

Escola Politécnica



Universidade de São Paulo

Trabalho de Formatura

Dimensionamento Matemático Computacional de Instalações de Britagem

Autor: André Philipe Lima Passari

Orientador: Prof. Dr. José Renato Baptista Lima

Data: Dez/2000

TF-2000
P266d
Lynne 11445220

Escola Politécnica



Universidade de São Paulo

Trabalho de Formatura

Dimensionamento
Matemático
Computacional de
Instalações de Britagem

M2000C

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700005467

Orientador: Prof. Dr. José Renato Baptista Lima

Data: Dez/2000

Índice

1. Agradecimentos	3
2. Objetivo	5
3. Cominuição	6
3.1. Introdução	6
3.2. Princípios da Fragmentação	6
3.3. Operações de Cominuição	9
4. Britagem	13
4.1. Equipamentos	14
4.1. Britadores de mandíbulas	15
4.2. Britadores Giratórios	17
5. Modelagem matemática	20
5.1. Introdução	20
5.2. Estrutura das Planilhas	20
5.3. Navegação pelo Programa	28
5.4. Dimensionamento	29
6. Guia de Uso	34
6.1. Iniciando o Programa	34
6.2. Malha de Operação e Curva ROM	35
6.3. Direcionando Material para a Britagem	38
6.4. Seleção do Equipamento	40
6.5. Fechamento de Circuito	42
6.6. Comparação dos Resultados	43

7. Guia para Expansão do Sistema	45
8. Conclusão	48
Referência Bibliográfica	49
Anexos	50
Anexo 1. Código fonte das macros utilizadas	50

i. Agradecimentos

Este trabalho não seria possível sem a indispensável ajuda daqueles que, à época da elaboração do programa **Britagem**, trabalhavam junto ao departamento de Britagem e Peneiramento da Svedala Faço: um especial obrigado para a equipe Toshihiro, Alfredo, Ricardo e João.

1. Introdução

O trabalho “Dimensionamento Matemático Computacional de Instalações de Britagem” é, acima de tudo, o resultado prático de uma necessidade de se ter um aplicativo computacional que possibilitasse a rápida simulação e dimensionamento de uma instalação de britagem para as mais variadas aplicações.

O resultado é um aplicativo de fácil uso e de manipulação simplificada para o dimensionamento de uma instalação de britagem completa, indo desde o chamado ROM (“Run of Mine”) até o estágio da britagem quaternária.

Sendo desenvolvido dentro do ambiente da Svedala, os vários britadores contidos dentro do sistema são, naturalmente, britadores Faço.

2. Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo que permite a modelagem matemática de instalação de britagem, visando o seu dimensionamento em cima de uma base computacional. Este modelo foi desenvolvido em planilha eletrônica Excel e nasceu da experiência de mais de um ano do autor trabalhando junto ao departamento de Britagem e Peneiramento da empresa Svedala Faço.

3. Cominuição

3.1. Introdução

A cominuição refere-se ao conjunto de operações de redução de tamanhos de partículas minerais, executado de maneira controlada e de modo a cumprir um determinado objetivo pré-estabelecido, ou seja, obter um produto com granulometria mais reduzida.

Na operação de fragmentação, executa-se uma série de operações que têm como finalidade a redução do sólido mineral através de ação mecânica externa. Além de controlar o tamanho máximo dos diversos produtos e subprodutos gerados ao longo do processo de cominuição, outros cuidados devem ser levados em consideração como a geração de quantidades excessivas de finos ou o desgaste exagerado do maquinário envolvido.

Entre as necessidades apontadas para a realização dos processos de redução de tamanho das partículas, pode-se apontar como principais:

- permitir o transporte contínuo, principalmente através da utilização de transportadores de correia - que são, via de regra, mais convenientes e econômicos que caminhões ou outros veículos a diesel;
- simplificar o manuseio do material mineral;
- permitir a utilização do minério, segundo a especificação final de uso para a aplicação que este será destinado;
- possibilitar a separação entre o mineral de minério e a ganga, possibilitando a sua separação e concentração em etapas posteriores.

3.2. Princípios da Fragmentação

A maioria dos minerais são compostos de materiais cristalinos, onde os átomos estão arrançados regularmente em estruturas tridimensionais. A disposição espacial dos átomos é determinada pelo tamanho e tipos de ligações físicas e

químicas que os mantêm unidos na rede cristalina.

Estas ligações podem ser quebradas se tensionadas por forças externas, geradas por cargas de tensão ou compressão. Se for possível controlar os processos responsáveis pela aplicação destas cargas, será então possível desenvolver equipamentos destinados a cominuição dos materiais minerais.

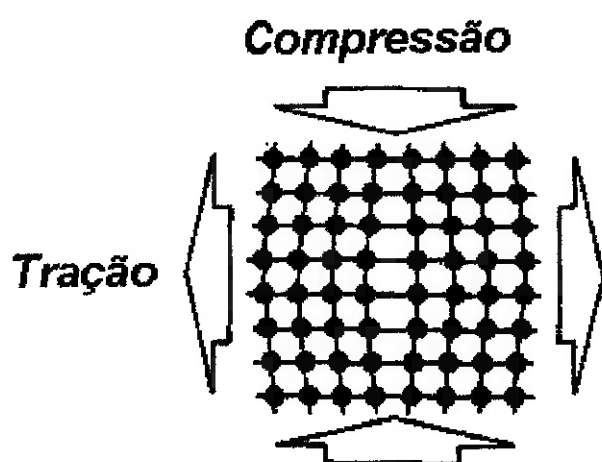


Figura 1 [3]: ação dos esforços de tração e compressão em um retículo cristalino

Um material ideal se rompe quando o limite de ruptura é ultrapassado. Em outras palavras, o material romperá quando todos os laços atômicos de um certo plano forem quebrados.

Porém, isso não acontece de maneira fácil com as rochas pois estas são materiais heterogêneos, anisotrópicos e contém falhas, tanto em escala micro como macroscópica.

Mesmo quando as rochas são sujeitas a forças uniformes, as tensões internas não são distribuídas da mesma maneira, já que as rochas são constituídas de minerais dispersos e com grãos de vários tamanhos. A distribuição da força depende, não só das propriedades mecânicas de cada mineral, mas também da presença de gretas e falhas no corpo mineral que agem como sítios de concentração de tensões.

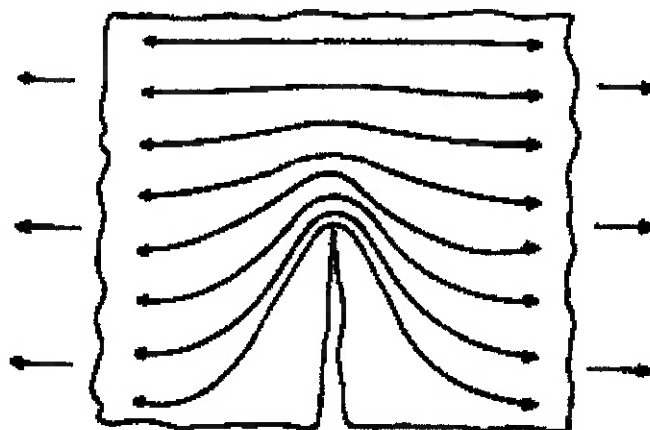


Figura 2 [3]: presença de greta atuando como concentradora de tensões

Quando uma rocha é submetida a esforços, ativam-se as falhas existentes, o que significa que os esforços se concentram nas ligações atômicas localizadas na ponta das falhas, multiplicando a tração. Entretanto, há um valor crítico para o comprimento da aresta, em qualquer nível particular de força, no qual o aumento de tensão na extremidade da greta é suficiente para romper as ligações atômicas neste ponto. Tal ruptura prolonga o comprimento da greta, aumentando conseqüentemente a concentração da tensão e causando a rápida propagação da greta, o que acarretará uma fratura na rocha. A propagação das gretas pode ser inibida por outras gretas ou por alcançar o limite do cristal. Rochas com grãos finos, tais como as taconitas, são geralmente mais resistentes que aquelas que apresentam grãos grosseiros.

A energia mecânica necessária à fragmentação da rocha é transmitida de três maneiras diferentes: através da compressão, do impacto e do atrito.

Quando da aplicação da compressão a partículas irregulares, o produto se apresenta em duas faixas de tamanho: partículas grosseiras resultantes da quebra segundo as tensões principais de cisalhamento (de inclinação constante em relação à direção das tensões de compressão, apresentando partículas com certa cubicidade e faces relativamente planas) e partículas finas resultante da quebra por compressão no lugar de aplicação da carga e também nos planos de deslizamento entre as partículas grosseiras.

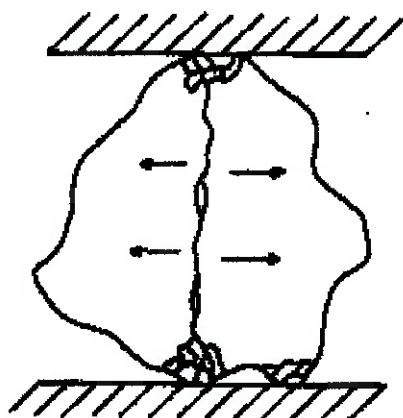


Figura 3 [3]: formação de partículas grossas e finas no processo de cominuição

A quantidade de finos produzidos pode ser reduzida minimizando a área de aplicação da carga e isto é feito nas máquinas de britagem usando superfícies corrugadas. A resistência das rochas à compressão é muito maior que a resistência à tração quando, geralmente, a ruptura se produz ao longo dos planos de cisalhamento.

Na quebra por impacto os esforços são aplicados rapidamente, o que leva a partícula sofrer uma pressão elevada e instantânea. O resultado é a absorção de mais energia do que a necessária para uma simples fratura. A rocha fragmenta-se então rapidamente, não havendo praticamente deformação. O produto apresenta-se como partículas de tamanho e forma semelhantes.

A quebra por abrasão produz uma grande quantidade de material fino. Este mecanismo acontece principalmente devido às interações partícula-partícula e podem ocorrer em um britador se este é alimentado, por exemplo, rapidamente, o que provoca um contato maior entre as partículas aumentando assim a atrição.

3.3. Operações de Cominuição

As operações de cominuição são divididas em duas partes: a britagem e a moagem. Elas se diferenciam não só em termos da faixa de tamanhos considerada, como também dos mecanismos de redução de tamanhos envolvidos.

Nos processos de britagem, as partículas grosseiras sofrem a ação de forças de compressão ou de impacto. Os processos de moagem se restringem às frações mais finas e utilizam mecanismos de abrasão e arredondamento ("chipping" - quebra de arestas).

A operação de fragmentação compreende diversos estágios que se aplicam ao minério, desde a mina até ele estar adequadamente preparado para o processo industrial subsequente.

O emprego de explosivos ou do desmonte mecânico para remover o minério da jazida é o primeiro estágio de fragmentação, onde são produzidos blocos volumosos, mas de um tamanho tal que permite alimentar as máquinas de britagem.

A este material que vem direto da mina (o qual já apresenta uma determinada distribuição granulométrica) dá-se o nome genérico de ROM, abreviação do inglês "Run of Mine".

Do ROM até o material pronto para seguir para as etapas subsequentes à cominuição, emprega-se uma grande variedade de processos aonde o minério vai seguindo ao longo de uma sequência lógica, passando por uma série de equipamentos. Este arranjo de equipamentos é chamado de circuito de cominuição (constituído, como já citado, de britagem, moagem e operações auxiliares).

Nos circuitos de cominuição, a britagem tem necessariamente uma relação de redução pequena quando comparada com as etapas finais do circuito. As forças aplicadas são elevadas e a geometria do equipamento possui uma importância fundamental. A moagem leva a relações de redução grandes e usualmente é feita em dois estágios (a moagem grossa e a moagem fina). De uma maneira geral, é possível encontrar-se até seis estágios de cominuição, quatro de britagem e dois de moagem. A britagem quaternária e a moagem grossa se superpõem no que se refere à faixa de tamanhos considerada. A tabela abaixo traz a relação entre os estágios a relação de redução.

Tabela 1: relação entre estágio de um circuito de cominuição e a relação máxima de redução

Estágio	Limites da Relação de Redução
Britagem primária	8:1
Britagem secundária	6 a 8:1
Britagem terciária	4 a 6:1
Britagem quaternária	20:1
Moagem grossa	20: 1
Moagem fina	100 a 200:1

Um exemplo de circuito de cominuição genérico está mostrado na figura 4. Neste circuito é possível observar as etapas de britagem e moagem.

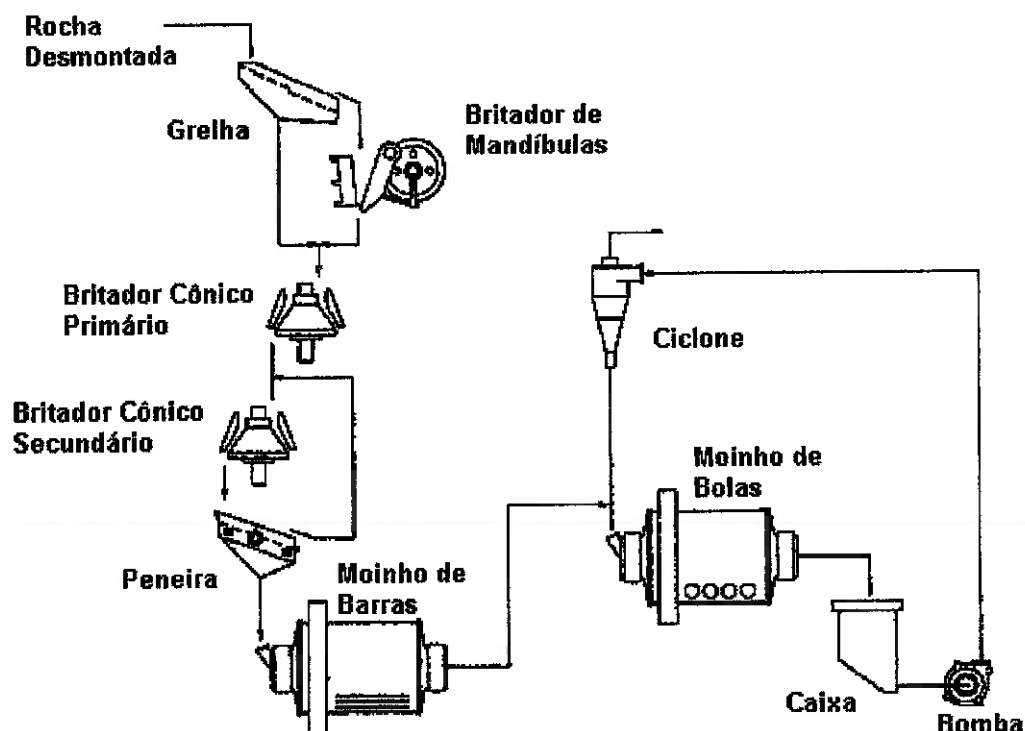


Figura 4 [2]: circuito típico de cominuição

As operações de cominuição podem ser feitas tanto a seco quanto a úmido. Com o termo *a úmido* entenda-se o fato que cominuição é feita numa polpa com água suficiente para o transporte dos sólidos. A seco significa que o processo é realizado com a umidade natural do minério, isto é, sem a adição de água. A regra no tratamento de minérios é a operação a úmido na moagem e a seco na britagem.



4. Britagem

A britagem é considerada o primeiro estágio no processamento de minérios, utilizando uma série de etapas e equipamentos para a redução do minério a um tamanho conveniente ou para a liberação dos minerais associados.

Não é possível traçar um circuito padrão para qualquer tipo de minério. Geralmente, a operação de britagem é feita dentro dos estágios considerados convenientes em cada aplicação em particular. As várias etapas de um circuito de britagem podem ser divididos em:

a) britagem primária: os britadores empregados são os de grande porte e sempre operam em circuito aberto, geralmente empregando uma única máquina. Normalmente são alimentados através de alimentadores vibratórios apoiados, que realizam – quando requerido – uma pré-classificação. A britagem é executada a seco e tem uma razão de redução da ordem de 8:1. Seu principal objetivo é colocar o material dentro de uma faixa de tamanho mais homogênea. Os equipamentos utilizados na britagem primária são britador de mandíbula (um e dois eixos), britador giratório (dispensa alimentador), britador de impacto e o de rolos dentados;



b) britagem secundária ou rebitagem: são entendidos como britagem secundária, de forma geral, todas as operações de britagem subsequentes à primária. Tem como objetivo já preparar o material dentro de uma distribuição granulométrica para a etapa de moagem, ou para a distribuição granulométrica exigida como produto final (caso da brita, por exemplo). É comum na britagem secundária o descarte prévio da fração fina da alimentação (escalpe), com a finalidade de aumentar a capacidade de produção e reduzir o desgaste das máquinas (evitando assim a entrada no britador de material já fino). Os equipamentos normalmente utilizados são o britador giratório secundário, o britador de mandíbulas secundário (um eixo), o britador cônico, o britador de

martelos e o britador de rolos. Os britadores giratórios, mandíbulas e martelos são semelhantes àqueles empregados na britagem primária, apenas tendo dimensões menores;



c) britagem terciária: em geral é o último estágio de britagem, no entanto, existem usinas contando com o quarto estágio, sendo que este fato está ligado às características de fragmentação do material, ou à granulometria do produto final. Os equipamentos em geral utilizados são os britadores cônicos, que frequentemente exigem um maior controle de operação, geralmente trabalhando em circuito fechado e já

contando com a classificação (feita na grande maioria das vezes por peneiras vibratórias apoiadas);

d) britagem quartenária: este estágio se sobrepõe, muitas vezes, na faixa de operação da moagem grossa. Utiliza basicamente os mesmos equipamentos da britagem terciária, com as devidas proporções adaptadas à granulometria da alimentação e do produto requeridos. Também costuma trabalhar em circuito fechado.

4.1. Equipamentos

Existe um grande número de tipos de britadores. Porém, os mais comuns estão descritos na tabela abaixo.

Tabela 2- os diferentes tipos de britadores e suas posições em um circuito de britagem

Família	Tipo	Função
Mandíbulas	1 eixo	Primário a terciário
	2 eixos	Primário
Giratórios	Giratórios	Primários
	Cônicos standard	Secundários
	Cônicos "short head"	Terciários
	Inter-partículas	Quaternários
Impacto	Com eixo horizontal	Primários a terciários
	Com eixo vertical	Terciários
	Moinho de martelo	Terciários a quaternários
Especiais	Bradford	Primários
	Outros	Carvão e minerais "moles"

Serão descritos aqui com mais detalhes, não todos os equipamentos existentes a disposição da britagem, mas sim aqueles que constam no programa desenvolvido e chamado de "**Britagem**".

4.1. Britadores de mandíbulas

A figura seguinte apresenta um esquema construtivo de um britador de mandíbulas de um eixo. Ele é composto basicamente de uma mandíbula fixa e uma móvel ligada ao excêntrico, o qual fornece o movimento de aproximação e afastamento entre elas.

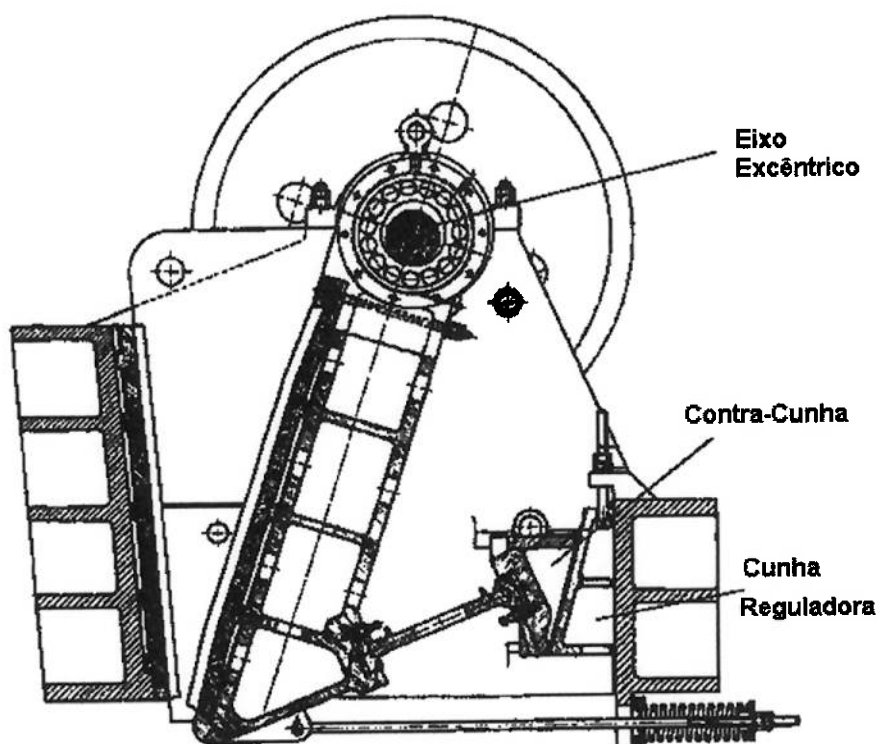


Figura 5 [2]: esquema construtivo de um britador de mandíbulas

Nele, o fragmento de rocha ou minério a ser britado é alimentado no espaço entre as duas mandíbulas e, durante o movimento de aproximação, é esmagado. Os fragmentos resultantes escoam para baixo, durante o movimento de afastamento da mandíbula móvel. Este por sua vez, se movimenta em torno de um eixo excêntrico.

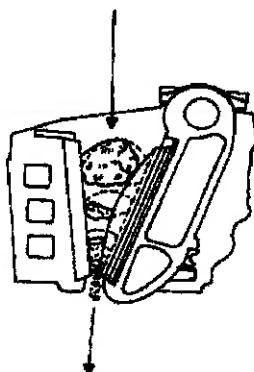


Figura 6 [3]: movimento do material ao longo de um britador de mandíbulas

Os britadores disponíveis no aplicativo "Britagem" são os britadores primário e secundário de um eixo, além da família de britadores "Jawmaster" (família de britadores primários da Svedala, modificados de acordo com tecnologia própria).

4.2. Britadores Giratórios

Os britadores giratórios possuem um funcionamento um pouco diferente dos britadores de mandíbula. Eles operam através de um elemento móvel (o cone) e um elemento fixo (o manto ou côncavo). O cone apresenta um movimento excêntrico, o qual gira em torno de um eixo que não é o eixo do cone. Desta forma, ele se aproxima e se afasta das paredes internas do manto em um movimento circular. Um esquema construtivo pode ser visto na figura 7.

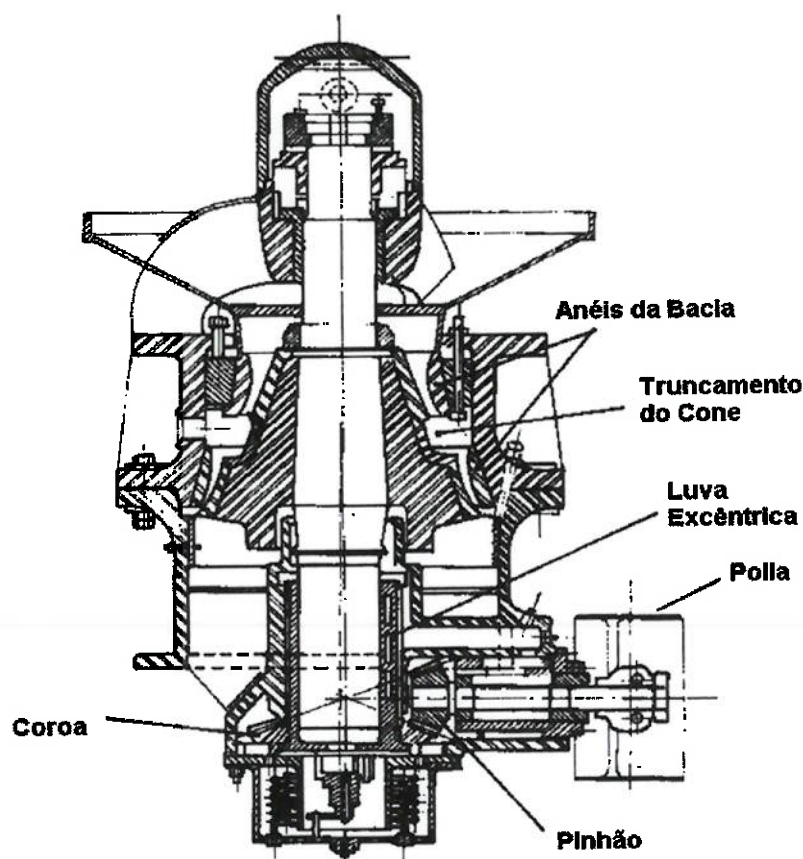


Figura 7 [3]: esquema construtivo de um britador giratório

Neste movimento oscilatório, um lado do cone se aproxima do manto, enquanto que o outro lado se afasta. A parte que se aproxima esmaga as partículas entre o manto e o cone. A parte que se afasta abre espaço para que as partículas caiam até serem contidas e então, no movimento de aproximação, serem esmagadas.

Portanto, o princípio de funcionamento do britador giratório consta de movimento de aproximação e distanciamento do cone central em relação à carcaça. Este movimento circular faz com que toda a área da carcaça seja utilizada na britagem, o que fornece ao britador uma grande capacidade de operação, além de oferecer a vantagem operacional de se poder carregar o britador por qualquer lado e de se poder trabalhar com ele afogado.

Nos britadores de mandíbula, o projeto mecânico não varia muito quando se trata do estágio primário, secundário ou terciário. Já no caso da família dos britadores giratórios isto não ocorre, sendo cada estágio com um projeto de equipamento diferente.

Os equipamentos são então:

a) britadores giratórios primários.

Neste equipamento, o cone é longo e a câmara aberta para cima. Este desenho permite que o britador receba fragmentos de grandes dimensões.

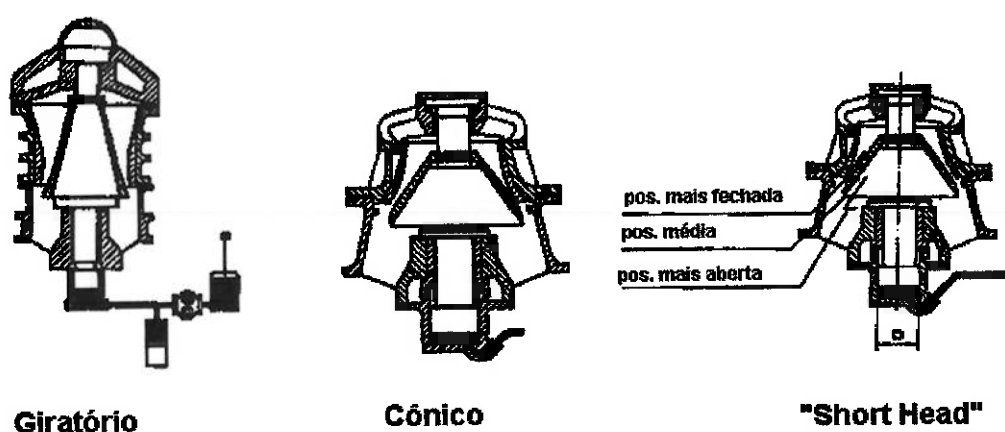


Figura 8 [2]: britadores giratórios

b) britadores cônicos.

Utilizados para a britagem secundária e terciária; a altura do cone é reduzida em relação ao diâmetro da base e o manto fecha-se no topo, permitindo um melhor aproveitamento do volume da câmara. As câmaras aparecem desenhadas para materiais grossos médios ou finos, permitindo um maior controle da distribuição granulométrica do produto de britagem. Esta característica possibilita aos britadores cônicos grande versatilidade de utilização. Dentro do grupo dos britadores, existem aqueles chamados de "short head". Estes britadores apresentam uma câmara mais fechada e um desenho mais curto, atuando normalmente como britadores terciários.



5. Modelagem matemática

5.1. Introdução

Como já foi dito, o sistema de seleção de instalações de britagem “Britagem” é o resultado prático do desenvolvimento de uma ferramenta computacional para o cálculo de dimensionamento de instalação de britagem.

Ao longo de seu desenvolvimento, muitas versões foram sendo desenvolvidas, bem como, muitas possibilidades de modelagem foram sendo criadas, até chegar naquela considerada como a mais prática e funcional.

A opção pela utilização de uma planilha eletrônica em vez de uma linguagem de programação específica teve como motivo a simplicidade e praticidade que traria a primeira escolha. Desta forma, não seria necessário a instalação de nenhum “software” específico para programação, bem como o programa poderia depois ser “herdado” por outra pessoa sem grandes dificuldades – já que o aplicativo Excel®, onde o “Britagem” foi criado, é de amplo uso.

Desta maneira, o aplicativo “Britagem” constitui-se de uma série de planilhas eletrônicas interligadas, cada uma responsável por cálculos e pré-cálculos, sendo que todas elas foram otimizadas através do uso de macros (programação em “Visual Basic for Application”).

Na parte “Anexos” deste trabalho é possível visualizar todos os códigos de das macros utilizados neste projeto.

A tela principal do programa está disponível em dois idiomas, português e espanhol. Deste modo, é possível desenvolver projetos voltados não somente para o mercado nacional, mas sim para toda a América Latina.

5.2. Estrutura das Planilhas

Como já foi dito, o programa é dividido em uma série de planilhas eletrônicas, cada uma contendo um objetivo definido. Existe um total de 18 planilhas, onde nem todas são destinadas à visualização. Todas elas ficam ocultas a maior parte do tempo, sendo que é possível enxergar no máximo duas planilhas

por vez. O trabalho de ocultar e reexibir as planilhas ao longo da operação de dimensionamento é feito com o auxílio de macros.

Como cada uma das planilhas possui um objetivo pré-estabelecido claro, o trabalho de rastrear possíveis problemas ou mesmo a expansão do sistema com a incorporação de novas máquinas fica bastante facilitado. Todas as telas seguem padrões constantes de "lay-out" e entrada de dados, para que o usuário não se sinta confuso ao caminhar de uma tela para outra.

Segue agora uma descrição detalhada de todas as planilhas existentes no sistema.

1. CALCROM

É a planilha central, funcionando como centralizadora dos dados de entrada e dos resultados de saída; ela possui o desenho da folha padrão normalmente utilizado como prancheta dos resultados de dimensionamento de instalação. É esta planilha que poderá ser impressa pelo usuário. Não existe entrada manual de dados nesta planilha.

2. CALC

Possui a mesma função da CALCROM, porém sem a opção de ser ter as colunas destinadas ao ROM.

3. ESPROM

Esta também é uma planilha centralizadora com exatamente as mesmas opções que a CALCROM, mas só que no idioma espanhol.

4. ESPANHOL

Refere-se à planilha CALC, mas só que no idioma espanhol.

5. MALHA

É a planilha onde serão colocadas as malhas que serão utilizadas no dimensionamento. Os valores devem estar em milímetros, colocados na coluna MALHA. Estas malhas podem ser modificadas a qualquer momento, bastando

retornar para esta tela e fazer as alterações necessárias. Conforme for sendo colocado as malhas próprias para o dimensionamento, a coluna FAIXA estará sendo preenchida automaticamente.

6. ROM

Quando se optar por se trabalhar com ROM, será possível escolher uma das curvas numeradas de 62 a 66, segundo especificado na bibliografia (1). Estas curvas representam os coeficientes de distribuição granulométrica (malha em que 50% é passante) como mostrado a seguir:

Curva	62	63	64	65	66
Coeficiente S50 (mm)	150	250	350	450	Rocha escarificada

Caso o usuário ache que seu subproduto do desmonte não obedeça a nenhuma destas distribuições, ainda é possível entrar manualmente com os valores desejados, escolhendo a opção OUTROS.

7. P_PRIM

Nesta tela acontece a seleção da quantidade de material que será destinada à britagem primária. Caso tenha sido escolhido não trabalhar com a opção ROM, esta tela não estará disponível para ser acessada. Quando se assume que o produto proveniente do desmonte possui uma determinada distribuição granulométrica (ROM), é então interessante destinar o material que já estiver dentro da distribuição granulométrica alvo para o produto final e destinar para a britagem primária o material que realmente tenha que ser britado. Na prática, isto é feito com o uso de uma grelha ou equipamento similar durante a alimentação do britador.

No caso deste aplicativo, a indicação do material destinado a britagem primária é facilitada através da possibilidade de duas opções de forma de medida: % ou t/h (ou m³/h, caso se esteja utilizando esta unidade). Assim, se for de interesse

direcionar todo o material acima de uma determinada granulometria, pode-se fazê-lo entrando com o valor de 100% ou com toda a medida em t/h para aquela granulometria em especial.

Existem ainda duas colunas a parte referentes à distribuição granulométrica do produto final. Desta forma, é possível acompanhar desde o início se os objetivos estão sendo alcançados ou não. Todo o material que não for destinado à britagem primária é automaticamente tomado como parte do produto final.

8. PRIMÁRIO

É nesta tela que ocorre a seleção do equipamento que realizará a britagem primária. O resultado de cada seleção poderá ser observado através da coluna de distribuição granulométrica do produto final.

Para que a seleção aconteça, existem alguns parâmetros que devem ser preenchidos. O primeiro deles é a escolha do britador a ser alocado para a britagem primária. Para tanto, existe uma lista dos modelos de britadores disponíveis para seleção, os quais o usuário deverá escolher um deles. As opções são: JawMaster® (britador primário de 1 eixo da linha JawMaster), Mandíbulas (britador primário de 1 eixo tradicional), Hydrocone (rebritador Hydrocone Série 1000, conforme padrão da Svedala Faço), Cone (rebritador Cone) e Outros. Com a opção outros, é possível fazer a entrada da distribuição granulométrica manualmente.

Assim que o britador é selecionado, é necessário entrar com outros parâmetros. Enquanto estes valores não forem informados, os valores nas colunas de resultado estarão retornando a informação #N/D ou #REF!. Esta situação se repete com todos os outros tipos de britadores, sejam eles de mandíbula ou giratórios (independente do estágio de britagem). Caso a escolha recaia sobre o JawMaster, será necessário entrar com o valor da distância da abertura em sua posição fechada (CSS). Quando a escolha de britador estiver em Mandíbulas, será necessário informar o valor do movimento do queixo (ou excêntrico, ME). Já quando a escolha recair sobre o Hydrocone, será necessário informar o valor da

porcentagem contida no material que se encontra menor do que a abertura na posição fechada ($\% < \text{CSS}$).

Existem outros campos a serem preenchidos, tais como modelo da máquina e potência do equipamento, mas estes não interferem no resultado final, sendo informações complementares que podem auxiliar na decisão de compra do equipamento.

Está disponível também a opção de circuito fechado, apesar de ser pouco comum ser requerida neste estágio de britagem. A escolha é feita selecionando o botão FECHADO e informando o valor da malha de fechamento do circuito (MFC).

9. P_SECUN

Possui a mesma função da tela P_PRIM e funciona da mesma maneira. Com a P_SECUN é feita a escolha da quantidade de material que será destinado à britagem secundária, sendo que esta escolha pode ser feita através de porcentagem ou t/h (m^3/h), da mesma forma que a P_PRIM. A coluna de distribuição granulométrica do produto final também está disponível para visualização.

10. SECUNDÁRIO

Aqui acontece a seleção do equipamento para a britagem secundária e seus parâmetros de uso.

Seguindo o padrão do programa, esta tela funciona da mesma maneira que a PRIMÁRIO: existe uma lista de britadores disponíveis para seleção e um conjunto de parâmetros que devem ser preenchidos para que seja determinada a distribuição granulométrica obtida com a máquina selecionada. Os britadores disponíveis são: Mandíbulas (rebritador de mandíbulas), Hydrocone (rebritador Hydrocone Série 1000), Cone (rebritador Cone), Giratório (britador Giratório secundário) e Outros. A opção outros permite fazer a entrada manual da distribuição granulométrica. Os parâmetros que devem acompanhar a seleção do equipamento são os mesmos que acontecem em PRIMÁRIO. No caso do britador Giratório, os parâmetros são os mesmos do Hydrocone.

11. P_TERC

Segue o mesmo padrão das telas P_PRIM e P_SECUN. Com a P_TERC, é feito a escolha da quantidade de material que será destinado à britagem terciária, sendo que esta escolha pode ser feita através de porcentagem ou t/h (m³/h). A coluna de distribuição granulométrica do produto final está disponível para visualização.

12. TERCIÁRIO

Tela responsável pela seleção do equipamento da britagem terciária. Funciona da mesma forma que as telas PRIMÁRIO e SECUNDÁRIO. A lista de britadores disponíveis para seleção é: Hydrocone (rebritador Hydrocone Série 1000), Cone (rebritador Cone) e Outros. A opção Outros permite a entrada manual da distribuição granulométrica. Os parâmetros que devem acompanhar a seleção destes britadores são os mesmos como descritos anteriormente.

13. P_QUATERN

A P_QUARTEN é responsável pela determinação da quantidade de material destinado para a britagem quaternária. Funciona da mesma maneira que as telas P_PRIM, P_SECUN e P_TERC.

14. QUATERNÁRIO

Tela responsável pela seleção dos equipamentos para a britagem quaternária. Tem o mesmo funcionamento que as telas anteriores de seleção de equipamento para o estágio primário, secundário e terciário. As máquinas disponíveis são: Hydrocone (rebritador Hydrocone Série 1000), Cone (rebritador Cone) e Outros. A opção Outros permite a entrada manual da distribuição granulométrica. Os parâmetros que devem acompanhar a seleção destes britadores são os mesmos como descritos anteriormente.

15. Máquinas

A planilha *Máquinas* faz parte do conjunto de planilhas que ficam sempre ocultas às vistas do usuário. Tem a função de realizar um pré-cálculo da distribuição granulométrica de todas as máquinas cadastradas e tabeladas no programa. É nela que está contida a fórmula de interpolação matemática das tabelas de dados.

Para cada equipamento, existe uma coluna correspondente aos estágios em que esta máquina pode ser usada. Desta forma, o britador de mandíbulas, por exemplo, possui duas colunas (uma para a britagem primária e outra para a britagem secundária), onde estão sempre sendo determinadas constantemente as distribuições granulométricas de malha inicialmente definida na tela MALHA.

O objetivo desta planilha é evitar uma sobrecarga das telas de seleção de equipamento. Desta forma, quando se opta por um rebritador cone para o estágio terciário, a tela TERCIÁRIO somente faz a leitura dos dados referentes ao equipamento Cone, coluna estágio terciário, calculado nesta planilha.

16. Dados

Esta planilha não está visível para o usuário. Tem como função centralizar todas as informações contidas nos gráficos de curva granulométrica dos britadores catalogados no sistema. Para conseguir transpor estas informações em uma base em que pudesse ser lido pelo sistema, estes gráficos foram tabelados seguindo uma malha previamente estabelecida comum a todas as máquinas.

Todas as tabelas estão ordenadas seguindo um mesmo padrão, o que facilita na hora de fazer a interpolação matemática. Nas duas colunas da extrema esquerda estão as malhas (em polegadas e em milímetros); na primeira linha superior está ordenado valores de parâmetros necessários para cada tipo de máquina. No caso do britador de mandíbulas, estes parâmetros são os valores da abertura de saída na posição aberta; para o britador de mandíbulas série JawMaster® e para o rebritador Cone, os parâmetros utilizados são os valores da abertura de saída posição fechada (no JawMaster, a tabela está subdividida em função do WI do produto); para o britador giratório secundário, os parâmetros são

os valores de abertura na posição fechada, levando em consideração câmara para grossos e extra-grossos e valores extremos inferiores e superiores; para os rebritadores Hydrocone, os parâmetros são os valores de abertura na posição fechada, levando em consideração câmara para finos, médio-finos, médios, médio-grossos, grossos e extra-grossos.

É nesta planilha que estão tabelado e armazenado os valores das curvas do ROM. O modelo desta tabela segue o padrão das tabelas dos equipamentos propriamente ditos. Na coluna da extrema esquerda estão os valores das malhas; na linha superior estão os números das curvas do ROM, numerados de 62 a 67 (a curva 67 corresponde à opção Outros na tela ROM).

17. COMPARAÇÃO

Esta tela corresponde à tela final, após todo o dimensionamento. É uma planilha criada somente para comparar e analisar os resultados encontrados. Nela estão presentes os valores de distribuição granulométrica do produto final. Esta distribuição pode ser rearranjada para mostrar os resultados em função da porcentagem de passante, retido simples ou retido acumulado.

Independente da maneira que os resultados são mostrados, existe ainda uma coluna correspondente à granulometria final desejada. Os campos desta coluna estão abertos e permitem a entrada manual destes valores. Desta maneira, comparam-se os resultados teóricos obtidos pelo dimensionamento com os resultados previstos ou necessários que deveriam ser obtidos com o circuito de britagem.

Quando a opção de visualização da distribuição granulométrica do produto final recair sobre a porcentagem passante, será ainda possível a inserção de duas colunas mais na parte da distribuição granulométrica desejada: uma coluna para valores máximos e outra de valores mínimos do produto desejado. Assim, a análise do produto final acontece de uma maneira mais flexível, onde a coluna da granulometria desejada é calculada automaticamente com a média entre os valores de máximo e mínimo.

A coluna da extrema direita retorna ainda a diferença entre os valores obtidos pelo dimensionamento e os valores alvos do dimensionamento (granulometria desejada), o que facilita a comparação final dos resultados.

18. DIVERSOS

A planilha DIVERSOS é uma planilha concentradora de informações. Ela não está disponível para visualização do usuário e trabalha como um gerenciador de dados.

Como já foi comentado anteriormente, a planilha Máquinas está constantemente calculando a distribuição granulométrica do produto para cada um dos equipamentos tabelados no programa, independente da opção do usuário. Porém, conforme a seleção da máquina a ser usada em um determinado estágio do circuito acontece, a planilha DIVERSOS verifica a escolha feita e faz a leitura dos dados correspondentes na planilha Máquinas. Desta forma, a tela SECUNDÁRIO, por exemplo, lê os resultados do equipamento selecionado na planilha DIVERSOS e não na planilha Máquinas. Estas pré-seleções contidas na planilha DIVERSOS estão ordenadas em forma de tabela, onde cada coluna corresponde a um estágio da britagem.

Existem outras informações que são gerenciadas por esta planilha. Toda a lista do tipo "drop down" (onde estão contidas a lista de máquinas disponíveis para cada estágio) faz a sua leitura dos equipamentos nesta planilha também. Além disso, todos os dados inseridos pela caixa de diálogo CAIXA DE ENTRADA são armazenados na DIVERSOS; onde é lido por qualquer outra planilha que venha a precisar destes dados. A distribuição granulométrica do produto final também é calculado via DIVERSOS.

5.3. Navegação pelo Programa

Como já foi discutido, durante todo o processo de dimensionamento diversas planilhas são deixadas visíveis para depois serem ocultas novamente. A

única planilha que permanece constantemente visível é a planilha de resultado geral (CALCROM, CALC, ESPROM ou ESPANHOL).

Para estar navegando entre as diversas telas do programa, foi criado um conjunto de botões que funcionam através de macros. Estes botões estão dispostos sempre na parte superior das planilhas. Os botões de navegação disponíveis são:

1. MALHA: leva para a planilha MALHA;
2. R.O.M.: leva para a planilha ROM;
3. P/ PRIM: leva para a planilha P_PRIM;
4. PRIMÁRIO: leva para a planilha PRIMÁRIO;
5. P/ BRIT. SECUND.: leva para a planilha P_SECUN;
6. SECUNDÁRIO: leva para a planilha SECUNDÁRIO;
7. P/ BRIT. TERC.: leva para a planilha P_TERC;
8. TERCIÁRIO: leva para a planilha TERCIÁRIO;
9. P/ BRIT. QUATERN: leva para a planilha P_QUATERN;
10. QUATERNÁRIO: leva para a planilha QUATERNÁRIO;
11. COMP. DE VALORES: leva para a planilha COMPARAÇÃO;

PLANILHA GERAL: leva para a planilha de resultado final (CALCROM, CALC, ESPROM ou ESPANHOL); e

12. CAIXA DE ENTRADA: aciona a caixa de diálogo inicial.

5.4. Dimensionamento

Quando o usuário decide por uma determinada máquina, todos os cálculos necessários para a determinação da granulometria do produto deste britador acontecem de maneira simultânea. Porém, para se conseguir entender como ocorre o processo de cálculo, este será descrito de maneira linear.

Na planilha Máquinas, a distribuição granulométrica de todos os equipamentos cadastrados são constantemente calculados, independente da escolha do usuário. É nesta planilha que o processo de dimensionamento tem início.

Os dois principais parâmetros para que a distribuição granulométrica aconteça são: o modelo do equipamento e a abertura de saída na posição fechada. Quando estes dados são informados, o programa realiza uma interpolação matemática utilizando estes valores e os valores tabelados dos gráficos de distribuição granulométrica de cada máquina em particular. Esta interpolação matemática é feita através do uso de fórmulas de procura e referência disponíveis no Excel®.

A fórmula de interpolação está descrita abaixo, juntamente com exemplos dos comandos do Excel® usados para realizar este cálculo.

$$Z_{XY} = [Z_{al} + (X - a) * (Z_{bl} - Z_{al}) / (b - a)] + (Y - m) / (l - m) * [(Z_{al} - Z_{am}) + (X - a) / (b - a) * (Z_{bl} - Z_{al} - Z_{bm} + Z_{am})]$$

		a	b	...
	l	Z_{al}	Z_{bl}	...
Y →	m	Z_{am}	Z_{bm}	...
	...			

X
↓

Exemplo de uma tabela de dados, onde a linha superior representa os valores CSS e a coluna da extrema esquerda os valores das malhas. O objetivo é fazer a interpolação dos valores X e Y.

Relação das fórmulas de procura e referências do Excel utilizadas na interpolação:

$$Z_{al} = \text{ÍNDICE}(\text{TAB}; \text{CORRESP}(\text{Y}; \text{MALHA}; -1); \text{CORRESP}(\text{X}; \text{CSS}; 1))$$

$$Z_{bl} = \text{ÍNDICE}(\text{TAB}; \text{CORRESP}(\text{Y}; \text{MALHA}; -1); \text{CORRESP}(\text{X}; \text{CSS}; 1) + 1)$$

$$Z_{am} = \text{ÍNDICE}(\text{TAB}; \text{CORRESP}(\text{Y}; \text{MALHA}; -1) + 1; \text{CORRESP}(\text{X}; \text{CSS}; 1))$$

$$Z_{bm} = \text{ÍNDICE}(\text{TAB}; \text{CORRESP}(\text{Y}; \text{MALHA}; -1) + 1; \text{CORRESP}(\text{X}; \text{CSS}; 1) + 1)$$

$$a = \text{PROC}(X; \text{CSS})$$

$$b = \text{ÍNDICE}(\text{CSS}; 1; \text{CORRESP}(X; \text{CSS}; 1) + 1)$$

$$l = \text{ÍNDICE}(\text{MALHA}; \text{CORRESP}(Y; \text{MALHA}; -1); 1)$$

$$m = \text{ÍNDICE}(\text{MALHA}; \text{CORRESP}(Y; \text{MALHA}; -1) + 1; 1)$$

onde X é o valor de CSS e Y o valor da malha que se desejam interpolar. As variáveis TAB, MALHA e CSS correspondem aos valores de toda a tabela, do intervalo das malhas e do intervalo de CSS tabelados, respectivamente.

Para o caso dos britadores Hydrocone e Giratório, existe um fator adicional. Os gráficos de distribuição granulométrica do produto para estas máquinas estão subdivididos conforme o tipo de câmara de britagem utilizada (grossos e extra-grossos por exemplo). Desta forma, é necessário determinar qual das câmaras será utilizada para o produto alimentado.

A distribuição granulométrica é então determinada da seguinte maneira: a interpolação ocorre de maneira como descrita acima, independente da câmara a ser usada; os resultados são ordenados em uma tabela onde cada coluna corresponde a um tipo de câmara; utilizando o valor da porcentagem de material na alimentação menor que a abertura na posição fechada ($\% < \text{CSS}$), informada pelo usuário, faz-se uma nova interpolação seguindo a tabela abaixo.

Tabela para determinação da câmara de britagem - Hydrocone

Câmara	$\% < \text{CSS}$
Limite Superior	90
Fino	73
Médio-Fino	69
Médio	67
Médio-Grosso	65
Grosso	62
Extra-Grosso	58
Limite Inferior	40

Tabela para determinação da câmara de britagem - Giratório

Câmara	%<CSS
Limite Superior	90
Grosso	62
Extra-Grosso	58
Limite Inferior	40

O resultado é a distribuição granulométrica do produto do britador segundo sua abertura na posição fechada e sua câmara de britagem.

No caso do britador de mandíbula série JawMaster, esta mesma técnica é utilizada, porém não levando em conta o %<CSS, mas sim o WI do material alimentado (previamente informado via caixa de diálogo inicial).

Uma vez com a distribuição granulométrica do produto do britador já determinada, o resultado é transferido para a planilha DIVERSOS. Nesta planilha, os resultados são ordenados em colunas, segundo o estágio de britagem. Visto que na planilha Máquinas todas as granulometrias são calculas, independentemente do britador selecionado, o resultado correspondente ao equipamento escolhido pelo usuário é selecionado de acordo com um código de numeração pré-estabelecido. Abaixo está a tabela de correspondência entre os códigos numéricos e os britadores e seus estágios:

Tabela de correspondência entre código numérico e britadores

Numeração	Primário	Secundário	Terciário	Quaternário
1	JawMaster	Hydrocone	Hydrocone	Hydrocone
2	Mandíbulas	Mandíbulas	Cone	Cone
3	Hydrocone	Giratório	Outros	Outros
4	Cone	Cone		
5	Outros	Outros		

Dessa forma, quando o britador de mandíbulas secundário é selecionado, por exemplo, o sistema fará a correlação entre este britador e seu número

correspondente (número 2); uma função lógica do tipo SE trará somente os dados do britador de mandíbulas secundário na planilha Máquinas para a planilha DIVERSOS. A planilha SECUNDÁRIO faz somente a leitura dos dados diretamente na planilha DIVERSOS, sem precisar buscar as informações na planilha Máquinas. O resultado fica então disponível para o usuário.

O último cálculo relevante que falta ser descrito é o cálculo da carga circulante. A opção de se fechar o circuito de britagem está disponível já a partir do primeiro estágio.

Quando se opta pelo fechamento do circuito, é necessário informar ao sistema em qual malha ele será fechado (parâmetro MFC). Esta malha deve corresponder exatamente a uma das malhas que foram escolhidas na tela MALHA. Caso isso não ocorra, as colunas de resultado ficarão retornando a mensagem #N/D.

Na mesma área da planilha onde se entram os parâmetros para a seleção do equipamento a ser utilizado, algumas informações são calculadas e mostradas assim que se entra com o valor da MFC. São elas:

P.M. – porcentagem do material passante na MFC: é calculado pela planilha DIVERSOS, simplesmente buscando a porcentagem de material passante na MFC em uma situação de circuito aberto padrão;

C.C. – carga circulante: calculado pela fórmula $100/(90/(100-P.M.)-1)$; e

C.T. - carga total (alimentação + carga circulante): calculado pela fórmula $(1+C.C./100) * ALIMENTAÇÃO$.

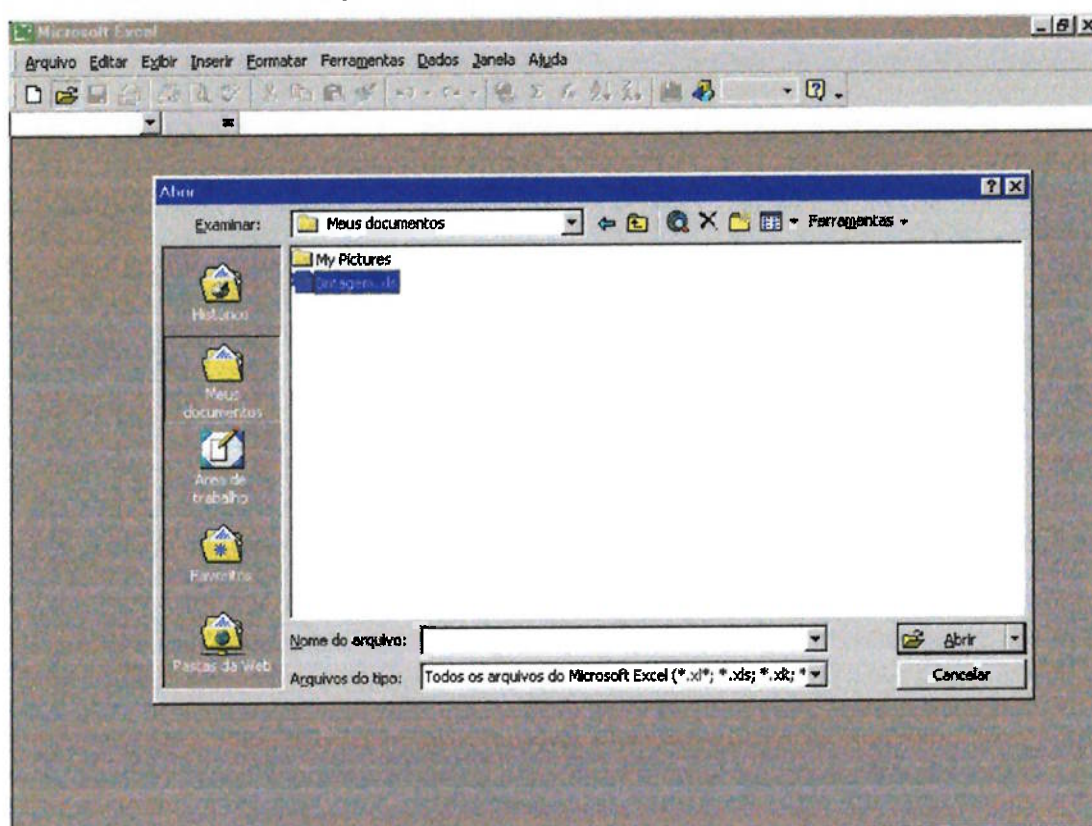


6. Guia de Uso

Segue agora um rápido guia de uso de como dimensionar uma instalação de britagem através do programa Britagem.

6.1. Iniciando o Programa

O programa Britagem, como já foi explicado, é uma planilha eletrônica do Microsoft Excel. Portanto, para iniciar o Britagem, basta abri-lo via Excel.



Uma vez executado, será disparada automaticamente a caixa de diálogo Caixa de Entrada. Nela é possível entrar com os parâmetros gerais do projeto que se deseja executar (VI do material e produção da instalação, por exemplo).

Cálculo Granulométrico - BRITAGEM (by André Passari)

Cliente: OK

Projeto: Cancelar

Preparado por: Cálculo No:

Produção: ☒ t/h ☐ m3/h

Alimentação:

Cálculo: ☐ sem ROM ☒ com ROM

Idioma: ☒ Português ☐ Espanhol

Caracterização

Material: WI: Dens. Ap.: (t/m3)

Obs.: notas e comentários, inserir diretamente na planilha principal.

Uma vez que as informações já foram colocadas na caixa de diálogo, basta selecionar o botão OK para se dar início ao dimensionamento propriamente dito.

6.2. Malha de Operação e Curva ROM

com a Caixa de Entrada devidamente preenchida, a tela seguinte será uma das telas gerais (CALCROM, CALC, ESPANHOL ou ESPROM). Caso a escolha tenha recaído pelo uso do ROM no idioma português, a tela geral será a mostrada a seguir:

Dimensionamento Matemático Computacional de Instalação de Britagem

Cálculo de Instalação de Britagem

CAIXA DE ENTRADA

MALHA	R.O.M.	P/ PRIM	PRIMÁRIO	P/ BRIT. SECUND.	SECUNDÁRIO	P/ BRIT. TERC.	TERCÁRIO	P/ BRIT. QUATERN.	QUATERNÁRIO	CO V.
Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	Pot.: (mm)	
Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	Cap.: (mm)	
Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	Alim.: (mm)	
CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	CT: (mm)	
P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	P.M.: (mm)	
G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	G.C.: (mm)	
PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	PASS. RET. PROD. (mm)	

OT: carga total que passa na malha (ALIM - CO)
 OD: carga circulante
 P.M.: peso para o mfo
 PASS: % passante selecionado
 RET: eficiência
 ME: movimento cúbico

Projeto: **GRANITO**
 Material: **GRANITO**
 Data: **02/10/01**
 Preparado por:
 Obs. Formatação:

Não há entrada de dados nesta tela, sendo ela somente uma centralizadora das informações que são obtidas ao longo do processo de dimensionamento. Ela é desenhada seguindo o desenho de uma prancheta de resultados gerais.

O passo seguinte é a entrada das malhas que se deseja estudar. Para isso, basta selecionar o botão MALHA. Este botão levará para a tela MALHA, onde se dá a entrada dos valores.

Conforme as malhas são preenchidas, a faixa correspondente (coluna da direita) é automaticamente determinada pelo sistema.



R.O.M.

MALHA	FAIXA	CURVA Nº 63	ALIM.	PASS. (%)	RET. (%)	PROD. (t/h)
(mm)	(mm)		300 (t/h)			
200,0	+200			40,0	60,0	180
150,0	200-150			32,0	8,0	24
100,0	150-100			22,0	10,0	30
70,0	100-70			15,2	6,8	21
50,0	70-50			11,0	4,2	13
31,3	50-31,25			6,8	4,2	13
25,0	31,25-25			5,0	1,8	5
12,5	25-12,5			3,1	1,9	6
	12,5-0				3,1	9

A curva é selecionada apertando o botão de rolagem, no campo de cor azul. Pode-se ainda entrar manualmente com os valores da distribuição granulométrica escolhendo a opção Outros (logo acima da curva 66).

Uma vez escolhido a curva, deve-se voltar para a planilha geral através do botão Planilha Geral.

6.3. Direcionando Material para a Britagem

Nesta altura do dimensionamento, o sistema já está informado das malhas que constaram no projeto, os seus dados gerais e a distribuição granulométrica do material que vem do desmonte (curva ROM).

Agora, deve-se direcionar a quantidade de material que será realmente

direcionada para a britagem primária. Caso se esteja trabalhando com uma grelha cortando em 50 mm, somente o material acima desta granulometria é que estará sendo destinado para a etapa seguinte. Isto é feito indo para a tela P_PRIM (botão P/ PRIM).

[illegible]

A quantidade de material que será destinada para a britagem é escolhida preenchendo a coluna Para Britagem Primária. Esta escolha é feita em porcentagem ou em unidade de produção (t/h ou m³/h).

Como parte do material não será britado, ele é considerado como já sendo parte do resultado final, o que pode ser visualizado através da coluna da Distribuição Granulométrica do Produto Final. Esta coluna permite o acompanhamento da granulometria do produto final do dimensionamento,

mesmo entre as etapas iniciais do projeto.

Esta sequência de ações para direcionar o material para a britagem primária é a mesma para todos os outros estágios de britagem. Caso se estivesse selecionando o material para a britagem terciária, por exemplo, seriam seguidos os mesmos passos – seleção da tela P_TERC (via botão P/ BRIT TERC); escolha do modo de medição da quantidade (porcentagem ou unidade de produção); escolha da quantidade do material a ser destinado; volta à tela geral (botão Planilha Geral),

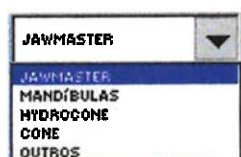
Como foi dito, o material que não é direcionado para o estágio de britagem, é considerado como produto final. Porém, pode-se ter a situação que o material fino tenha que ser britado em um outro estágio mais avançado, como o quaternário. Assim, bastaria selecionar 100% de material para o estágio quaternário, através da tela P_QUATERN. O fato de o material ser considerado produto final quando do direcionamento do material grosso para a britagem primária, por exemplo, não implica que o fino tenha que ser obrigatoriamente parte do produto final da instalação de cominuição.

6.4. Seleção do Equipamento

Com a quantidade de material destinado à britagem já devidamente orientado, o passo seguinte é a seleção do equipamento propriamente dito a ser utilizado no estágio seguinte.

No exemplo apresentado, o estágio a ser dimensionado é o estágio primário. Como nos casos anteriores, a primeira coisa a ser feita é selecionar a tela PRIMÁRIO (botão PRIMÁRIO).

Uma vez na tela PRIMÁRIO, é necessário informar o sistema dos parâmetros obrigatórios para o dimensionamento. O primeiro deles é a escolha do modelo de equipamento a ser utilizado. Isto é feito através da lista “drop-down” no campo EQUIP:



Quaisquer um dos equipamentos listados podem ser utilizados para o dimensionamento da instalação de britagem. Quando da seleção de um dos equipamentos, esta escolha pode ser modificada a qualquer hora, bastando para isso abrir a lista de opções e selecionar o novo equipamento.

Independente do equipamento a ser utilizado, outros parâmetros devem ser preenchidos para que o processo de dimensionamento esteja completo. No exemplo, o britador selecionado foi o britador de mandíbulas série JawMaster.

Microsoft Excel - Britagem.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda Britagem

C8

BRITAGEM PRIMÁRIA

PLANILHA GERAL

ENTRADA DE DADOS	
DEFINIÇÃO DO BRITADOR	
EQUIP:	JAWMASTER
Modelo:	
Pot.:	
CAP.:	(t/h)
ALIM.:	255 (t/h)
CT.:	255 (t/h)
CSS:	(mm)
CIRC.:	☒ ABERTO ☐ FECHADO
W.L.:	16
P. M.:	
C. C.:	

MALHA	FAIXA	PASS.	RET.	PROD.
(mm)	(mm)	(%)	(%)	(t/h)
200	+200	#N/D	#N/D	#N/D
150	200-150	#N/D	#N/D	#N/D
100	150-100	#N/D	#N/D	#N/D
70	100-70	#N/D	#N/D	#N/D
50	70-50	#N/D	#N/D	#N/D
31,25	50-31,25	#N/D	#N/D	#N/D
25	31,25-25	#N/D	#N/D	#N/D
12,5	25-12,5	#N/D	#N/D	#N/D
	12,5-0		#N/D	#N/D
			#N/D	#N/D

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO PRODUTO FINAL	
RET.	
(t/h)	(%)
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D
#N/D	#N/D

W.L. 16

PRIMÁRIO

Os parâmetros Modelo, Potência e Capacidade são opcionais, sendo importante somente para o adequado preenchimento da planilha geral de dados (CALCROM). Porém, no caso do JawMaster, é necessário ainda informar o valor da CSS, sem o qual não é possível realizar a interpolação na tabela de dados referente a este britador. O valor do CSS, ou de qualquer outro parâmetro, pode

FECHADO na coluna **ENTRADA DE DADOS**.

Quando esta seleção estiver sendo escolhida, outro campo para entrada de parâmetros estará disponível, o MFC (Malha de Fechamento do Circuito). Como explicado em capítulo anterior, este valor deverá ser igual a uma das malhas

[illegible]

utilizadas no dimensionamento.

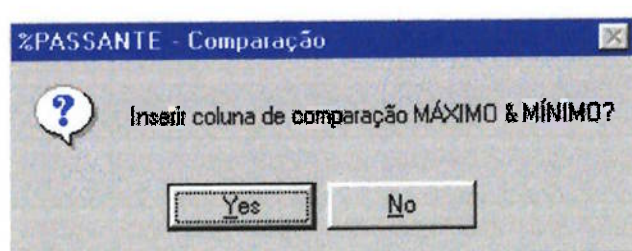
Os resultados do fechamento do circuito de britagem são calculados instantaneamente e os seus parâmetros podem ser modificados a qualquer momento.

6.6. Comparação dos Resultados

Uma vez os equipamentos de todos os estágios envolvidos já tenham sido dimensionados, é possível fazer uma comparação com os resultados teóricos a serem obtidos.

Para isso, deve-se ir à tela **COMPARAÇÃO** e preencher a coluna referente à granulometria desejada.

A comparação pode ser feita via porcentagem passante, porcentagem retido simples ou porcentagem retido acumulado. No caso da porcentagem passante, existe ainda a opção de se inserir colunas de máximo e mínimo para uma comparação do resultado dentro de uma faixa desejada e não somente um número absoluto.



Uma vez que for observada que o resultado final do dimensionamento não atende os objetivos de granulometria final do produto, basta voltar para a tela geral e realizar as mudanças necessárias.

7. Guia para Expansão do Sistema

Como foi comentado no início deste trabalho, o sistema Britagem foi concebido de forma a ser um sistema flexível, de uso amigável e de fácil expansão, com o cadastramento de novos equipamentos de britagem. Foi por este motivo que o programa está baseado em uma planilha de grande utilização (Excel), usando uma linguagem simples e de fácil aprendizagem ("Visual Basic for Application").

Portanto, caso haja o desejo e a necessidade de se estar expandindo o programa, isto pode ser feito de maneira simples sem a necessidade de grandes conhecimentos de programação ou do programa propriamente dito.

Para se incluir novos equipamentos no sistema, algumas etapas foram desenhadas no intuito de simplificar a função de expansão.

1ª Etapa: parametrização das curvas granulométricas

O dimensionamento funciona basicamente a base de interpolação dos dados de uma tabela que representa os gráficos de resultado granulométrico do produto na saída do britador. Portanto, a primeira etapa é justamente parametrizar o gráfico do equipamento em questão.

Esta tabela deve ficar na mesma planilha que as outras tabelas (planilha Dados), tendo como linha superior os valores de CSS e como coluna da extrema esquerda os valores das malhas. Recomenda-se manter os valores de CSS e malha utilizados pelos outros equipamentos – apesar disto não ser obrigatório para o funcionamento do sistema. É aconselhável também a determinação de um nome para a tabela, bem como para a linha do CSS e para a coluna da malha. Este procedimento facilitará o processo de adaptar a fórmula de interpolação para o novo equipamento.

2ª Etapa: interpolação dos dados

O passo seguinte é a inclusão do novo equipamento na planilha Máquinas. Isto significa dizer que é necessário realizar a elaboração da fórmula geral de

interpolação matemática para a tabela de dados, conforme a fórmula descrita no capítulo 4.

Este trabalho pode ser enormemente facilitado simplesmente adaptando a fórmula utilizada para os outros equipamentos. Para tanto, basta seguir as orientações das fórmulas de procura e referência do Excel utilizadas no sistema, já discutidas anteriormente.

É recomendado manter a mesma formatação das colunas como utilizado na planilha Máquinas.

3ª Etapa: atualização da planilha DIVERSOS

A planilha DIVERSOS é somente uma planilha centralizadora de informações. A seleção do equipamento a ser utilizado em um determinado estágio de britagem, conforme escolhido pelo usuário, é feito através de uma função condicional do próprio Excel do tipo SE. Estes resultados são alinhados em colunas conforme o estágio da britagem. É necessário atualizar as células destas colunas para que elas possam “entender” que existe uma nova máquina no sistema.

4ª Etapa: inclusão do equipamento na lista de opções

O novo equipamento deve estar disponível na lista de opções para que o usuário possa selecioná-lo. Para que isto aconteça, a primeira coisa a se fazer é incluí-lo na tabela de correspondência entre código numérico e britadores, localizada na planilha DIVERSOS. Por último, é necessário reformatar a lista de “drop-down” localizada na tela do estágio de britagem para o qual a nova máquina é direcionada. Se esta nova máquina estará presente em mais de um estágio, então a lista “drop-down” de cada estágio deve ser reformatada.

5ª Etapa: operacionalização das macros

Quando o novo equipamento for selecionado, uma série de tarefas de formatação da planilha podem ser necessárias. Estas tarefas, como por exemplo a abertura de campos para a entrada de parâmetros específicos, são realizadas

através de macros (seqüência de eventos gravados e automatizados via linguagem VBA).

Qualquer macro que venha a ser criada pode ser incluída diretamente no código das macros originais, já que estas são acionadas em blocos conjuntos, seguindo funções condicionais para a seleção do evento apropriado para cada momento.

Caso haja dificuldade de se criar uma macro para o evento particular da seleção do novo equipamento, pode-se usar como modelo as macros já existentes no sistema (os códigos-fontes das macros do sistema estão abertos na parte Anexos).

6ª Etapa: realização de testes sistemáticos

O número de cálculos que são necessários para se obter a distribuição granulométrica de um qualquer equipamento no sistema Britagem é relativamente grande. Assim, a chance de se cometer algum erro durante o processo de inclusão de um novo equipamento é grande.

É fortemente recomendável a realização de testes sistemáticos e a análise dos resultados obtidos para que se possa ter certeza de que o novo equipamento está devidamente cadastrado e operante no sistema.

8. Conclusão

O sistema Britagem tem um objetivo bastante audaz: ser um sistema adequado ao dimensionamento matemático de uma instalação de britagem através de uma base computacional simples e de fácil manuseio.

Ao longo de mais de um ano de desenvolvimento, gerações deste sistema foram nascendo e sendo aposentados, conforme o uso na prática e a experiência de campo iam fazendo a seleção natural das várias versões do programa.

Como resultado, tem-se um sistema que consegue cumprir seus objetivos iniciais, com resultados bastante positivos.

Sua utilização está presente em uma gama muito grande de possibilidades: desde o dimensionamento de expansões de instalações de britagem já existentes, até o uso no meio acadêmico com fins puramente didáticos.

O desenho flexível do sistema permite ainda concluir que este programa não deve ser visto como um trabalho final, mas sim a base de um programa que pode tornar-se muito maior ainda, conforme novas máquinas e processos estejam sendo cadastradas e tabeladas no aplicativo Britagem.

Referência Bibliográfica

1. FABRICA DE AÇO PAULISTA (FAÇO). **Manual de Britagem**. 5ª ed., 1994
2. CHAVES, A. P. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios** 1ª ed. v. 3.
3. CETEM/CNPq . **Tratamento de Minérios**
4. SVEDALA BRITADORES. **Catálogos**
5. FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE
PERNAMBUCO. **Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia**. In:
Memoriam Professor Paulo Abib Andery
6. TAGGART, A. F. **Handbook of Mineral Dressing**
7. MULAR, A. L. ; BHAPPU, R. B. **Mineral Processing Plant Design**

Anexos

Anexo 1. Código fonte das macros utilizadas

Segue a descrição das macros utilizadas no sistema Britagem, conforme elas estão escritas.

```
'  
' para_brit Macro  
' Macro gravada em 02/02/98 por André Philipe  
' Macro p/ definição da forma de medida das planilhas P_(cont)  
'  
  
Sub para_brit()  
  
    Application.ScreenUpdating = False  
    ActiveSheet.Unprotect  
    Range("I8:I20").Select  
    Selection.ClearContents  
    If Range("B9") = 2 Then          'caso a opção seja %, a coluna I é reexibida  
        Columns("I:I").Select  
        Selection.EntireColumn.Hidden = False  
        Range("J8").Select  
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LC[-1]/100*LC[-2]"          'insere fórmula de  
        conversão de % p/ t/h (ou m³/h)  
        Selection.AutoFill Destination:=Range("J8:J20"), Type:= _  
        xIFillDefault  
        Range("H4:H21").Select  
        Selection.Copy          'sequência de cópia e cola dos formatos das células  
        Range("J4").Select  
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, _  
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

```
Range("I8").Select
```

```
Elseif Range("B9") = 1 Then
```

```
Columns("I:I").Select      'caso a opção seja t/h (ou m³/h), a coluna I é  
ocultada
```

```
Selection.EntireColumn.Hidden = True
```

```
Range("I4:I21").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Range("J4").Select
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
```

```
-
```

```
False, Transpose:=False
```

```
Application.CutCopyMode = False      'sequência da preparação do formato  
da coluna J
```

```
Range("J21").Select
```

```
With Selection.Interior
```

```
.ColorIndex = 20
```

```
.Pattern = xlSolid
```

```
.PatternColorIndex = xlAutomatic
```

```
End With
```

```
Range("J8:J20").Select
```

```
Selection.ClearContents
```

```
Selection.Locked = False
```

```
Range("J8").Select
```

```
End If
```

```
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
```

```
True, Scenarios:=True
```

```
Application.ScreenUpdating = True
```

```
End Sub
```


' Cor1 Macro

' Macro gravada em 10/12/97 por André Pasari

' Macro destinada à preparação para entrada de dados da planilha PRIMÁRIO

Sub Cor1()

Application.ScreenUpdating = False

ActiveSheet.Unprotect

Columns("E:E").Select

Selection.EntireColumn.Hidden = True

Range("C14").Select

If Range("D7") = 2 Then 'prepara a entrada de dados p/

Selection.Interior.ColorIndex = 2 'a opção MANDÍBULAS

Range("D16").Select

Selection.Interior.ColorIndex = 20

Selection.ClearContents

Elseif Range("D7") = 5 Then 'prepara a entrada dedados p/

Selection.Interior.ColorIndex = 20 'o caso da opção ser OUTROS

Selection.ClearContents

Range("D16").Select

Selection.Interior.ColorIndex = 20

Selection.ClearContents

Columns("E:E").Select

Selection.EntireColumn.Hidden = False

Elseif Range("D7") = 3 Then 'prepara a entrada de dados p/

Selection.Interior.ColorIndex = 20 'a opção HYDROCONE

Selection.ClearContents

Range("D16").Select

Selection.Interior.ColorIndex = 2

Else 'prepara a entrada de dados p/

Selection.Interior.ColorIndex = 20 'a situação de CONE e JAWMASTER

```
Selection.ClearContents
Range("D16").Select
Selection.Interior.ColorIndex = 20
Selection.ClearContents
End If
Range("C8").Select
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
    True, Scenarios:=True
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' Cor2 Macro
' Macro gravada em 10/12/97 por André Passari
' Macro destinada à preparação da entrada de dados da planilha SECUNDÁRIO
'
Sub Cor2()
    Application.ScreenUpdating = False
    ActiveSheet.Unprotect
    Columns("E:E").Select
    Selection.EntireColumn.Hidden = True
    If Range("D7") = 2 Then                                'prepara a entrada p/ a opção
MANDIBULAS
        Range("C14").Select
        Selection.Interior.ColorIndex = 2
        Range("D16").Select
        Selection.Interior.ColorIndex = 20
        Selection.ClearContents
    ElseIf Range("D7") = 1 Or Range("D7") = 3 Then
        Range("C14").Select                                'prepara a entrada de dados para o caso de
        Selection.Interior.ColorIndex = 20                 'ser ou HYDROCONE ou
GIRATÓRIO
```

```
Selection.ClearContents
Range("D16").Select
Selection.Interior.ColorIndex = 2
Elseif Range("D7") = 4 Or 5 Then
Range("C14").Select      'prepara a entrada de dados para as opções
Selection.Interior.ColorIndex = 20 'CONE e OUTROS
Selection.ClearContents
Range("D16").Select
Selection.Interior.ColorIndex = 20
Selection.ClearContents
End If
If Range("D7") = 5 Then      'libera a coluna oculta E para entrada de dados
Columns("E:E").Select      '(disponível somente para a opção
OUTROS
Selection.EntireColumn.Hidden = False
End If
Range("C8").Select
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
True, Scenarios:=True
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

'
' Cor3 Macro
' Macro gravada em 10/12/97 por André Passari
' Macro preparatória para a entrada de dados das planilhas TERCIÁRIO e
QUATERNÁRIO
'
Sub Cor3()

Application.ScreenUpdating = False
```

```
ActiveSheet.Unprotect
Columns("E:E").Select
Selection.EntireColumn.Hidden = True
If Range("D7") = 1 Then           'prepara a entrada de dados para a opção
HYDROCONC
    Range("D16").Select
    Selection.Interior.ColorIndex = 2
Elseif Range("D7") = 2 Then       'prepara a entrada de dados para a
opção CONE
    Range("D16").Select
    Selection.Interior.ColorIndex = 20
    Selection.ClearContents
Else
    Range("D16").Select           'prepara a entrada de dados para a opção
OUTROS
    Selection.Interior.ColorIndex = 20
    Selection.ClearContents
    Columns("E:E").Select
    Selection.EntireColumn.Hidden = False
    Range("E8").Select
End If
Range("C8").Select
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
    True, Scenarios:=True
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' Circuito_Fechado Macro
' Macro gravada em 22/01/98 por Svedala Faço Ltda
' Macro p/ entrada da MFC, caso seja circuito fechado
'
```

```
Sub Circuito()  
    Application.ScreenUpdating = False  
    ActiveSheet.Unprotect  
    If Range("D19") = 2 Then                                'Deixa liberado a entrada da MFC  
        Range("C18").Select  
        Selection.Interior.ColorIndex = 2  
        Selection.ClearContents  
    Else  
        Range("C18").Select                                'Omite a entrada da MFC  
        Selection.Interior.ColorIndex = 20  
        Selection.ClearContents  
        Range("C15").Select  
    End If  
    ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _  
        True, Scenarios:=True  
    Application.ScreenUpdating = True  
End Sub  
,  
' ROM_outros Macro  
' Macro gravada em 06/02/98 por André Passari  
' Macro p/ proteger ou desproteger a coluna do %PASS da planilha ROM  
,  
Sub ROM_outros()  
    Application.ScreenUpdating = False  
    ActiveSheet.Unprotect  
    If Range("I5") = 67 Then                                'caso a opção da curva esteja em  
        Range("G10:G22").Select                            'OUTROS, então a coluna %PASS  
        Selection.Locked = False                            'é desprotegida  
        Selection.FormulaHidden = True  
        Selection.ClearContents  
        Selection.Interior.ColorIndex = xlNone
```

```
Elseif Range("G10") <> Sheets("Máquinas").Range("B56") Then
    Range("G10").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SE(L5C9=67;0;Máquinas!L[46]C[-5])"
    Range("G10").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("G10:G22"), Type:= _
    xIFillDefault
    Range("G10:G22").Select      'caso contrário, a coluna %PASS
    Selection.Locked = True      'é então protegida e suas
    Selection.FormulaHidden = True 'fórmulas correspondentes são
    Range("F10:F22").Select      'então preenchidas
    Selection.Copy
    Range("G10").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
End If
Range("H7").Select
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
    True, Scenarios:=True
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

'
' CaixaDiálogo Macro
' Macro gravada em 15/12/97 por André Passari
' Macro vinculada à caixa de diálogo
' Atalho do teclado: Ctrl+D
'

Sub CaixaDiálogo()
    Dim Cliente As String
```

```
Dim Projeto As String
Dim CalcNo As String      'declaração das variáveis
Dim PrepPor As String
Dim Material As String
Dim WI As Single
Dim DensAp As Single
Dim ROM As Single
Dim IDIOMA As Single
Dim alim As String
```

```
If DialogSheets("DiálogoEntrada").Show Then
```

```
    'sequência de recebimento dos textos das caixas de edição às variáveis  
    correspondentes
```

```
    Cliente = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("Cliente").Caption
    PrepPor = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("PrepPor").Caption
    Projeto = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("Projeto").Caption
    CalcNo = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("CalcNo").Caption
    Material = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("Material").Caption
    WI = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("WI").Caption
    DensAp = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("DensAp").Caption
    alim = DialogSheets("DiálogoEntrada").EditBoxes("alim").Caption
```

```
Application.ScreenUpdating = False
Sheets("DIVERSOS").Visible = True
Sheets("DIVERSOS").Select
```

```
    'sequência p/ a colocação
```

```
    If Range("D55") <> Cliente Then      'dos dados das caixas de
        Range("D55").Select              'edição - via variáveis -
        ActiveCell.FormulaR1C1 = Cliente 'na planilha DIVERSOS
    End If

    'as funções condicionais
```


If Range("D57") <> Material Then 'servem p/ agilizar a

Range("D57").Select 'execução da macro

ActiveCell.FormulaR1C1 = Material

End If

If Range("D59") <> PrepPor Then

Range("D59").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = PrepPor

End If

If Range("D63") <> WI Then

Range("D63").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = WI

End If

If Range("D60") <> DensAp Then

Range("D60").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = DensAp

End If

If Range("D56") <> Projeto Then

Range("D56").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = Projeto

End If

If Range("D61") <> CalcNo Then

Range("D61").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = CalcNo

End If

Sheets("ROM").Visible = True

If Sheets("ROM").Range("H7") <> alim Then

Sheets("ROM").Select 'insere o valor da alimentação

ActiveSheet.Unprotect 'na planilha ROM

ActiveSheet.Range("H7").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = alim

ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _

True, Scenarios:=True

End If

Sheets("ROM").Visible = False

ROM = Sheets("DIVERSOS").Range("K37")

IDIOMA = Sheets("DIVERSOS").Range("E37")

Sheets("PRIMÁRIO").Visible = True

Sheets("ESPAÑHOL").Visible = False 'sequência p/ determinação da

Sheets("CALC").Visible = False 'planilha principal que deve

Sheets("ESPROM").Visible = False 'estar ativa

Sheets("CALCROM").Visible = False

Sheets("ROM").Visible = False

If ROM = 1 And IDIOMA = 1 Then

Sheets("CALC").Visible = True

Sheets("PRIMÁRIO").Select

ActiveSheet.Unprotect 'coloca o valor da

Range("C12").Select 'alimentação na planilha

ActiveCell.FormulaR1C1 = alim 'do estágio primário

ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _

True, Scenarios:=True

Sheets("CALC").Select

Range("A25").Select

Elseif ROM = 1 And IDIOMA = 2 Then

Sheets("ESPAÑHOL").Visible = True

Sheets("PRIMÁRIO").Select

ActiveSheet.Unprotect 'coloca o valor da

Range("C12").Select 'alimentação na planilha

ActiveCell.FormulaR1C1 = alim 'do estágio primário

ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _

```
True, Scenarios:=True
Sheets("ESPAÑHOL").Select
Range("A25").Select
Elseif ROM = 2 And IDIOMA = 1 Then
    Sheets("CALCROM").Visible = True
    Sheets("PRIMÁRIO").Select
    ActiveSheet.Unprotect          'insere fórmula referente
    Range("C12").Select            'à alimentação do
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=P_PRIM!L[9]C[7]"    'estágio primário
    ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
    True, Scenarios:=True
    Sheets("CALCROM").Select
    Range("A25").Select
Else
    Sheets("ESPROM").Visible = True
    Sheets("PRIMÁRIO").Select
    ActiveSheet.Unprotect          'insere fórmula referente
    Range("C12").Select            'à alimentação do
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=P_PRIM!L[9]C[7]"    'estágio primário
    ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
    True, Scenarios:=True
    Sheets("ESPROM").Select
    Range("A25").Select
End If
Sheets("PRIMÁRIO").Visible = False
ActiveWindow.LargeScroll Down:=-1      'centraliza a planilha
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Sheets("DIVERSOS").Visible = False
Application.ScreenUpdating = True
End If
End Sub
```

,

' CaixaDiálogoAuto Macro

' Macro gravada em 15/12/97 por André Philipe Lima Passari

' Macro p/ abertura automática da caixa de diálogo

,

Static Sub Abrir_Auto()

Application.ScreenUpdating = False

Application.DisplayStatusBar = False 'sequência para a omissão

With ActiveWindow 'das barras de ferramentas

Toolbars(2).Visible = False

Toolbars(3).Visible = False

Toolbars(4).Visible = False

Toolbars(5).Visible = False

Toolbars(6).Visible = False

Toolbars(7).Visible = False

Toolbars(8).Visible = False

Toolbars(9).Visible = False

Toolbars(10).Visible = False

End With

Application.ScreenUpdating = True

CaixaDiálogo 'aciona caixa de diálogo

End Sub

,

' Grava Macro

' Macro gravada em 06/02/98 por André Passari

' Macro destinada à salvar somente a planilha principal

,

Sub Grava()

On Error Resume Next 'elimina possíveis mensagens de erro

Dim contador As Single

```
Dim ROM As Single
Dim IDIOMA As Single
contador = 1
Application.ScreenUpdating = False
Application.StatusBar = "Aguarde enquanto a planilha está sendo copiada"
ROM = Sheets("DIVERSOS").Range("K37")      'sequência p/
IDIOMA = Sheets("DIVERSOS").Range("E37")    'determinação
If ROM = 1 And IDIOMA = 1 Then              'e cópia da
    Sheets("CALC").Copy                     'planilha ativa
Elseif ROM = 1 And IDIOMA = 2 Then
    Sheets("ESPAÑHOL").Copy
Elseif ROM = 2 And IDIOMA = 1 Then
    Sheets("CALCROM").Copy
Else
    Sheets("ESPROM").Copy
End If
ActiveSheet.Unprotect
Windows("BRITAGEM.xls").Activate           'volta à planilha de origem
Range("A13:Z46").Select                    'sequência de cópia de dados
Selection.Copy
Range("A25").Select
Do While contador < 6                      'loop para definir o nome da pasta
    Windows("Pasta" & contador).Activate   'copiada, para poder
    contador = contador + 1                'então seleccioná-la
Loop
Range("A13").Select                        'sequência de cola dos dados (so-
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False    'mente dados, sem vínculos)
Range("A25").Select
Application.CutCopyMode = False
Application.StatusBar = False
```

```
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

'
' ComparaçãoMacro
' Macro gravada em 13/02/98 por Svedala Ltda
' Macro p/ realizar a comparação do resultado final c/ o especificado pelo cliente
'

Sub Comparação()
    Application.ScreenUpdating = False
    ActiveSheet.Unprotect
    With Application 'impede o cálculo automático das células, com
        .Calculation = xlManual 'ganho de tempo na execução da macro
        .MaxChange = 0.001
    End With
    ActiveWorkbook.PrecisionAsDisplayed = False
    If Range("B10") = 1 Then
        Range("I6").Select 'caso a opção seja %PASS., então a
fórmula
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "PASS." 'correspondente é então inserida
        Range("I8").Select 'sequência para a colocação das fórmulas
correspondentes
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SE(LC[-1]="""";0;100-SOMA(L8C8:LC[-
1])/L21C8*100)"
        Selection.AutoFill Destination:=Range("I8:I20"), Type:= _
            xIFillDefault
        Range("F8:F21").Select
        Selection.Copy
        Range("I8").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
```

```
Range("I21").Select
Selection.ClearContents
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 19
    .Pattern = 18
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
Range("O6").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "PASS."
Range("M21").Select
Selection.ClearContents
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 19
    .Pattern = 18
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
pass = MsgBox("Inserir coluna de comparação MÁXIMO & MÍNIMO?", 4 + 32,
"%PASSANTE - Comparação")
If pass = vbYes Then    'executa a caixa de diálogo p/ a confirmação
    Range("K:L").Select    'da inserção das colunas de valores
MÁXIMO&MÍNIMO
    Selection.EntireColumn.Hidden = False
    Range("M6").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "PASS. (média)"
    Range("M8").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(LC[-2]+LC[-1])/2"    'colocação da fórmula
de diferença
    Selection.AutoFill Destination:=Range("M8:M20"), Type:= _
        xIFillDefault    'entre valor máximo e mínimo
    Range("I8:I20").Select
    Selection.Copy
```



```
Range("M8").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, _
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
Selection.Locked = True
Selection.FormulaHidden = True
Range("D:D,G:G,J:J,N:N").Select
Selection.ColumnWidth = 5
```

Else

```
Range("M6").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "PASS."
Range("D:D,G:G,J:J,N:N").Select
Selection.ColumnWidth = 10
Range("K:L").Select
Selection.EntireColumn.Hidden = True
Range("M8:M20").Select
Selection.ClearContents
Selection.Locked = False
Selection.FormulaHidden = False
```

End If

Elseif Range("B10") = 2 Then

```
Range("D:D,G:G,J:J,N:N").Select
Selection.ColumnWidth = 10
Range("K:L").Select
Selection.EntireColumn.Hidden = True
```

```
Range("I6").Select 'caso a opção seja %RET., então a
```

fórmula

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RET." 'correspondente é então inserida
Range("M6").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RET."
Range("O6").Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RET."
Range("M8:M20").Select
Selection.Locked = False
Selection.FormulaHidden = False
Selection.ClearContents
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 2
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
Range("I8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=DIVERSOS!L[30]C[-6]"
Range("I8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("I8:I21"), Type:= _
    xIFillDefault
Range("F8:F21").Select
Selection.Copy
Range("I8").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Range("I21").Select
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 19
    .Pattern = 1
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
Range("M21").Select
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 19
    .Pattern = 1
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
```

End With

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SOMA(L[-13]C:L[-1]C)"

Else

Range("D:D,J:J,N:N").Select

Selection.ColumnWidth = 10

Range("K:L").Select

Selection.EntireColumn.Hidden = True

Range("I6").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "RET. ACUM."

Range("M6").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "RET. ACUM."

Range("O6").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "RET. ACUM."

Range("I8").Select 'sequência para a colocação das fórmulas

correspondentes

ActiveCell.FormulaR1C1 = _

"=SE(LC[-1]="";0;SOMA(L8C8:LC[-1])/L21C8*100)"

Selection.AutoFill Destination:=Range("I8:I20"), Type:= _

xlFillDefault 'expande a fórmula

Range("F8:F21").Select

Selection.Copy

Range("I8").Select

Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormats, Operation:=xlNone, _

SkipBlanks:=False, Transpose:=False

Range("I21").Select

Selection.ClearContents

With Selection.Interior

.ColorIndex = 19

.Pattern = 18

.PatternColorIndex = xlAutomatic

End With

```
Range("M8:M20").Select
Selection.ClearContents
Selection.Locked = False
Selection.FormulaHidden = False
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 2
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
Range("M21").Select
Selection.ClearContents
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 19
    .Pattern = 18
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
End If
With Application      'volta a colocar o cálculo automático das células
    .Calculation = xlAutomatic 'como padrão
    .MaxChange = 0.001
End With
ActiveWorkbook.PrecisionAsDisplayed = False
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:= _
    True, Scenarios:=True
Range("M8").Select
End Sub

,

' Prim_Calc Macro
' Macro gravada em 08/12/97 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, das planilhas auxiliares
```

```
' p/ CALC (ou correspondente)
'

Sub Prim_Calc()
    Dim ROM As Single
    Dim IDIOMA As Single

    ROM = Sheets("DIVERSOS").Range("K37")
    IDIOMA = Sheets("DIVERSOS").Range("E37")
    Application.ScreenUpdating = False
    ActiveSheet.Visible = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = True        'coloca visível nova-
        .DisplayVerticalScrollBar = True          'mente as barras de
    End With                                     'rolagem
    If ROM = 1 And IDIOMA = 1 Then
        Sheets("CALC").Select                    'sequência para definição
        Range("A25").Select                       'da planilha que deve
    ElseIf ROM = 1 And IDIOMA = 2 Then            'ser selecionada
        Sheets("ESPANHOL").Select
        Range("A25").Select
    ElseIf ROM = 2 And IDIOMA = 1 Then
        Sheets("CALCROM").Select
        Range("A25").Select
    Else: Sheets("ESPROM").Select
        Range("A25").Select
    End If
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub

'
' Calc_Prim Macro
```

' Macro gravada em 09/12/97 por André Passari

' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ PRIMÁRIO

'

'

Sub Calc_Prim()

Application.ScreenUpdating = False

With ActiveWindow

.DisplayHorizontalScrollBar = False

.DisplayVerticalScrollBar = False

End With

Sheets("PRIMÁRIO").Visible = True

Sheets("PRIMÁRIO").Select

Range("C8").Select

Application.ScreenUpdating = True

End Sub

'

' Calc_Secund Macro

' Macro gravada em 09/12/97 por André Passari

' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ SECUNDÁRIO

'

'

Sub Calc_Secund()

Application.ScreenUpdating = False

With ActiveWindow

.DisplayHorizontalScrollBar = False

.DisplayVerticalScrollBar = False

End With

Sheets("SECUNDÁRIO").Visible = True

Sheets("SECUNDÁRIO").Select

Range("C8").Select

```
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

'
' Calc_Terc Macro
' Macro gravada em 09/12/97 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ TERCIÁRIO
'
'
Sub Calc_Terc()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
    End With
    Sheets("TERCIÁRIO").Visible = True
    Sheets("TERCIÁRIO").Select
    Range("C8").Select
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub

'
' Calc_Quatern Macro
' Macro gravada em 09/12/97 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ QUATERNÁRIO
'
'
Sub Calc_Quatern()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
```

```
End With
Sheets("QUATERNÁRIO").Visible = True
Sheets("QUATERNÁRIO").Select
Range("C8").Select
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' Calc_ROM Macro
' Macro gravada em 09/01/98 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ ROM
'
Sub Calc_ROM()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
    End With
    Sheets("ROM").Visible = True
    Sheets("ROM").Select
    Range("H7").Select
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' Calc_Malha Macro
' Macro gravada em 09/01/98 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ MALHA
'
Sub Calc_Malha()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
```



```
.DisplayVerticalScrollBar = False
End With
Sheets("MALHA").Visible = True
Sheets("MALHA").Select
Range("G9").Select
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' P_PRIM Macro
' Macro gravada em 30/01/98 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ P_PRIM
'
Sub P_PRIM()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
    End With
    Sheets("P_PRIM").Visible = True
    Sheets("P_PRIM").Select
    Range("I8").Select
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' P_SECUN Macro
' Macro gravada em 30/01/98 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ P_SECUN
'
Sub P_SECUN()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
```

```
.DisplayHorizontalScrollBar = False
.DisplayVerticalScrollBar = False
End With
Sheets("P_SECUN").Visible = True
Sheets("P_SECUN").Select
Range("I8").Select
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' P_TERC Macro
' Macro gravada em 30/01/98 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ P_TERC
'
Sub P_TERC()
    Application.ScreenUpdating = False
    With ActiveWindow
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
    End With
    Sheets("P_TERC").Visible = True
    Sheets("P_TERC").Select
    Range("I8").Select
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' P_QUATERN Macro
' Macro gravada em 30/01/98 por André Passari
' Macro p/ mudança de planilha, de CALC (ou equivalente) p/ P_QUATERN
'
Sub P_QUATERN()
    Application.ScreenUpdating = False
```

```
With ActiveWindow
    .DisplayHorizontalScrollBar = False
    .DisplayVerticalScrollBar = False
End With
Sheets("P_QUATERN").Visible = True
Sheets("P_QUATERN").Select
Range("I8").Select
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' P_comparação Macro
' Macro gravada em 20/02/98 por Svedala Ltda
' Macro para mover à planilha COMPARAÇÃO
'
Sub P_comparação()
    Application.ScreenUpdating = False
    Sheets("COMPARAÇÃO").Visible = True
    Sheets("COMPARAÇÃO").Select
    Range("M8").Select
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub
'
' Mandíbulas Macro
' Macro gravada em 20/02/98 por André Passari
' Macro para localização dos dados referentes ao britador
' de mandíbulas tradicional
Sub Mandíbulas()
    Application.ScreenUpdating = False
    Sheets("Dados").Visible = True
    Sheets("Dados").Select
    Range("A5").Select
```

```
ActiveWindow.Zoom = 75
End Sub
'
' Jaw_Master Macro
' Macro gravada em 20/02/98 por André Passari
' Macro para localização dos dados referentes ao Jaw Master
'
Sub Jaw_Master()
    Application.ScreenUpdating = False
    Sheets("Dados").Visible = True
    Sheets("Dados").Select
    ActiveWindow.Zoom = 69
    Range("A1").Select
    ActiveWindow.LargeScroll Down:=1
    Range("A34").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-2
End Sub
'
' Hydrocone Macro
' Macro gravada em 20/02/98 por André Passari
' Macro para localização dos dados referentes ao Hydrocone
'
Sub Hydrocone()
    Application.ScreenUpdating = False
    Sheets("Dados").Visible = True
    Sheets("Dados").Select
    ActiveWindow.Zoom = 75
    Range("A1").Select
    ActiveWindow.LargeScroll Down:=2
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=3
    Range("A76").Select
```

End Sub

'
' Giratório Macro
' Macro gravada em 20/02/98 por André Passari
' Macro para localização dos dados referentes ao Giratório Secundário
'

Sub Giratório()

Application.ScreenUpdating = False
Sheets("Dados").Visible = True
Sheets("Dados").Select
Range("A2").Select
ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=18
Range("S2").Select
ActiveWindow.Zoom = 80

End Sub

'
' Cone Macro
' Macro gravada em 20/02/98 por André Passari
' Macro para localização dos dados referentes ao Cone
'

Sub Cone()

Application.ScreenUpdating = False
Sheets("Dados").Visible = True
Sheets("Dados").Select
Range("A1").Select
ActiveWindow.LargeScroll Down:=2
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=20
Range("U67").Select
ActiveWindow.Zoom = 80

End Sub

' ROM Macro

' Macro gravada em 20/02/98 por André Passari

' Macro para localização dos dados referentes ao Giratório Secundário

Sub ROM()

Application.ScreenUpdating = False

Sheets("Dados").Visible = True

Sheets("Dados").Select

Range("A99").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down:=12

ActiveWindow.Zoom = 80

End Sub