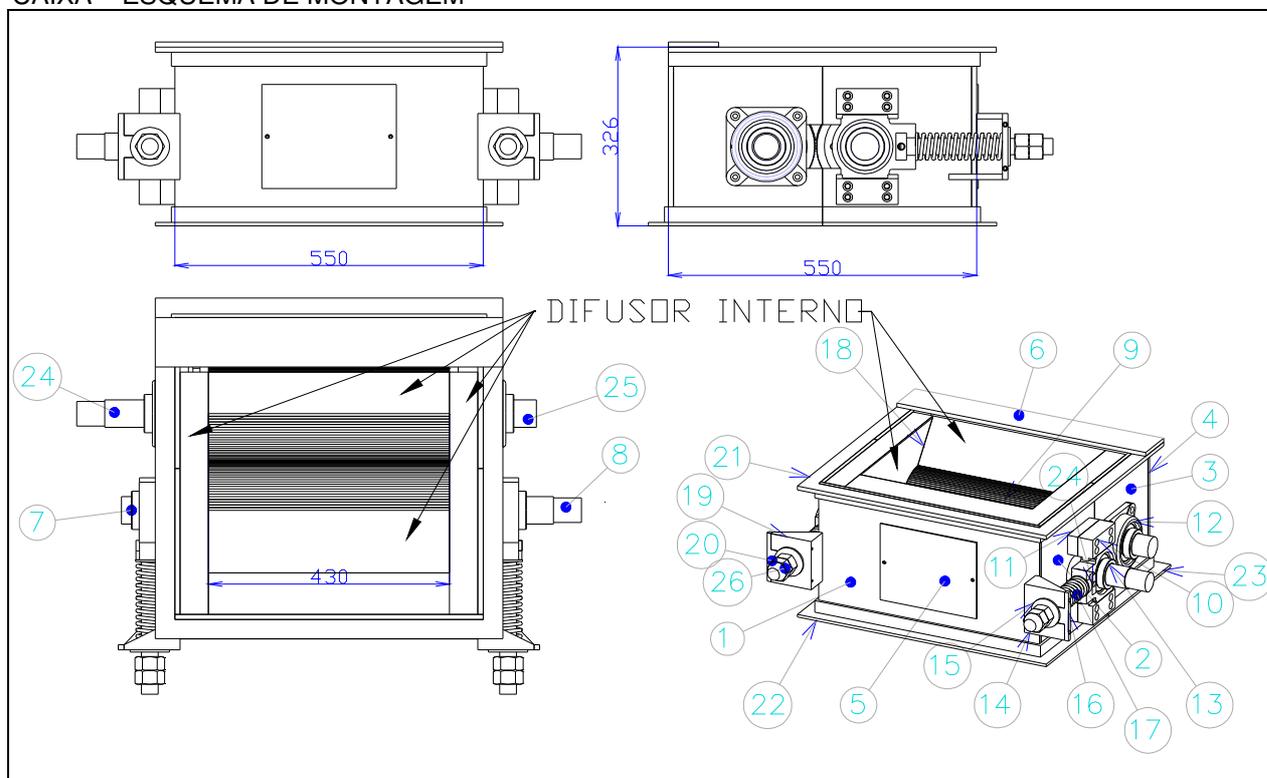


3.3 CAIXAS

Este equipamento, cuja sua estrutura é toda produzida em chapa de ½", é o pivô estrutural de todo o moinho, pois nele estão as partes mais resistentes do equipamento e também as mais requisitadas em termos de esforço físico, quando em funcionamento de moagem. Dentro da caixa estão os rolos dentados, fixos em suas extremidades por mancais e rolamentos de alta capacidade ao esforço. A caixa contém ainda, os mecanismos de regulagem de aproximação dos rolos, que são os parafuso, com molas, porcas e contra porcas e também os "quadrados" de fixação dos mancais móveis.

Neste momento a **MILHO SA**, faz um parêntese relacionado à manutenção dos moinho. Por se tratar da única parte do equipamento que necessita de manutenção de aproximadamente 1,5 anos de uso, os dentes dos rolos que estão contidos na caixa, e uma vez que somente a **MILHO SA** está autorizada a dar manutenção nos dentes dos rolos, Este processo de manutenção é demorado, e segue uma série de requisitos técnicos que o encarecem bastante. Desta forma, a **MILHO SA** desde já propõe uma metodologia de manutenção, que a torne menos onerosa e efetivamente possível de ser realizada com uma frequência que não atrapalhe o funcionamento dos confinamentos. A ideia é que cada equipamento seja vendido com uma caixa reserva, para ser utilizada em substituição à caixa que estiver em manutenção. Este assunto será melhor esclarecido comercialmente, pelo departamento responsável da **MILHO SA**.

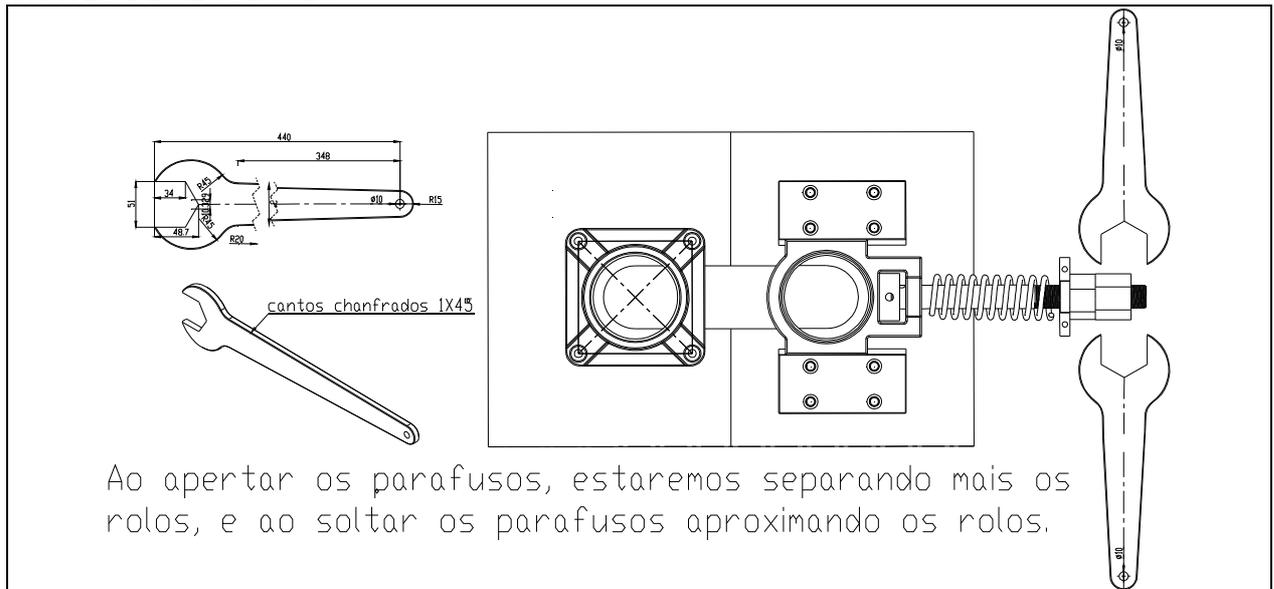
CAIXA – ESQUEMA DE MONTAGEM



3.4 CHAVES DE REGULAGEM

Este equipamento, cuja sua estrutura é toda produzida em chapa de 1/2", e consiste em duas chaves, tipo sextavadas de 2", para que sejam reguladas as porcas de ajuste, e após o devido ajuste de regulagem sejam utilizadas para travar a proca e contra porca com torque suficiente para que ambas não se soltem e aguentem energeticamente o impacto da moagem sobre os parafusos e as molas de segurança;

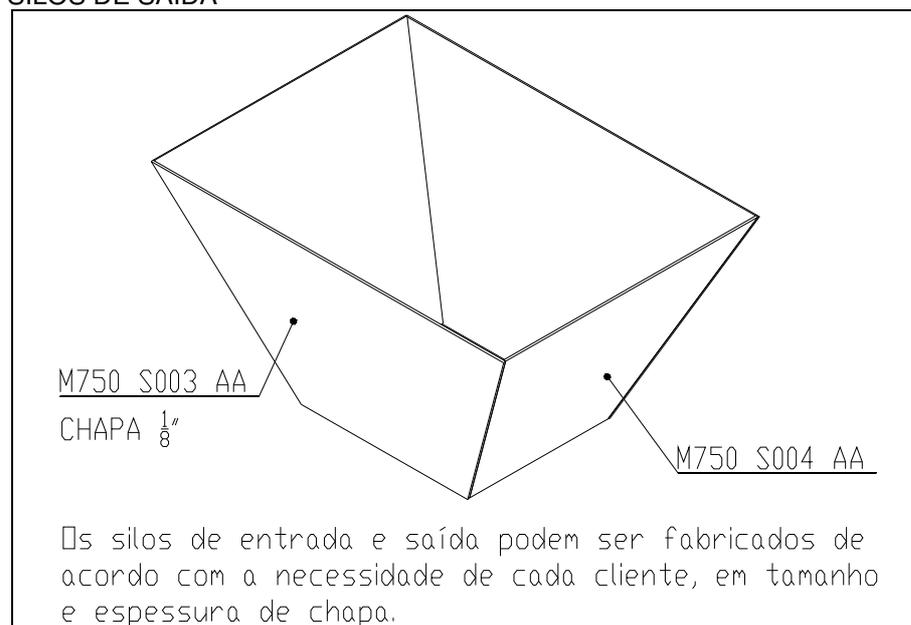
CHAVES DE REGULAGEM



3.5 SILO DE SAÍDA

Abaixo do Moinho, é fabricado um tipo de silo de saída, o qual tem uma boca final, que podem ser adaptados novas conexões que se façam necessárias.

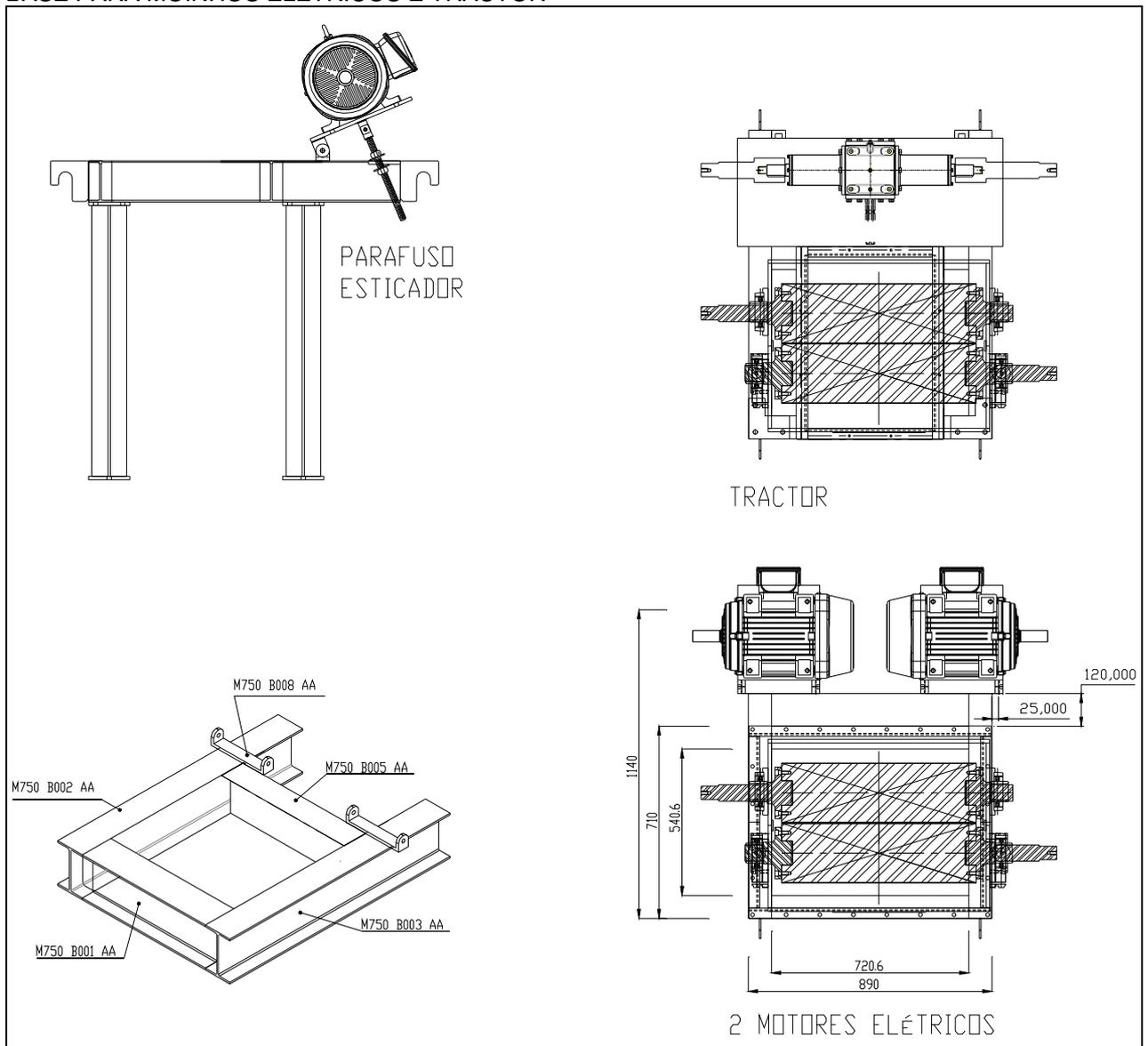
SILOS DE SAÍDA



3.6 BASE

A Base do moinho é responsável por dar a sustentação e integridade de sustentabilidade da maquina. Por esse motivo as bases são fabricadas pela m com vigas "I" de 6 polegadas por 1/2" de espessura. E um material extremamente robusto, por isso nossos moinhos simplesmente não vibram ao trabalhar. Esse material garante que ninguém tenha problemas futuros com o desgaste de materiais. Sobre estas bases são fabricadas as demais estrutura, tais como apoios dos motores elétricos e parafusos esticadores de correias, bem como as caixas de transmissão no caso de serem moinhos cuja força motriz seja tratora.

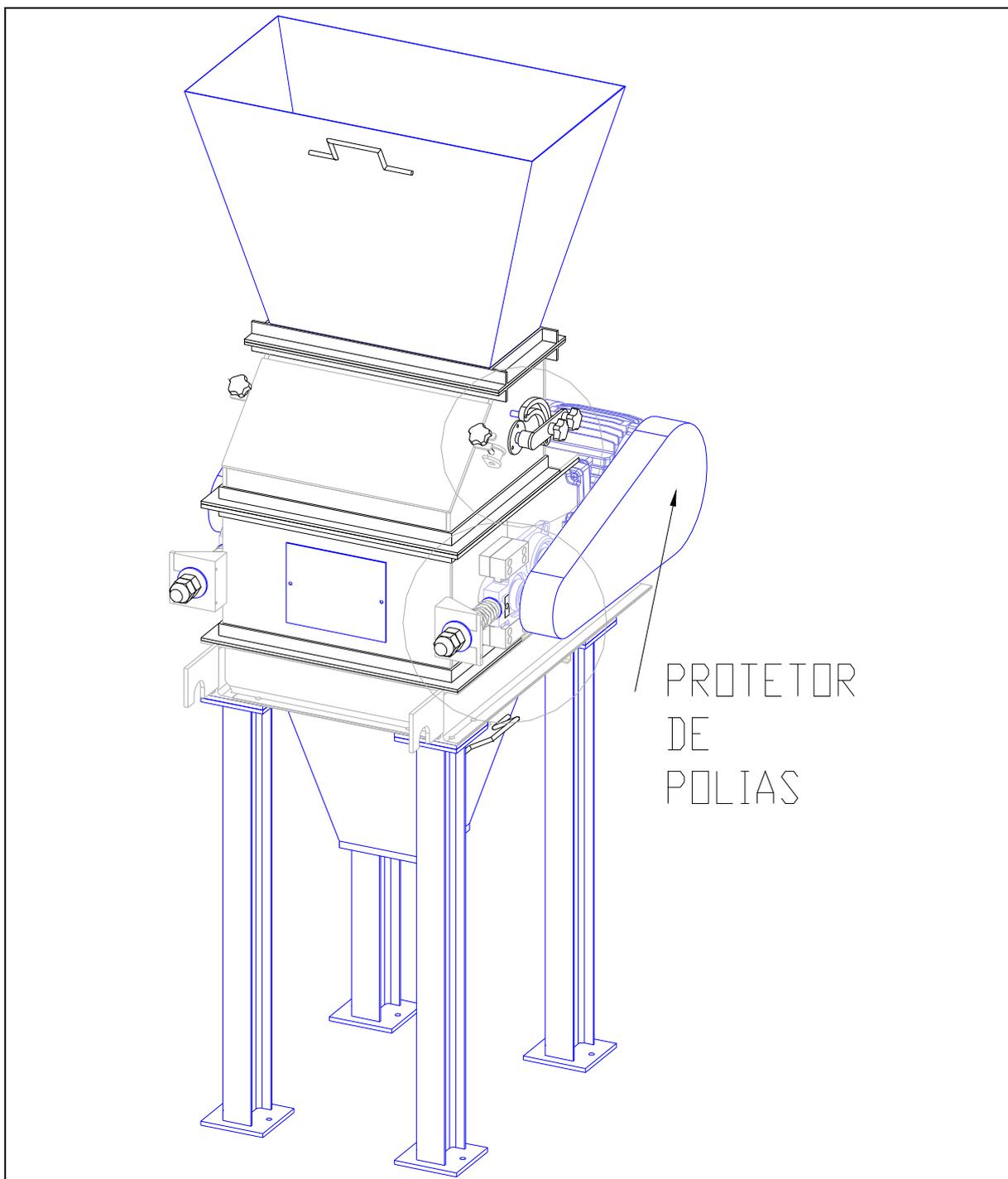
BASE PARA MOINHOS ELÉTRICOS E TRACTOR



3.7 PROTEÇÃO DAS POLIAS

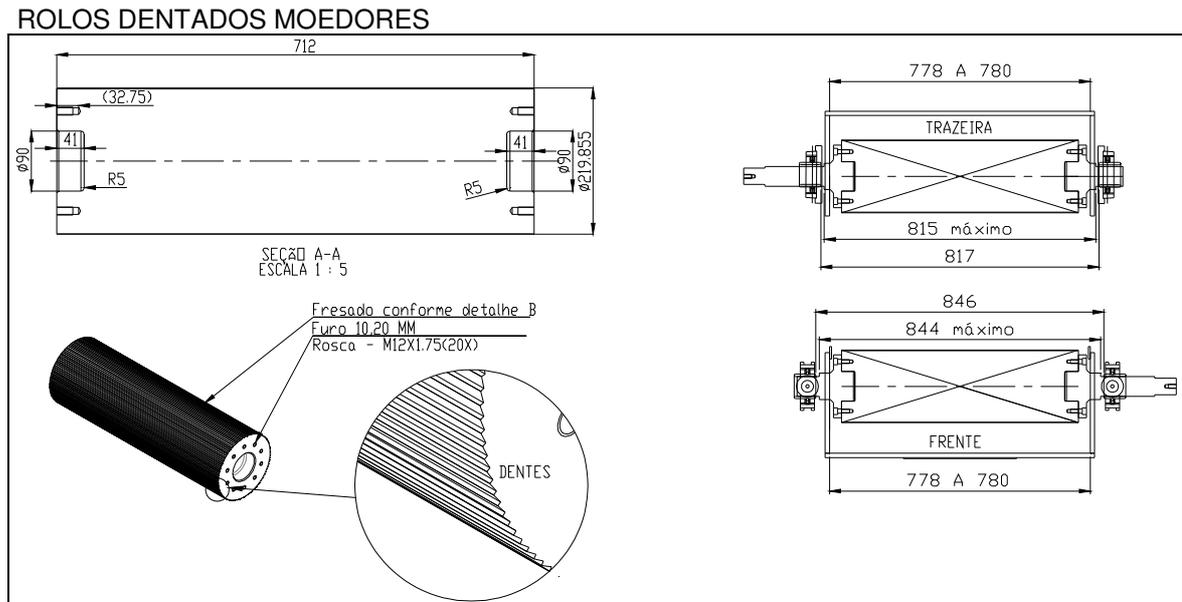
As proteções de polias são fabricadas em uma espessura de chapa fina, em torno de 1 mm, para facilitar o seu manuseio. São fabricadas por questões de segurança, atendendo á norma NR 32.

PROTEÇÕES DAS POLIAS



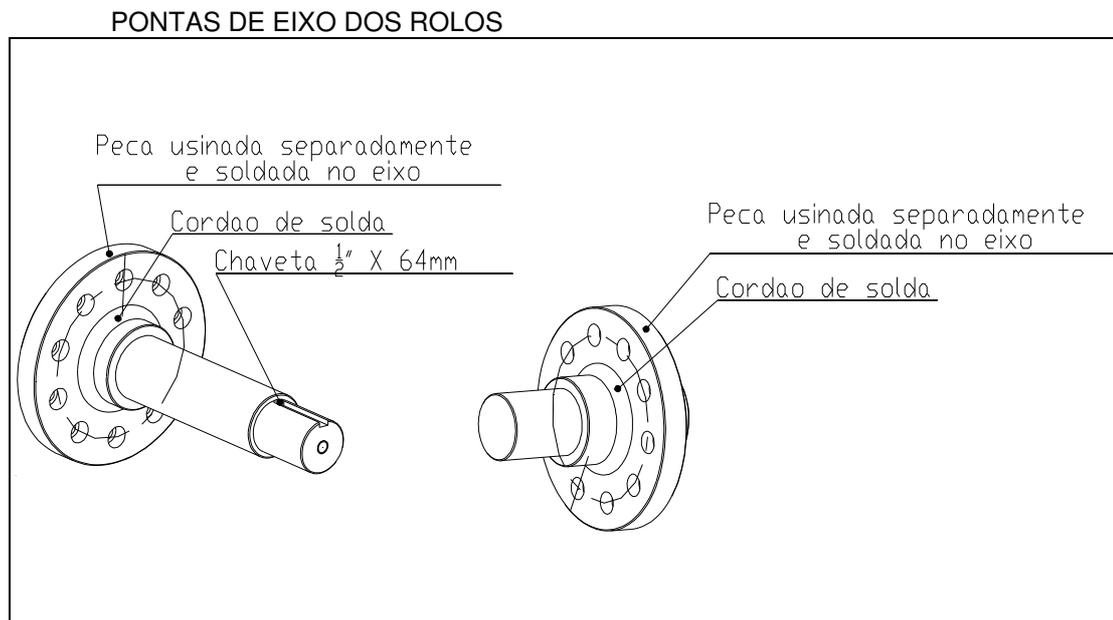
3.8 ROLOS DENTADOS MOEDORES

Sobre estas peças, recaem todas as atenções, pois são as que são mais requisitadas, com relação à durabilidade dos seus dentes, o que garantirá uma moagem segura; A **MILHO SA**. Vem dia a dia se aprimorando na sua fabricação dos rolos e esperamos que a nossa evolução sempre traga mais e mais benefícios aos nossos clientes.



3.9 PONTAS DE EIXOS DOS ROLOS

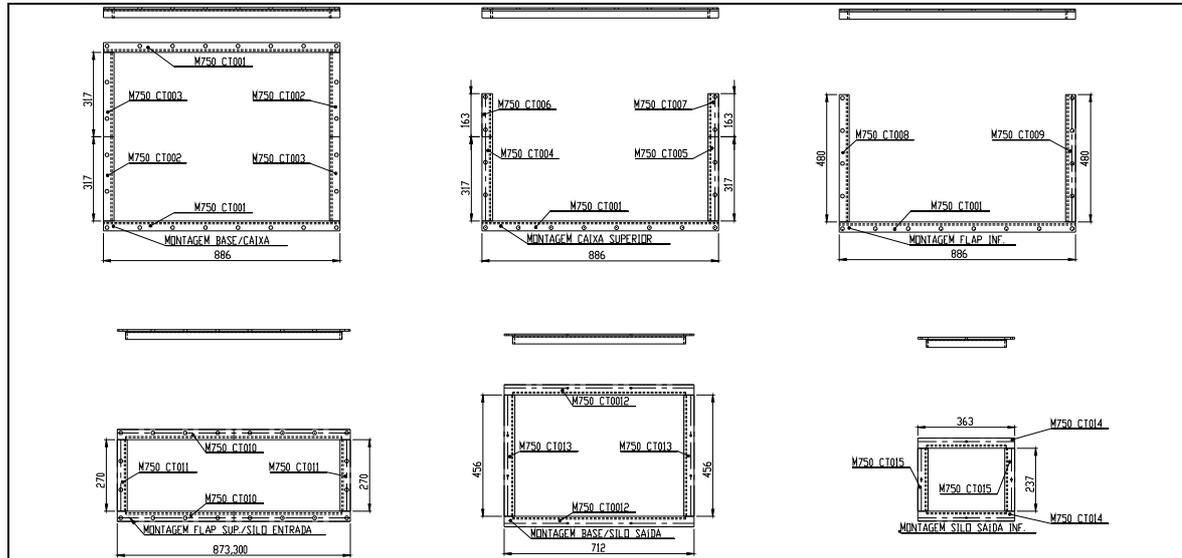
Estas peças, juntamente com os rolos, fazem parte do conjunto de peças delicados, que tem grande importância sobre o funcionamento geral do moinho. São fabricados em aço especial SAE 1045 e sofrem alguns tratamentos para dureza.



3.10 QUADROS DE CANTONEIRAS

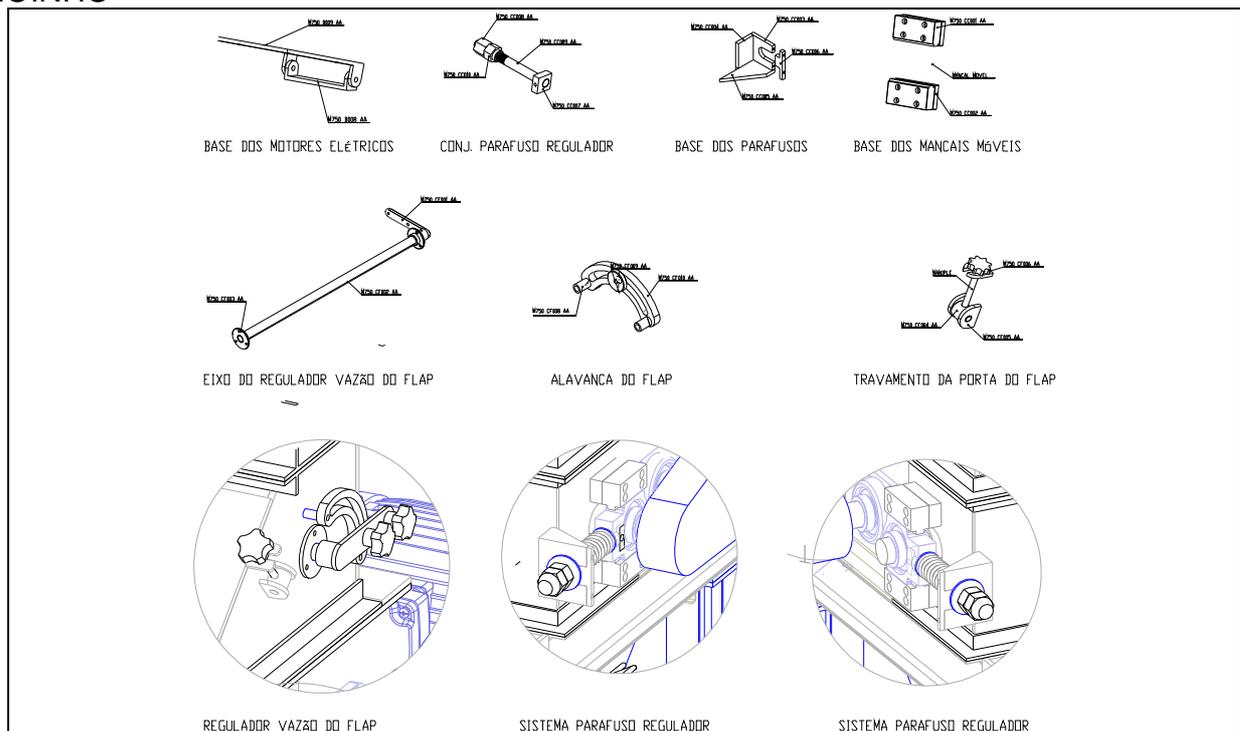
Os quadros de cantoneiras são gabaritados e responsáveis pela harmonia da segurança e travamento entre as partes da máquina. Os quadros são fabricados em materiais altamente durável e com bastante precisão:

QUADROS DE CANTONEIRAS



3.11 PEÇAS E DEMAIS COMPONENTES

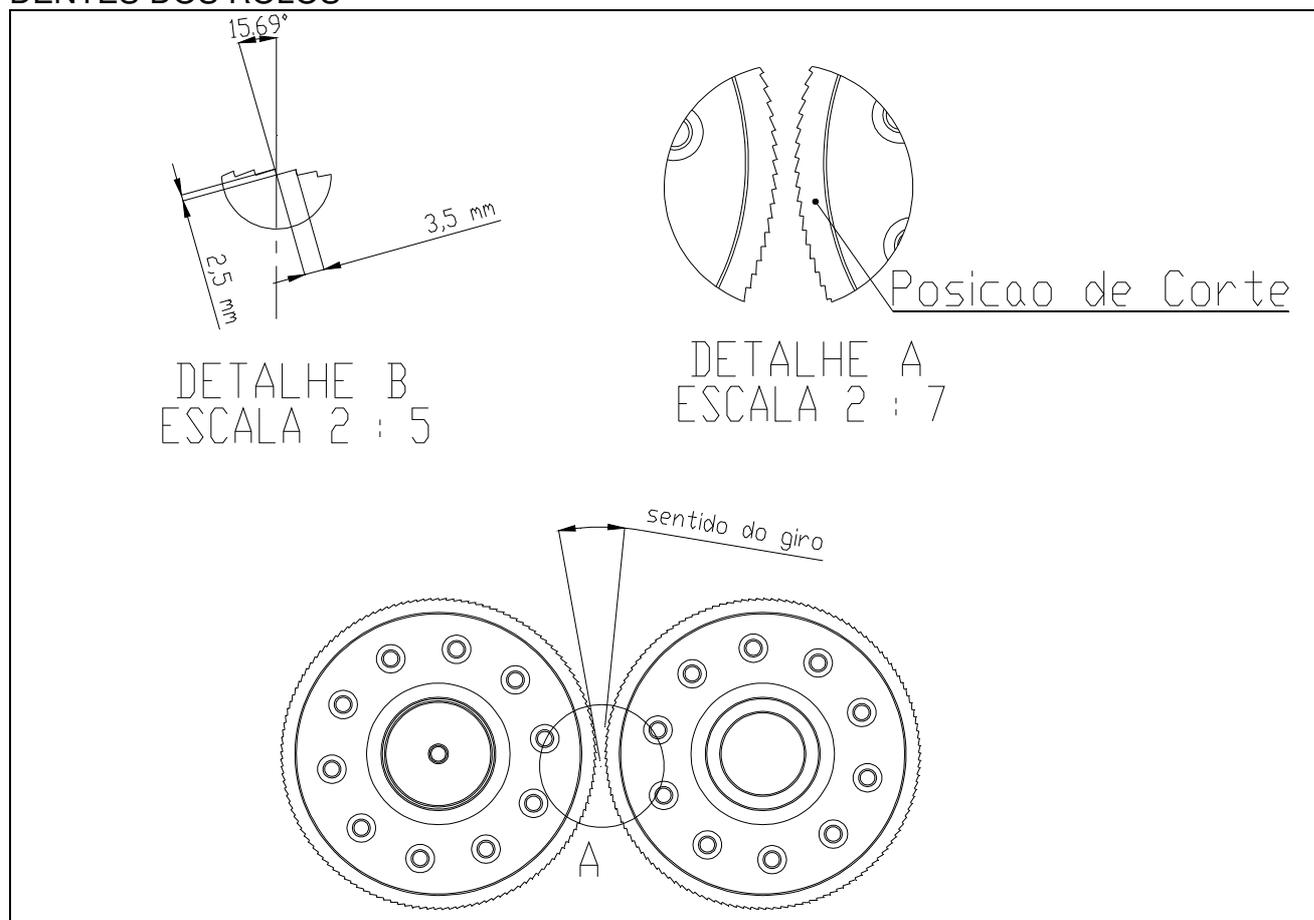
Atualmente todas as peças são fabricadas pela a **MILHO SA** isso garante a qualidade das peças de reposição e também a agilidade da reposição das mesmas, pois mantemos sempre um estoque regulador das mesmas. - COMPONENTES E PEÇAS DO MOINHO



3.12 DENTES DOS ROLOS

Aqui se encontra um ponto importante para o bom resultado das moagens e o sossego de todos! A fabricação dos dentes dos rolos. São fabricados de forma a ter aproximadamente 6 dentes por polegada de perímetro do rolo, com medidas de 2,5 mm de largura de 3,5 mm de profundidade. A sua fabricação é delicada e realizada em máquinas de altíssima precisão. Faz salientar que atualmente os dentes após sua fabricação são tratados de forma a que pelo menos 5 mm da espessura inicial dos rolos esteja com uma dureza entre 55 HRC e 62 HRC, ou seja bem abaixo dos 3,5 mm dos dentes, garantindo assim a maior durabilidade dos dentes à moagem.

DENTES DOS ROLOS



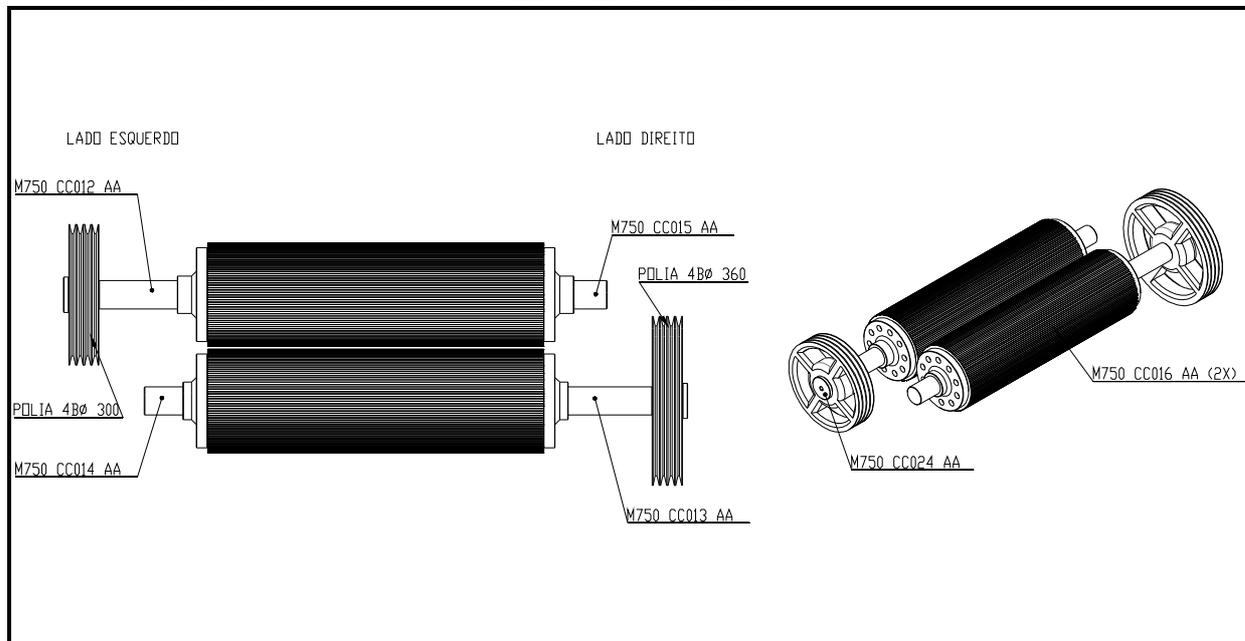
3.13 SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE ROTAÇÃO E POTÊNCIA

Atualmente os sistemas de transmissão de rotação e potência que utilizamos na **MILHO SA** são opcionalmente com dois motores elétricos, um motor para cada rolo. E também opcionalmente estamos fabricando o mesmo equipamento com opção de ser movido pela TDP de um trator (TOMADA DE FORÇA);

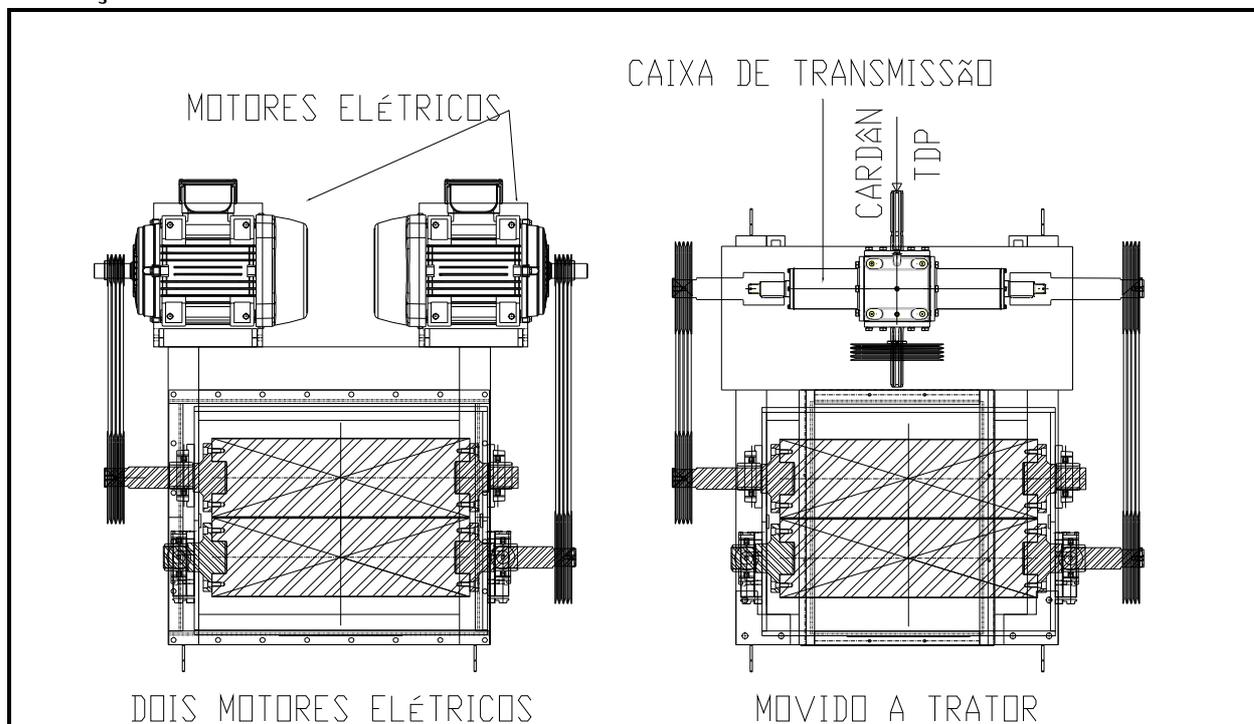
Em ambas as situações procuramos trabalhar com uma rotação aproximada de 500 rpm em cada rolo. Por esse motivo, a transmissões são efetuada com polias e correias, de acordo com as necessidade de transferência de força e rotações.

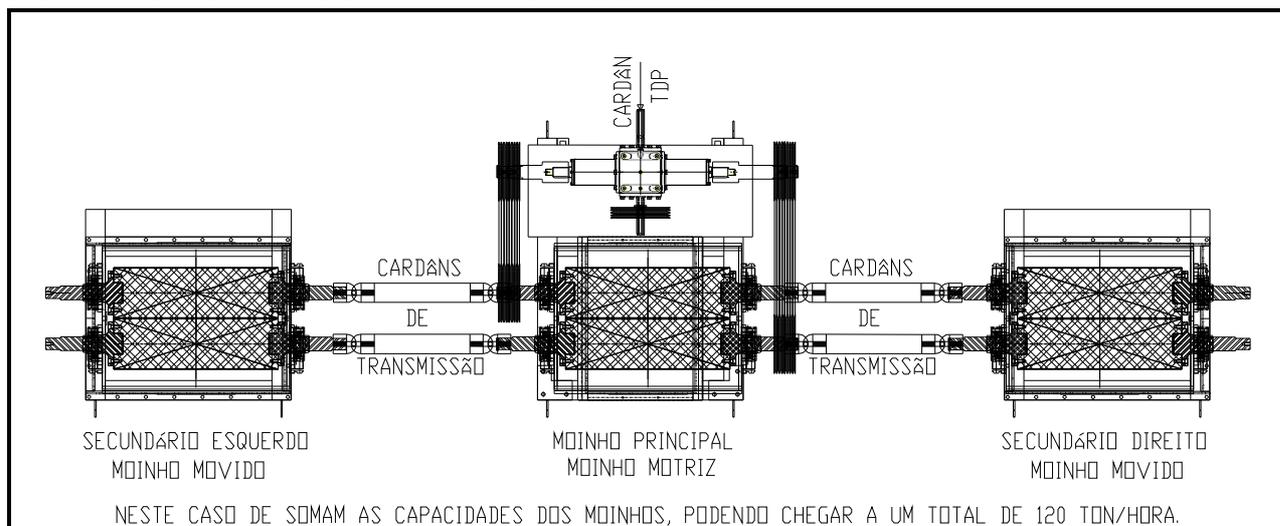
Atualmente, ainda existe a possibilidade de se poderem interligar as máquinas em série, por intermédio de cardãs opcionais, que fazem a transferência de rotação e potência entre as máquinas laterais, conforme ilustrado abaixo.

TRANSMISSÃO COM POLIAS E CORREIAS



RELAÇÕES POSSÍVEIS EM ELÉTRICO E/OU TRATOR





3.14 AÇO DE FABRICAÇÃO DOS ROLOS

Por se tratar de um dos pontos mais importantes novamente, a **MILHO SA** vem novamente esclarecer a respeito do material que compõe o material que são fabricados os rolos trituradores. As pontas de eixos, de sustentação dos rolos, que se projetam nas duas extremidades dos rolos, são compostos de aço SAE 1045, resistentes para a força adicionada. Cada ponta de eixo é fabricada e usinada em um diâmetro menor, e posteriormente são parafusados aos rolos das máquinas e mantidos no centro, pelos rolamentos permitindo que o rolo gire. Caso os rolos não estejam concêntricos com os eixos, o moinho de rolos vibrará excessivamente e o produto final processado que saíra da máquina não terá um tamanho de partícula uniforme e consistente.

Por sua vez, o material de composição dos rolos é o SAE 4140, pois no decorrer desta trabalho fica clara a necessidade de se trabalhar com o aço que após os tratamentos para a dureza desejada entre 55-62 HRC, é um dos poucos que consegue atingir em camadas superiores a 5 mm.

Os melhores rolos no mundo são inúteis se o corpo do moinho de rolo não for extremamente forte. A durabilidade do moinho e de sua habilidade de moer, sem apresentar problemas por muitos anos, é possibilitada pela utilização de chapas espessas suficientemente dimensionadas para suportar os grandes esforços requeridos na moagem. A **MILHO SA**, utiliza chapas de espessura mínima de 1/2 " até 1", apenas nos acabamentos de entrada e saída dos produtos se utilizam chapa de 1/8", local este onde a força exercida no material é menor, apenas para condução do produto na entrada e saída da máquina. Além disso, o serviço fácil deve sempre ser considerado, por isso as estruturas externas do moinho de rolo da **MILHO SA**, têm os painéis facilmente removíveis, permitindo assim o acesso aos rolos, facilitando a limpeza e outros ajustes.

O aço é uma liga de ferro com carbono, mas ainda contém outros elementos químicos. Nos aços, se o teor de carbono situa-se entre 0,008 e 2,0% acima de 2,06 % de C, as ligas são denominadas de ferro fundido. O teor dos elementos de liga é dosado de acordo com a finalidade a que se destina um tipo de aço. Os elementos químicos cobalto, cromo, níquel, manganês, molibdênio, vanádio e tungstênio são os mais usados na preparação de aços especiais. Para fabricação dos rolos utilizados nos moinhos da

MILHO SA, são usados o aço tipo SAE 1045 (teor de Carbono de 0,45%) e o SAE 4140 (teor de Carbono acima de 0,60%), o que confere maior resistência e durabilidade ao material.

Quadro: Forma Popular de classificar o aço de acordo com o teor de Carbono.

TEOR DE CARBONO	NOME POPULAR
Menos de 0,15%	Aço extra doce (Teor muito baixo de Carbono)
0,15 a 0,25%	Aço doce (Baixo teor de Carbono)
0,25 a 0,40%	Aço meio doce (Médio teor de Carbono)
0,40 a 0,60%	Aço meio duro (Alto teor de Carbono) – SAE 1045
0,60 a 0,80%	Aço duro (Teor muito alto de Carbono) – SAE 4140
0,80 a 1,20%	Aço extra duro (Teor extra alto de Carbono)

Diz-se que um aço tem boa **SOLDABILIDADE** quando, na execução da solda, a fusão do material não causa transformação considerável de sua estrutura cristalina. A experiência tem mostrado que altos teores de Carbono reduzem a **SOLDABILIDADE**. Veja a tabela a seguir:

TIPO	CLASSE DO AÇO	Soldabilidade	Pré Aquecimento	Recozimento
I	Aço Carbono C < 0,30%	Fácil	Desnecessário	Desnecessário
	Baixo Teor de liga C < 0,15%	Fácil	Desnecessário	Desnecessário
II	Aço Carbono; teor de C de 0,30 a 0,50%	C/ Precaução	Aconselhável	Aconselhável
	Baixo teor de liga C de 0,15 a 0,30%	C/ Precaução	Aconselhável	Aconselhável
III	Aço Carbono C > 0,50%	Difícil	Necessário	Necessário
	Teor de Liga > 3% C > 0,30%	Difícil	Necessário	Necessário

Os resultados dos materiais utilizados na composição dos rolos fabricados pela **MILHO SA** são apresentados a seguir numa seqüência de vantagens, quando destinados à fabricação de ferramentas, utilizadas no processamento a frio de aços, metais não ferrosos e materiais não metálicos em operações diversificadas como corte, dobramento, estampagem, cunhagem, trabalhos em madeira, cerâmicos, corte de papel, etc.

Alta resistência a abrasão – Devido ao grande atrito entre a ferramenta e o material trabalhado! Ela é assegurada pela presença de carbonetos complexos de Cr, W, Mo e V juntamente com elevado teor de carbono. Elevada retenção de corte – Capacidade conferida ao material de produzir um elevado número de cortes de boa qualidade entre retificações como em facas, estampas de corte, punções, etc. Esta propriedade está ligada a uma alta dureza e a presença de carbonetos de Cr, Mo, W e V juntamente com carbono elevado.

Alta tenacidade - Capacidade de se deformar quando submetido a esforço mecânico e recuperar sua forma inicial.

Alta resistência ao choque - É uma propriedade que apresenta alta dureza superficial associada a um núcleo de grande tenacidade capaz de absorver e distribuir rapidamente a energia transmitida pelo impacto das punções, talhadeiras, ponteiros,

rompedores, etc. Esses aços para ter essa propriedade, possuem carbonos mais baixos na faixa de 0,40 a 0,60% além dos teores mais baixos de elementos de liga.

Grande estabilidade dimensional - É importante pra ferramentas de precisão que não permitem correções de forma ou dimensão após o tratamento térmico de têmpera e revenimento. Não existem aços indeformáveis e sim aços de baixa deformabilidade isso porque podem ocorrer distorções no tratamento térmico devido a tensões térmicas, em razão das diferenças de velocidade de esfriamento entre superfície e núcleo da peça, onde a superfície esfria mais depressa. As transformações estruturais que ocorrem na têmpera, como contração ocorrida na austenização e dilatação da martensita durante o esfriamento e no revenimento com a transformação da austenita retida em martensita terão um aumento de volume. Outros empenamentos podem ser decorrentes de projetos inadequados como furações próximas umas das outras, cantos vivos, rasgos de chaveta, defeitos de usinagem, grandes diferenças de perfis e restos de superfícies brutas. Os cuidados nos tratamentos térmicos como apoio de peças, calçamento evitando vazios, meios de resfriamento adequados e revenimentos logo após a têmpera são importantes para que não ocorram deformações.

O tratamento térmico das peças e componentes – De nada adianta termos excelentes aços, se não for dado o tratamento térmico adequado a cada peça e a cada material. A **MILHO SA**, disponibiliza a todos, um material técnico a respeito dos tratamentos térmicos existente no mercado atual, desde que solicitado. Desta forma iremos nos reter em atenção ao tipo de tratamento utilizado em nossa indústria, a **Têmpera POR Indução**, devido a ser um assunto muito extenso.

Têmpera por indução:

O calor para aquecer uma peça pode ser gerado na própria peça por indução eletromagnética. Assim se uma corrente alternada flui através de um indutor ou bobina de trabalho, estabelece-se nesta um campo eletromagnético altamente concentrado, o qual induz um potencial elétrico na peça a ser aquecida envolvida pela bobina e, como a peça representa um circuito fechado, a voltagem induzida provoca o fluxo de corrente. A resistência da peça ao fluxo da corrente induzida causa aquecimento por perdas I^2R . O modelo de aquecimento obtido por indução depende da forma da bobina de indução que produz o campo magnético, do número de voltas da bobinas, da freqüência de operação e da forma elétrica da corrente alternada.

A velocidade de aquecimento obtida com bobinas de indução depende da intensidade do campo magnético ao qual se expõe a peça. Nesta, a velocidade de aquecimento é função das correntes induzidas e da resistência ao seu fluxo. Quando se deseja aquecimento a pequena profundidade ou seja camada endurecida de pequena espessura, adota-se geralmente corrente de alta freqüência; baixa ou intermediárias são utilizadas em aplicações onde se deseja aquecimento a maior profundidade.

Do mesmo modo a maioria das aplicações de têmpera superficial exige densidade de força (KW/cm^2) relativamente alta e ciclos de aquecimentos curtos, de modo a restringir o aquecimento à área superficial.

Camadas endurecidas da ordem de 0,25 mm são obtidas, mediante a aplicação de correntes de freqüência elevada - 100kHz a 1Mhz - alta densidade de força e tempo reduzido. Camadas mais espessas, de 12 mm ou mais, são obtidas por correntes de freqüência baixa - 3 a 25kHz - e períodos de tempo mais longos – **A NOSSA CAMADA ESTÁ EM TORNO DE 5 MM DE ESPESSURA...**

Em resumo, o controle da profundidade de aquecimento é conseguido, jogando-se com as seguintes variáveis:

- Forma da bobina;
- Distância ou espaço entre a bobina de indução a peça;
- Taxa de alimentação de força;
- Frequência;
- Tempo de aquecimento.

Nós temos vários tipos de bobinas de indução para alta frequência, um dos tipos consiste solenóide para aquecimento externo; entre os vários tipos temos vários e diferentes processos aplicados no aquecimento superficial por indução, pode se citar:

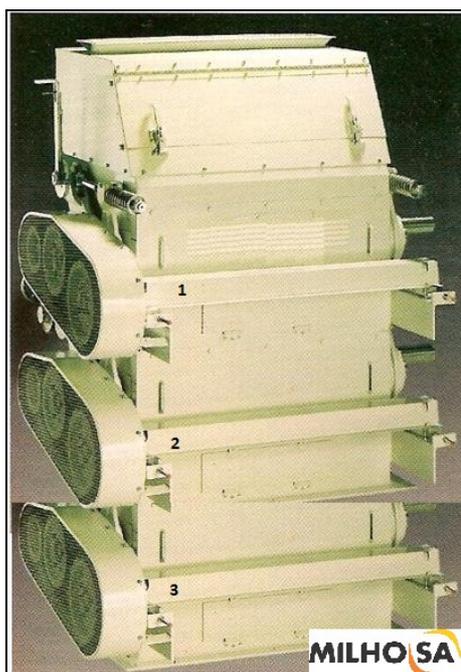
a) Têmpera simultânea, em que a peça a ser temperada é feita girar dentro da bobina; uma vez atingindo o tempo necessário para o aquecimento, a força é desligada e a peça imediatamente resfriada por um jato de água;

b) têmpera contínua, em que a peça, ao mesmo tempo que gira no interior da bobina de indução, move-se ao longo do seu eixo, de modo a se ter uma aplicação progressiva de calor. O dispositivo de resfriamento está montado a certa distância da bobina.

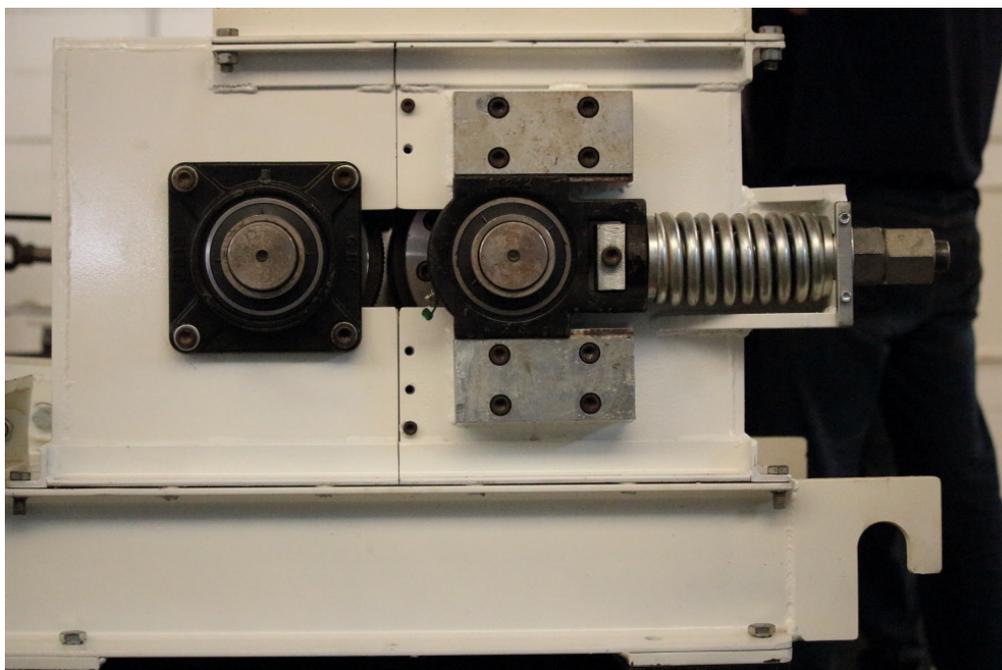
3.15 VARIAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS E TIPOS DE REGULAGENS POSSÍVEIS

Para a **MILHO SA** o mais importante é fazer com que nossos clientes saibam o que estão utilizando para que possam usufruir ao máximo dos equipamentos por nós fabricados, desta forma seguimos detalhando mais especificidades destes equipamentos:

QUANTIDADE DE MOINHOS EM PARALELO - Um moinho de rolo é uma máquina de moer, que reduz delicadamente e gradualmente a granulometria do material processado. Dentro da máquina, há um, dois ou três pares de rolos dentados e moldados, que são sustentados, em suas extremidades, pelos rolamentos dos rolos cilíndricos.



REGULAGEM DE AFASTAMENTO ENTRE OS ROLOS - O rolo dianteiro tem ajuste de distanciamento do rolo traseiro já o rolo traseiro é fixo, o que possibilita ajustar o afastamento entre os rolos. Isto permite que os rolos trabalhem quase se tocando, até uma abertura de 1 a 10 mm entre eles, o que permite uma maior uniformidade das partículas processadas – ideal que 80 % das partículas passem na espessura de 3 mm entre os rolos (isso será visto no gráfico de granulometria apresentado).



A melhor regulagem é conseguida em cada produto a ser processado, dependendo das condições físicas dos mesmos. Quando em frente a máquina, o rolo mais próximo a você é chamado de pivô ou o rolo de movimentação. O rolo mais distante a você é chamado de rolo fixo. Em cada extremidade do rolo pivô, há um parafuso regulador, que trabalha como um cotovelo humano, permitindo que o braço do rolo do pivô seja ajustado mais perto ou mais distante do rolo fixo. No rolo do pivô estão os rolamentos que permitem ao conjunto de rolos da parte dianteira, ser facilmente ajustado em relação ao conjunto de rolos fixos. O rolo do pivô tem dois ajustes, ambos podendo aumentar ou diminuir a abertura entre os rolos, sendo:

Ajuste Grosso: O primeiro ajuste, chamado de grosseiro, possibilita um curso entre 0,1 a 5 mm de afastamento entre os rolos. Este ajuste é dado na montagem das caixas que compõem o moinho, em nossa fábrica. O rolo do pivô está a todo o momento sendo forçado ou empurrado para o rolo fixo pelas molas de grande atuação. As porcas e contra porcas, servem de batentes ajustáveis fornecem uma característica de segurança para impedir que o rolo do pivô toque no rolo fixo, causando danos ao equipamento.

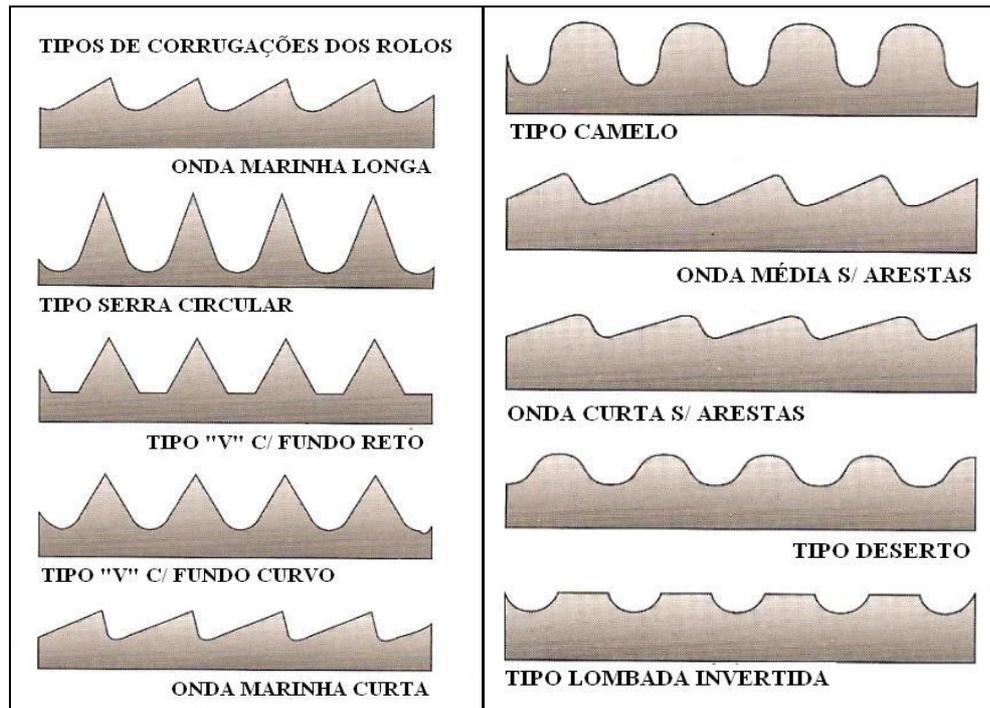
Ajuste Médio: O segundo ajuste é efetivado por intermédio de uma porca, e uma contra porca, tem ajuste no parafuso mestre de regulagem, por fios de rosca fina, com passo de 2 mm. Com este método, o afastamento entre os rolos pode ser mudado rapidamente, espremendo a mola de alta capacidade, fazendo com que, as regulagem efetiva de acordo com o apertar ou desapertar das porcas.

Ajuste Fino: A ajuste fino é efetivado, com o auxílio de uma pequena serra de corte – no caso de moagem a seco de milho, até ao equivalente da espessura de 3 serras – no caso de moagem de milho úmido. No caso de se querer uma moagem muito fina, pode-se utilizar uma folha de papel, entre os rolos para essa regulagem – Faz-se observar aqui, que quanto mais próximo os rolos trabalharem um do outro, menor a capacidade de moagem, e maior o risco de contato entre os rolos. O Ajuste fino é caracterizado pelo aperto final (TRAVAMENTO) da porca na contra porca, bem firme, para que essa regulagem se mantenha por longo período de tempo, com segurança, de forma a não danificar os rolos.

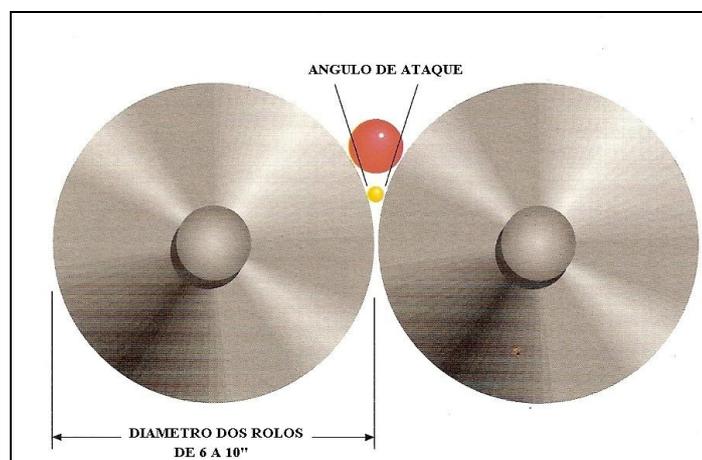
Segurança dos ajustes à passagem de elementos grosseiros (parafusos, pedras, etc...): O Sistema desenvolvido **MILHO SA** para a segurança à passagem de materiais “estranhos” entre os rolos, é o sistema de molas, bem reforçados, que automaticamente se retraem quando da passagem destes materiais. Assim que se faz completa a sua passagem, as molas voltam à posição inicial, caracterizada pelas regulagens acima citadas.

ATENÇÃO: A **MILHO SA** adverte, que a única situação mais crítica, na passagem de produtos entre os rolos, são grãos misturados com TERRA, AREIA OU PEDRAS. Neste caso, o material fica extremamente abrasivo, danificando seriamente a durabilidade dos rolos. Isso se deve, pelo fato destes materiais conterem sílica, partículas altamente abrasivas, que inclusive são utilizadas em sistemas de abrasividade do aço (jateamento de peças, por exemplo) e na composição de materiais altamente resistentes, como vidro, entre outros. Por se tratarem de matérias não ferrosas, vão passar direto nos sistemas de proteção, que em geral são lmas de alta capacidade e assim ter contato com os rolos, DANIFICANDO-OS. Apesar dos moinhos fabricados pela **MILHO SA** sejam fabricados com sistema de grades de segurança, e lmas de proteção, os Grãos misturados com este produtos muito finos, passam diretamente. Neste caso existe inclusive a perda da garantia de fabrica da durabilidade dos dentes dos rolos, que é em geral, de 1 ano de uso.

REGULAGEM DA ABRASIVIDADE DOS ROLOS – “DENTES” - As superfícies dos rolos podem ser dentadas, ondulado ou liso, dependendo de sua aplicação. Além disso, os rolos podem ter rotações diferenciadas para aumentar ou diminuir o poder de cisalhamento das partículas, deixando mais ou menos abrasiva à moagem. Conforme os rolos giram, o material é puxado pelos DENTES, entre os dois rolos. Quanto maior a largura dos rolos maior a capacidade de moagem do moinho. O resultado deste processamento pode ser de um produto laminado, quebrado, moído, ou apenas esmagado.

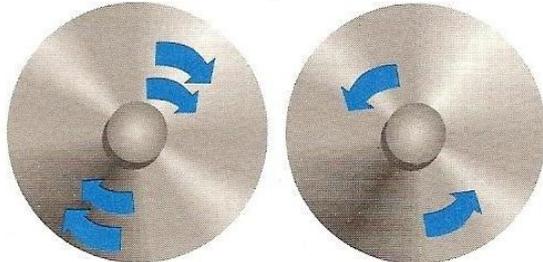


REGULAGEM DO DIÂMETRO DOS ROLOS - Todas essas regulagens citadas acima ainda poderão ser conciliadas com o diâmetro e o comprimento de cada rolo, promovendo o acabamento e a produção resultante de cada EQUIPAMENTO.



REGULAGEM DE ROTAÇÃO RELATIVA DOS ROLOS - Ainda é possível uma regulagem da rotação relativa dos rolos, dependendo diretamente do diâmetro de cada produto a ser processado e o teor de umidade do mesmo (Figura 1).

RELAÇÕES POSSÍVEIS DE VELOCIDADES



1.00	a	1.00
1.25		1.00
1.50		1.00
1.75		1.00
2.00		1.00

A principal diferença entre os moinhos de rolos e os moinhos de martelos, é que os martelos funcionam todos a uma mesma velocidade e em alta rotação e os rolos funcionam a uma velocidade diferente em relação um ao outro. Um moinho de martelo processa o produto, sem controle sobre a quantidade de vezes que uma mesma partícula será efetivamente esmagada pela grande quantidade de martelos dos moinhos. Já nos moinhos de rolos, por causa de sua velocidade diferencial, as partículas são **CRAQUEAR** pelos rolos uma, duas ou três vezes. Isto irá variar de acordo com o número de pares de rolos do equipamento. “CRAQUER” - [dividir](#), para [quebrar](#), para [rachar](#), [ranger](#), para [trituração](#).

As velocidades diferenciais das polias, que transmitem rotação da força motriz (tratora, elétrica, etc..) têm um papel importante no controle do tamanho de partículas. Geralmente, as velocidades diferenciais mais elevadas possibilitam o processamento de produtos mais finos. As velocidades diferenciais típicas são 1, 1.25, 1.5, 1.75 e 2 para 1. Para assegurar velocidades apropriadas dos rolos, um diferencial de conjunto de POLIAS, já é fornecido de **MILHO SA**, com o equipamento padrão. Assim, pode-se variar opcionalmente esta relação, sendo que todas as peças necessárias para isto estarão sempre disponíveis na **MILHO SA**.

Depois da escolha correta do equipamento, em termos de capacidade e tipo de rolo, o principal ponto para se obter o resultado esperado da moagem, que é a uniformidade e padrão no tamanho final do material processado, é a regulagem específica adequada a cada produto a ser processado. A regulagem dos moinhos de rolo pode ser feita por vários mecanismos que os compõem.

A melhor regulagem é conseguida em cada produto a ser processado, dependendo das condições físicas dos mesmos. Quando em frente a maquina, o rolo mais próximo a você é chamado de pivô ou o rolo de movimentação. O rolo mais distante

a você é chamado de rolo fixo. Em cada extremidade do rolo pivô, há um parafuso regulador, que trabalha como um cotovelo humano, permitindo que o braço do rolo do pivô seja ajustado mais perto ou mais distante do rolo fixo. No rolo do pivô estão os rolamentos que permitem ao conjunto de rolos da parte dianteira, ser facilmente ajustado em relação ao conjunto de rolos fixos. O rolo do pivô tem dois ajustes, ambos podendo aumentar ou diminuir a abertura entre os rolos, sendo:

Ajuste Grosso: O primeiro ajuste, chamado de grosseiro, possibilita um curso entre 0,1 a 5 mm de afastamento entre os rolos. Este ajuste é dado na montagem das caixas que compõem o moinho, em nossa fábrica. O rolo do pivô está a todo o momento sendo forçado ou empurrado para o rolo fixo pelas molas de grande atuação. As porcas e contra porcas, servem de batentes ajustáveis fornecem uma característica de segurança para impedir que o rolo do pivô toque no rolo fixo, causando danos ao equipamento.

Ajuste Médio: O segundo ajuste é efetivado por intermédio de uma porca, e uma contra porca, tem ajuste no parafuso mestre de regulagem, por fios de rosca fina, com passo de 2 mm. Com este método, o afastamento entre os rolos pode ser mudado rapidamente, espremendo a mola de alta capacidade, fazendo com que, as regulagem efetiva de acordo com o apertar ou desapertar das porcas.

Ajuste Fino: A ajuste fino é efetivado, com o auxílio de uma pequena serra de corte – no caso de moagem a seco de milho, até ao equivalente da espessura de 3 serras – no caso de moagem de milho úmido. No caso de se querer uma moagem muito fina, pode-se utilizar uma folha de papel, entre os rolos para essa regulagem – Faz-se observar aqui, que quanto mais próximo os rolos trabalharem um do outro, menor a capacidade de moagem, e maior o risco de contato entre os rolos. O Ajuste fino é caracterizado pelo aperto final (TRAVAMENTO) da porca na contra porca, bem firme, para que essa regulagem se mantenha por longo período de tempo, com segurança, de forma a não danificar os rolos.

Segurança dos ajustes à passagem de elementos grosseiros (parafusos, pedras, etc...): O Sistema desenvolvido MILHO SA para a segurança à passagem de materiais “estranhos” entre os rolos, é o sistema de molas, bem reforçados, que automaticamente se retraem quando da passagem destes materiais. Assim que se faz completa a sua passagem, as molas voltam à posição inicial, caracterizada pelas regulagens acima citadas.

ATENÇÃO: A MILHO SA adverte, que a situação mais crítica, na passagem de produtos entre os rolos, são grãos misturados com TERRA, AREIA OU PEDRAS. Neste caso, o material fica extremamente abrasivo, danificando seriamente a durabilidade dos rolos. Isso se deve, pelo fato destes materiais conterem sílica, partículas altamente abrasivas, que inclusive são utilizadas em sistemas de abrasividade do aço (jateamento de peças, por exemplo) e na composição de materiais altamente resistentes, como vidro, entre outros. Por se tratarem de matérias não ferrosas, vão passar direto nos sistemas de proteção, que em geral são Imas de alta capacidade e assim ter contato com os rolos, DANIFICANDO-OS. Apesar dos moinhos fabricados pela MILHO SA sejam fabricados com sistema de grades de segurança, e imas de proteção, os Grãos



misturados com este produtos muito finos, passam diretamente. Neste caso existe inclusive a perda da garantia de fabrica da durabilidade dos dentes dos rolos, que é em geral, de 1 ano de uso.

MILHO SA - VALERIA DE CASSIA MENDES DE FREITAS RODRIGUES - ME

End. Av. Marginal Presidente Kennedy, 900 – Boxe 16 – Br. Estádio

Cep. 13.501-500 - Rio Claro – SP

Fones (0055) (19) 3533.1928 ou 98154.9030